



**Technische Universität Graz
Fakultät für Bauingenieurwissenschaften**

Der energieeffiziente Lebensmittelmarkt

Bestandsanalyse und Verbesserungsvorschläge anhand des
LIDL-Marktes in Graz, Puchstraße

**Masterarbeit
von
Katharina BLIEFERT, BSc**

Vorgelegt zur Erlangung des akademischen Grades eines Masters der
Studienrichtung Wirtschaftsingenieurwesen - Bauingenieurwissenschaften
am Institut für Hochbau und Bauphysik,
betreut durch
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Mag. Dr.iur. Dr.techn. Peter KAUTSCH sowie
Dipl.-Ing. Julia MAYDL
und Dipl.-Ing. Thomas FREWEIN von LIDL Austria GmbH

Graz im Oktober 2010

EIDESSTATTLICHE 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.

Ich versichere, dass ich dieses Masterthema bisher weder im In- noch im Ausland (einer Beurteilerin oder einem Beurteiler) in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe.

.....
Ort, Datum

.....
Unterschrift

DANKSAGUNG

An dieser Stelle möchte ich allen Personen danken, die mir während meiner Diplomarbeit mit Rat und Tat zur Seite standen.

Ganz besonders danke ich meiner Familie und vor allem meiner Mutter für die viele Unterstützung und Kraft, die sie mir gegeben hat. Außerdem danke ich meinem Verlobten Christoph dafür, dass er immer für mich da ist, mir zuhört und zuredet und mich unterstützt.

Ein besonderer Dank gilt ebenfalls den Betreuern meiner Arbeit am Institut für Hochbau und Bauphysik Herrn Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Mag. Dr.iur. Dr.techn. Peter Kautsch sowie Frau Dipl.-Ing. Julia Maydl. Ihnen habe ich unter anderem zu verdanken eine so lehrreiche, da praxisnahe, Arbeit verfasst haben zu können.

Auch der Firma LIDL Austria GmbH gilt an dieser Stelle mein besonderer Dank für die Beauftragung der Studie an der Technischen Universität Graz. Herr Dipl.-Ing. Thomas Frewein, auf dessen Initiative die Beauftragung zu Stande kam, hat mir sämtliche in dieser Arbeit verwendeten Daten und Unterlagen der Verkaufsmärkte zur Verfügung gestellt und alle noch offenen Fragen gerne geklärt. Dafür möchte ich ihm meinen besonderen Dank aussprechen.

KURZFASSUNG

Diese Arbeit analysiert einen typischen Lebensmittelmarkt der Firma LIDL Austria GmbH, um aus den daraus gewonnenen Erkenntnissen Vorschläge zur Steigerung der Energieeffizienz in den Märkten zu gewinnen. Besonderer Schwerpunkt wird dabei auf die umschließende Gebäudehülle sowie auf Bereiche der Haustechnik gelegt.

In den Analysen zur Verbesserung der Gebäudehülle wurden Dämmstoffdicken für die umschließenden Bauteile, die zusammengerechnet 75% der Transmissionswärmeverluste verursachen, ermittelt, für die sich eine deutliche Verbesserung des Heizwärmebedarfs einstellt. So können als Ergebnis dieser Arbeit für die Außenwände eine Dämmstoffdicke von 16 cm, für die Bodenplatte von 14 cm und für das Dach von 22 cm empfohlen werden. Durch die Verbesserung der thermischen Hülle auf dieses Dämmniveau können jährliche Heizenergieeinsparungen von 17.807 *kWh* realisiert werden. Dies würde zusätzlich zu den monetären Ersparnissen einer Reduktion des *CO*₂-Ausstoßes dieses Marktes um 4.933 *kg/a* gleich kommen und so auch einen erheblichen Beitrag zum Umweltschutz leisten.

Weiters wurden die großen Energieverbraucher unter den haustechnischen Geräten betrachtet und Vorschläge zur Steigerung der Energieeffizienz gemacht.

Auch die Möglichkeit zur Installation einer Photovoltaikanlage am Dach des Marktes wurde im Rahmen dieser Arbeit untersucht.

Abschließend wurde das bestehende Gebäude einer Bewertung nach dem klima:aktiv haus Kriterienkatalog für Dienstleistungs- und Verkaufsgebäude unterzogen, in der es bereits im Ist-Zustand 50% der für eine Zertifizierung notwendigen Punkte erreichen konnte. Dies trotz der Tatsache, dass viele Rubriken nicht bewertet werden konnten, da die dort gestellten Anforderungen bereits in der Planungsphase vorbereitet oder sogar erfüllt hätten werden müssen. Klammert man all diese nicht bewerteten Rubriken aus, so erreicht das Gebäude im Ist-Zustand bereits 75% der möglichen Punkte.

ABSTRACT

THE ENERGY-EFFICIENT FOOD STORE

In this Master Thesis, a characteristic food store of LIDL Austria GmbH is analyzed to develop proposals for increasing the energy efficiency of such markets. The emphasis is put on the building shell as well as parts of the building services.

As a result of the analyses of improvements to the building shell, damming heights were determined up to which a clear improvement of the heating requirement can be achieved. As a result of this work, damming heights of 16 *cm* for the external walls, 14 *cm* for the base plate and 22 *cm* for the roof are recommended. These measures can lead to annual savings in heating energy of up to 17.807 *kWh*. Apart from monetary savings, this could lead to a reduction in *CO*₂-emissions of up to 4.933 *kg* per year and thereby substantially contribute to environmental protection.

Moreover, the major energy consumers among the building services were analyzed and proposals for increasing the energy efficiency were made.

The Thesis also examines the potential for the installation of a photovoltaic system on the roof of the market.

Finally, the existing building was evaluated under the klima:aktiv haus criteria for service and sales buildings. In its current state, the building achieves a score of 50%. This result could be achieved even though many criteria could not be evaluated as they would already have to be prepared or implemented in the planning phase of the building. Excluding these criteria, the building achieves a score of 75% in its current condition.

Inhaltsverzeichnis

1. Motivation und Zielsetzung	12
2. Einleitung	14
2.1. Das Kyoto-Protokoll	14
2.2. Klimaschutz in Österreich	15
2.3. Anforderungen in den Bauordnungen	18
2.4. klima:aktiv	19
3. Bestandsanalyse	22
3.1. Der untersuchte LIDL-Markt	22
3.2. Analyse der Energieverbrauchsdaten	28
3.2.1. Verwendete Daten	28
3.2.2. Energieverbrauch	30
3.3. Heizwärmebedarf	34
3.4. Heizwärmebedarfsberechnung des Ist-Zustandes	37
4. Verbesserungspotential	43
4.1. Gebäudehülle	43
4.1.1. Außenwände	44
4.1.2. Bodenplatte	45
4.1.3. Dach	45
4.1.4. Zusammenfassung	46
4.2. Haustechnik	49
4.2.1. Kühlmöbel und Kälteanlage (MOPRO)	49
4.2.2. Beleuchtung	53
4.2.3. Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung	54
4.2.4. Photovoltaik	57
4.3. Orientierung der Fensterflächen	61
5. Energetisches Einsparpotential und CO₂-Emissionen	65
5.1. Messgrößen	65
5.2. Einsparpotential im Bereich der Gebäudehülle	69
5.2.1. Heizwärmebedarf	69
5.2.2. Treibhausgasemissionen	71
5.2.3. Primärenergieinhalt	73
6. Bewertung nach dem klima:aktiv haus Kriterienkatalog	74
6.1. Planung und Ausführung	75
6.1.1. Planung	75
6.1.2. Ausführung	83
6.2. Zwischenbilanz Planung und Ausführung	85

6.3. Energie und Versorgung	86
6.3.1. Nutzenergiebedarf	86
6.3.2. Primärenergiebedarf	88
6.4. Zwischenbilanz Energie und Versorgung	91
6.5. Baustoffe und Konstruktion	92
6.5.1. Vermeidung von Umweltschadstoffen	92
6.5.2. Einsatz ökologischer Baustoffe und Konstruktionen	94
6.6. Zwischenbilanz Baustoffe und Konstruktion	95
6.7. Komfort und Raumluftqualität	96
6.7.1. Thermischer Komfort	96
6.7.2. Raumluftqualität	97
6.8. Zwischenbilanz Komfort und Raumluftqualität	98
6.9. Zusammenfassung Bewertung nach klima:aktiv	99
7. Fazit	102
7.1. Zusammenfassung	102
7.2. Schlussfolgerung und Ausblick	103
A. Energieausweisberechnung für den Ist-Zustand	107
B. PhPP-Berechnung für den Ist-Zustand	131

Abbildungsverzeichnis

2.1.	Abbildung 1: Kyoto-Ziele der EU-15 Mitgliedstaaten für 2008-2012 relativ zum Basisjahr 1990	15
2.2.	Abbildung 3: Verlauf der österreichischen Treibhausgasemissionen im Vergleich zum Kyoto-Ziel unter Berücksichtigung der flexiblen Mechanismen sowie der Bilanz aus Neubewaldung und Entwaldung entsprechend der Klimastrategie 2007	16
2.3.	Sektoraler Energieverbrauch 2008	17
2.4.	Abbildung 8: Trend 1990-2003 der gesamten Treibhausgasemissionen aus der Raumwärme und sonstigem Kleinverbrauch (A) und Komponentenzersetzung der CO_2 -Emissionen aus Raumwärme in Haushalten (B)	17
2.5.	Abbildung 8: Trend 1990-2003 der gesamten Treibhausgasemissionen aus der Raumwärme und sonstigem Kleinverbrauch (A) und Komponentenzersetzung der CO_2 -Emissionen aus Raumwärme in Haushalten (B)	18
3.1.	Ansicht der untersuchten Filiale Puchstraße	22
3.2.	Lageplan der untersuchten Filiale Puchstraße	24
3.3.	Grundriss der untersuchten Filiale Puchstraße	25
3.4.	Schnitt der untersuchten Filiale Puchstraße	26
3.5.	Umfeld der untersuchten Filiale Puchstraße	27
3.6.	Ansicht der untersuchten Filiale Puchstraße	27
3.7.	Stromverbrauch der einzelnen Geräte in kWh/a	31
3.8.	Stromverbrauch der einzelnen Geräte in Prozent	31
3.9.	Anteil am Stromverbrauch, links: Verteilung des untersuchten LIDL-Marktes, rechts: branchenübliche Kenngrößen	32
3.10.	Energieverbrauch der einzelnen Geräte inklusive äquivalentem Gasverbrauch in kWh/a	33
3.11.	Energieverbrauch der einzelnen Geräte inklusive äquivalentem Gasverbrauch in Prozent	34
3.12.	Abbildung 9: Anforderungen an den spezifischen Heizwärmebedarf (HWB*), berechnet mit dem Nutzungsprofil von Wohngebäuden	36
3.13.	Heizwärmebedarfsberechnung mit dem Berechnungstool des OIB	41
3.14.	Heizwärmebedarfsberechnung mit dem Passivhaus-Projektierungspaket 2007	42
4.1.	Transmissionswärmeverlust der einzelnen Bauteile	43
4.2.	Einfluss von zusätzlicher Dämmstoffdicke auf die Verringerung des U-Wertes	47
4.3.	Einfluss der Dämmstoffdicke auf den Heizwärmebedarf	48
4.4.	Einfluss von zusätzlicher Dämmstoffdicke auf die Verringerung des Heizwärmebedarfs	48
4.5.	Funktionsweise Wärmepumpe	49
4.6.	Getrennte Kälte- und Wärmeerzeugungsanlagen bieten nur eingeschränkte Möglichkeiten einer rationellen Energieverwendung	50

4.7. Das Wirkungsprinzip Geo Kälte- und Wärmeverbund	51
4.8. Geothermie als Wärmequelle und Wärmesenke	52
4.9. Abb. 1: Vergleich der Amortisationskosten	54
4.10. Auswirkung der Luftwechselrate auf den Heizwärmebedarf	56
4.11. Das Wirkungsprinzip einer Anlage zur Wärmerückgewinnung	56
4.12. Global Irradiation and solar electricity potential	58
4.13. Lageplan der untersuchten Filiale Puchstraße	62
4.14. Einfluss der Orientierung der Fensterflächen auf den Heizwärmebedarf	64
5.1. Energieflussdiagramm	66
5.2. Spezifischer Energieverbrauch sowie CO_2 -Emissionen von Verkehrsmitteln .	72
6.1. Abbildung 1: Primärenergiebedarf von Bürogebäuden inkl. Bedarf Mobilität PKW (Primärenergiebedarf: Nutzung nach (Knissel), Bedarf für Mobilität: eigene Berechnungen)	76
6.2. Geometrische Wärmebrücke	81
6.3. Wärmebrücke in einer LIDL-Filiale	81
6.4. Konstruktive Wärmebrücke	82
6.5. Materialbedingte Wärmebrücke	82
6.6. Auswirkung der Änderung der Luftwechselrate n_{50} auf den Heizwärmebedarf	84
6.7. Abbildung 13: Punktevergabe für das Kriterium mittlerer Tageslichtfaktor bei Bürogebäuden	88
6.8. Österreichisches Umweltzeichen	93

Tabellenverzeichnis

2.1.	Kriterienkatalog für ein klima:aktiv Dienstleistungs- und Verkaufsgebäude	21
3.1.	Vergleich der Energieverbraucher mit den Zählern in der Puchstraße und den Zählern in der Filiale in Salzburg	29
3.2.	Verwendete Daten zur Analyse der Energieverbräuche des LIDL-Marktes	30
3.3.	Höchstzulässige $HWB_{V,NWG,Ref}^*$ -Werte für Nicht-Wohngebäude – Neubau	35
3.4.	Tabelle 3: Maximal zulässiger spezifischer Heizwärmebedarf	37
3.5.	Maximal zulässiger Heizwärmebedarf	38
3.6.	Anforderungen an den Heizwärmebedarf	39
4.1.	Aufbau der Außenwand nach derzeitiger Ausführung sowie Auswirkungen einer höheren Dämmstoffdicke auf den U-Wert und den Heizwärmebedarf	44
4.2.	Bodenaufbau nach derzeitiger Ausführung sowie Auswirkungen einer höheren Dämmstoffdicke auf den U-Wert und den Heizwärmebedarf	45
4.3.	Dachaufbau nach derzeitiger Ausführung sowie Auswirkungen einer höheren Dämmstoffdicke auf den U-Wert und den Heizwärmebedarf	46
4.4.	Optimale Dämmstoffdicke für die umschließenden Bauteile	47
4.5.	Nutzbare Einstrahlung in Abhängigkeit von der Modulneigung sowie Orientierung	57
4.6.	Material für Photovoltaikmodule mit Wirkungsgrad und benötigter Fläche	59
4.7.	Verteilung der Fensterflächen nach Himmelsrichtungen	63
5.1.	Treibhauspotential verschiedener Treibhausgase, Quelle: nach [6, S.324]	67
5.2.	Tabelle E.1 - Primärenergiefaktoren und Koeffizienten für die CO_2 -Produktion	68
5.3.	gewichteter Primärenergiefaktor für den Energiemix der LIDL-Filiale	69
5.4.	Varianten der Dämmstoffdicken mit jährlichem Heizenergiebedarf	70
5.5.	Optimale Dämmstoffdicken für die wärmeübertragenden Bauteile des LIDL-Marktes	70
5.6.	Jährliche Heizenergieersparnis bei verschiedenen Dämmstoffdicken	71
5.7.	CO_2 -Ausstoß und -Ersparnis in kg/a bei den verschiedenen Varianten der Dämmstoffdicke im Gebäude des LIDL-Marktes	72
6.1.	Punkte für die Erreichbarkeit mit öffentlichen Verkehrsmitteln nach dem Kriterienkatalog klima:aktiv haus Dienstleistungs- und Verkaufsgebäude sowie erreichte Punkte für den LIDL-Markt in der Puchstraße	77
6.2.	Punkte für die Infrastruktur nach dem Kriterienkatalog klima:aktiv haus Dienstleistungs- und Verkaufsgebäude sowie erreichte Punkte für den LIDL-Markt in der Puchstraße	77
6.3.	Produktgruppen mit möglichen Schadstoffen in relevantem Ausmaß	80
6.4.	Ergebnis der ersten Bewertungskategorie	86
6.5.	Primärenergiefaktoren nach klima:aktiv	89

6.6. Tabelle 7: Zusammenfassung der Punktevergabe für das Kriterium alternative Energien	91
6.7. Ergebnis der zweiten Bewertungskategorie	92
6.8. Ergebnis der dritten Bewertungskategorie	95
6.9. Bewertungsschema bei aktiver Kühlung	97
6.10. Einteilung der Raumluftqualität	98
6.11. Ergebnis der dritten Bewertungskategorie	99
6.12. Ergebnis der klima:aktiv Bewertung	100

1. Motivation und Zielsetzung

Diese Masterarbeit wird nach der Analyse eines bestehenden Lebensmittelmarktes der Firma LIDL Austria GmbH vorhandene Potentiale und noch nicht ausreichend genutzte Entwicklungsmöglichkeiten zur Steigerung der Energieeffizienz darstellen. Die Firma LIDL Austria GmbH wünscht sich mit dieser Arbeit eine Studie, die die Möglichkeiten für einen energieeffizienten und damit umweltfreundlichen Lebensmittelmarkt der Zukunft zeigt. Dieser optimierte Markt soll nicht nur zum Umweltschutz beitragen und so für eine große Kundenzufriedenheit sorgen, er wird auch helfen durch den effizienten Umgang mit Energie hohe Betriebskosten monatlich einzusparen.

Schon seit einigen Jahren setzt man in der LIDL-Gruppe auf Energieeffizienz in den Märkten. Viele unterschiedliche Technologien wurden dabei bereits erprobt. So gibt es in ausgewählten Märkten eine Energiestation, die die Abwärme der Kühlmöbel nutzt, um, ergänzt durch einen Erdkollektor, die benötigte Raumwärme zu erzeugen. Ebenfalls wird in vielen Märkten durch Sonnenschutz-Isolierverglasung sowie außenliegende Sonnenschutzlamellen die übermäßige Erhitzung im Sommer verringert.

Besonders im Lebensmitteleinzelhandel gibt es durch die hohe Zahl realisierter Projekte, die, schon um dem Wiedererkennungswert zu genügen, im Aufbau gleich sind, ein großes Potential an Optimierungsmöglichkeiten. Ein einmal optimiertes Marktmodell kann so beliebig oft nachgebaut werden. Darum ist es besonders wichtig in dem erarbeiteten Modell höchsten Wert auf Qualität zu legen und auch vor Neuheiten und Innovationen nicht zurückzuschrecken, um so neue Wege zu finden den energieeffizienten Lebensmittelmarkt der Zukunft zu entwickeln.

Ziel dieser Arbeit ist es nach der Analyse eines bestehenden LIDL-Marktes Verbesserungspotentiale im Bereich der Energieeffizienz aufzuzeigen und die notwendigen Schritte für einen energieeffizienten Lebensmittelmarkt zu verdeutlichen. Auch das Potential für einen Nullenergiemarkt und die noch nötigen Schritte zu einem klima:aktiv Markt sollen im Rahmen dieser Arbeit aufgezeigt werden.

Das methodische Vorgehen begründet sich dabei im ersten Schritt in der Analyse des LIDL-Marktes in der Puchstraße 199 in Graz. Dieser Markt wurde im Dezember 2008 eröffnet und es liegt eine gute Dokumentation sowohl über den Bau als auch über die Energieverbrauchsdaten seit der Eröffnung vor. Nach der Analyse der bestehenden Gebäude- und Energieverbrauchsdaten wird eine Berechnung sowohl mit dem Passivhaus-Projektierungspaket als auch dem Energieausweis-Berechnungstool des Österreichischen Instituts für Bautechnik (OIB) erfolgen. Das Berechnungstool des OIB bildet die Grundlage für Energieausweisberechnungen nach österreichischen Normen und ist damit essentiell für die Erbringung des Nachweises zur Erfüllung der Mindestanforderungen laut österreichischer Bauordnung. Das Passivhaus-Projektierungspaket des Passivhaus Instituts in Darmstadt wird unter anderem im Kriterienkatalog des „klima:aktiv passivhaus“ zur Nachweiserbringung gefordert.

Im zweiten Schritt wird das theoretische Verbesserungspotential dieses Marktes auf der Grundlage der vorher gewonnenen Ergebnisse ermittelt. Dabei wird im Besonderen auf das Verbesserungspotential im Bereich der Gebäudehülle eingegangen. Aber auch das Potential im Bereich der Haustechnik wird aufgezeigt. So werden Verbesserungsvorschläge für die

Gestaltung der Kühlmöbel und Kälteanlage, der Beleuchtung sowie der Lüftung durch den Einbau einer Wärmerückgewinnung erarbeitet. Als letzten Punkt der Haustechnik wird auch der Einbau einer Photovoltaikanlage am Dach behandelt.

Beim Bau eines Lebensmittelmarktes wird bei der Orientierung der Achsen in erster Linie Wert auf die optimale Präsentation der Waren gegenüber dem Kunden gelegt. In dieser Arbeit soll gezeigt werden, welchen Einfluss die Orientierung der Hauptfensterflächen auf den Heizwärmebedarf hat.

Im dritten Schritt werden die sich aus den Verbesserungsvorschlägen ergebenden Einsparungen sowohl in energetischer Hinsicht als auch bezüglich der Einsparung von CO_2 -Emissionen analysiert.

Als Abschluss dieser Arbeit wird eine Bewertung des analysierten Marktes hinsichtlich der Anforderungen des Kriterienkatalogs „klima:aktiv haus Dienstleistungs- und Verkaufsgebäude“ durchgeführt.

2. Einleitung

2.1. Das Kyoto-Protokoll

Seit den 1980er Jahren ist bekannt, dass der vom Menschen verursachte Treibhauseffekt zu einer schnelleren Erwärmung der Erdoberfläche führt, als es die Umwelt verkraften kann. Diese Einsicht hat im Jahr 1997 auf dem Weltklimagipfel in Kyoto zum so genannten Kyoto-Protokoll, einem Zusatzprotokoll zur Ausgestaltung der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen mit dem Ziel des Klimaschutzes geführt. In dieser Vereinbarung wird der jährliche Treibhausgas-Ausstoß der Industrieländer erstmals verbindlich reglementiert. Im Besonderen bezieht man sich dabei auf die Gase

- Kohlenstoffdioxid (CO_2),
- Methan (CH_4),
- Dickstoffoxid (Lachgas N_2O),
- teilhalogenierte Fluorwasserstoffe (H-FKW/HFCs),
- perfluorierte Kohlenwasserstoffe (FKW/PFCs) sowie
- Schwefelhexafluorid (SF_6).[1]

Diese Gase dürfen dabei in der Verpflichtungsperiode 2008-2012 einen festgelegten Emissionswert von 5,2% unter den Werten von 1990 für alle Industriestaaten gemeinsam nicht überschreiten. 2005 trat das Protokoll mit der Ratifizierung Russlands endgültig in Kraft. Damit haben trotz einer Nicht-Ratifizierung durch die USA genug Industriestaaten das Abkommen ratifiziert. So konnten mehr als 55% der Treibhausgasemissionen der Industriestaaten auf Basis von 1990 erfasst werden.

Die Europäische Union (EU) und ihre Mitgliedstaaten haben sich dabei zu einer Reduktion der Treibhausgase um 8% verpflichtet. Dieses Ziel will die EU als Staatenverbund innerhalb der EU-15 Staatenerreichen, wobei die einzelnen Länder im Rahmen der Lastenaufteilung unterschiedliche Grenzwerte anstreben. Wie in Abbildung 2.1 ersichtlich haben sich dabei Staaten wie Luxemburg zu -28%, oder Deutschland und Dänemark zu -21% verpflichtet, während Staaten wie Portugal oder Griechenland einen Anstieg der Emissionswerte von nicht mehr als 27% bzw. 25% zugesagt haben. Österreich hat in der Verpflichtungsperiode 2008-2012 einer Reduktion der Emissionen der Treibhausgase (THG) um 13% gegenüber dem Niveau von 1990 zugestimmt. [1]

Mit der Genehmigung des Kyoto-Protokolls durch die Europäische Union per Entscheidung des Rates wurden die vereinbarten Ziele sowohl völkerrechtlich als auch auf EU-Ebene verbindlich und sind bei Nichterreichen mit entsprechenden Sanktionen belegt.

Eine umfassende Evaluierung der Maßnahmen zur Verringerung der Treibhausgasemissionen durch das österreichische Umweltbundesamt und die österreichische Energieagentur im Jahr 2005 hat gezeigt, dass Österreich noch weit vom Kyoto-Ziel entfernt ist. So sind die Treibhausgasemissionen seit 1990 um 18% angestiegen, statt, wie geplant, zu sinken. In

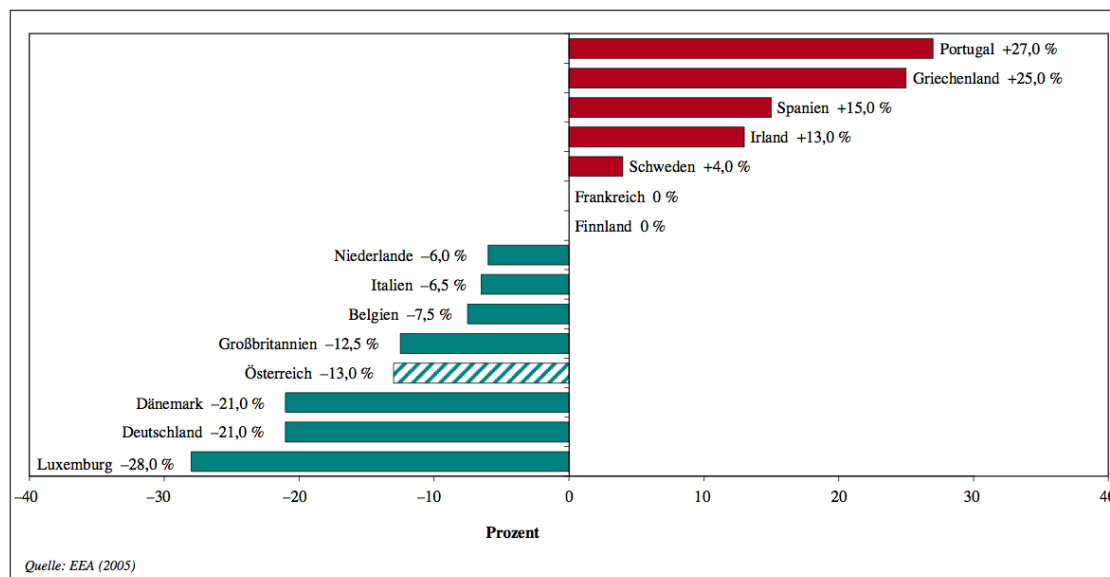


Abbildung 2.1.: Kyoto-Ziele der EU-15 Mitgliedstaaten für 2008-2012 relativ zum Basisjahr 1990, Quelle: [1, S.13]

absoluten Zahlen bedeutet dies, dass „die Emissionen 2005 um etwa 14,2 Millionen Tonnen über dem Basisjahr 1990 und um rund 24,4 Millionen Tonnen über dem Kyoto-Ziel“ [1, S. 20] lagen. [1]

Im Jahr 2008 ist eine Reduktion der Treibhausgasemissionen deutlich erkennbar, wenn auch das Erreichen der Kyoto-Ziele nach wie vor in weiter Ferne liegt. So wurden 86,6 Mio. Tonnen CO_2 -Äquivalente Treibhausgase in Österreich emittiert. Das sind immer noch 10,9 % mehr als im Basisjahr 1990. In absoluten Zahlen liegt Österreich damit „um 17,9 Mio. Tonnen CO_2 -Äquivalente über dem Kyoto-Ziel“.[8, S.33] Die Abbildung 2.2 zeigt deutlich die Abweichung des österreichischen Ist-Zustandes von den Kyoto-Zielen.

2.2. Klimaschutz in Österreich

Trotz Umsetzung zahlreicher Maßnahmen für den Klimaschutz ist man bislang dem Kyoto-Ziel nicht näher gekommen. Es werden weitere intensive Anstrengungen in allen Bereichen des Lebens nötig sein, um die Emission der Treibhausgase auf das gewünschte Maß reduzieren zu können. Wobei hierbei weniger von Verzicht als von intensiver Nutzung der heute schon verfügbaren Technologien gesprochen werden muss. Für viele der Probleme des zu hohen und ineffizienten Energieverbrauchs gibt es bereits Lösungen, die aber teils aus Unkenntnis und teils aus Skepsis gegenüber Neuem nicht oder zu wenig angewandt werden. Vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft gibt es daher die Klimaschutzinitiative klima:aktiv zur Unterstützung der Marktdurchdringung von Klimaschutztechnologien.[1] Klima:aktiv bietet eine Vielzahl an Programmen an, die die verschiedenen Zielgruppen ansprechen sollen. So gibt es die Themenbereiche erneuerbare Energie, Energiesparen, Mobilität sowie Bauen und Sanieren.

Klima:aktiv spricht gezielt die Sektoren mit dem größten Energieverbrauch an, so decken allein die Programme Bauen und Sanieren sowie Mobilität die Bereiche ab, die 2/3 des gesamten Energieverbrauchs in Österreich verursachen.

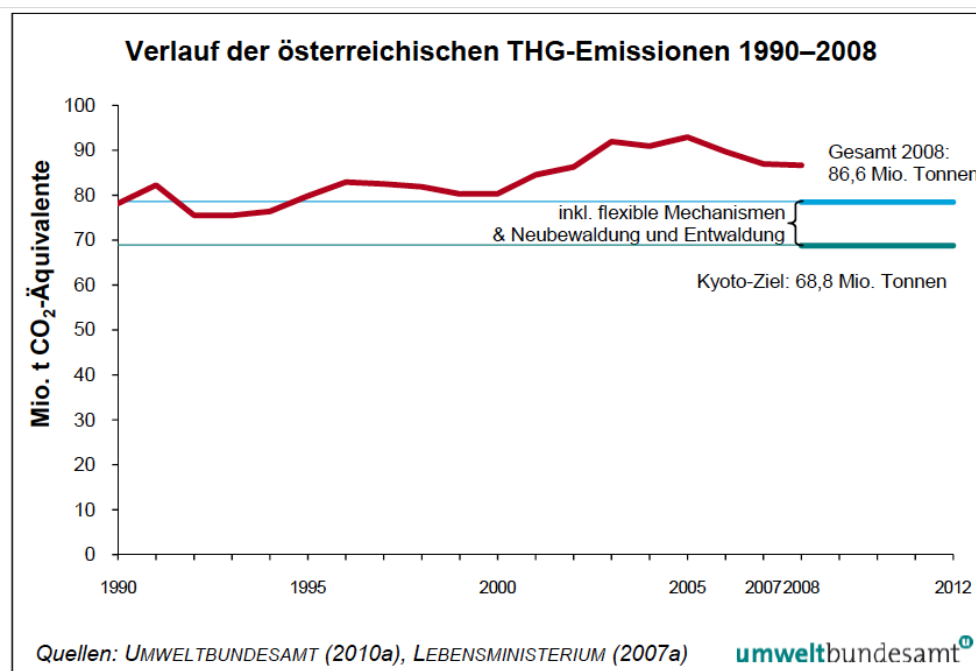


Abbildung 2.2.: Verlauf der österreichischen Treibhausgasemissionen im Vergleich zum Kyoto-Ziel, Quelle: [8, S.33]

Der österreichische Energieverbrauch gliedert sich im Wesentlichen in drei große Teile. Der Verkehr verbraucht 33,7% der verfügbaren Energie, der produzierende Bereich benötigt 28,6% und die Bereiche private Haushalte sowie Dienstleistungen benötigen zusammen nochmal 35,4%.

In der Abbildung 2.3 ist diese Drittelgliederung des österreichischen Energieverbrauchs dargestellt.

In den Sektoren Dienstleistungen sowie private Haushalte wird die Energie zum einen für die Strom- und zum anderen für die Wärmeversorgung benötigt. In diesem Bereich kann eine weitgehende Stabilisierung der Treibhausgasemissionen gegenüber dem Basisjahr 1990 festgestellt werden. Wie die Abbildungen 2.4 und 2.5 zeigen, lagen die Emissionen von 2003 sogar leicht unter den Werten von 1990. Dies ist vor allem insofern beachtlich, als dass die gesamte beheizte Gebäudefläche seit 1990 stark angestiegen ist. Der Anstieg der beheizten Gebäudefläche ist vor allem auf ein Bevölkerungswachstum von +5% seit 1990 sowie auf einen Anstieg der durchschnittlichen Wohnfläche pro Haushalt und eine wachsende Wohnungszahl von +10% zurückzuführen.[1]

Nichts desto trotz ist man mit diesen Werten weit von den Zielen des Kyoto-Protokolls entfernt und es sind weitere massive Anstrengungen erforderlich, um das geforderte Reduktionsziel von -13% zu erreichen. Unbestritten ist daher die Notwendigkeit, auch im Bereich Raumwärme und Kleinverbrauch weitere Maßnahmen zur Reduktion des Energieverbrauchs setzen zu müssen. Hierbei gibt es auf EU-Ebene die Richtlinie zur Energieeffizienz von Gebäuden sowie weiterführende nationale Maßnahmen wie zum Beispiel das oben bereits erwähnte Klimaschutzprogramm klima:aktiv mit einem umfassenden Kriterienkatalog für einen energieeffizienten und umweltbewussten Gebäudestandard sowohl im Wohnhaus als auch in gewerblichen Gebäuden.

Sektoraler Energieverbrauch 2008

in Summe 302.372 GWh

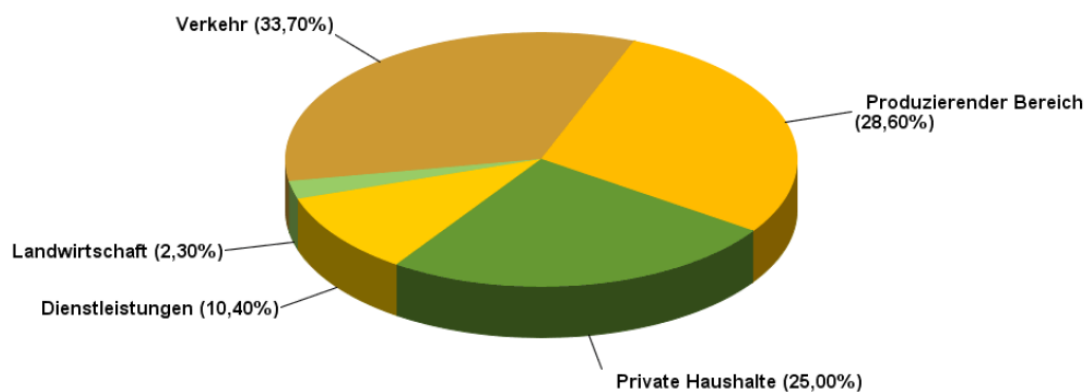


Abbildung 2.3.: Sektoraler Energieverbrauch 2008,

Quelle: <http://duz.lebensministerium.at/duz/duz/theme/view/840837/0/450> [28.04.2008]

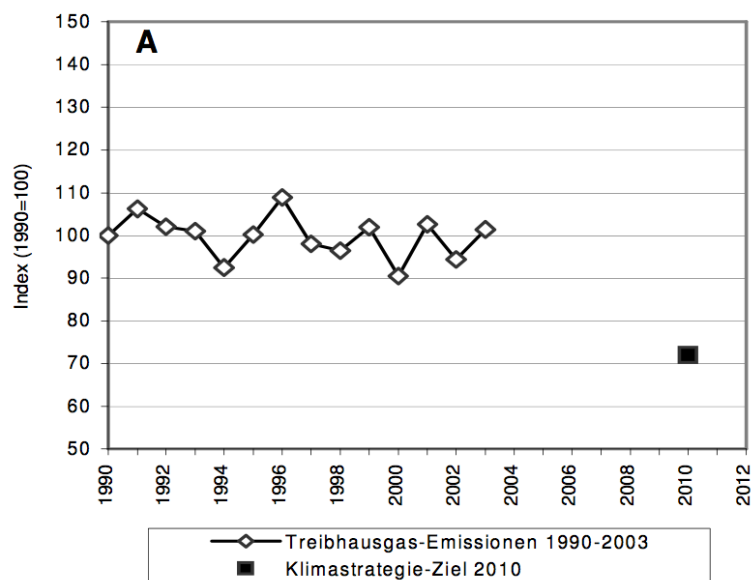


Abbildung 2.4.: Entwicklung 1990-2003 der gesamten Treibhausgasemissionen aus der Raumwärme und sonstigem Kleinverbrauch, Quelle: [1, S.46]

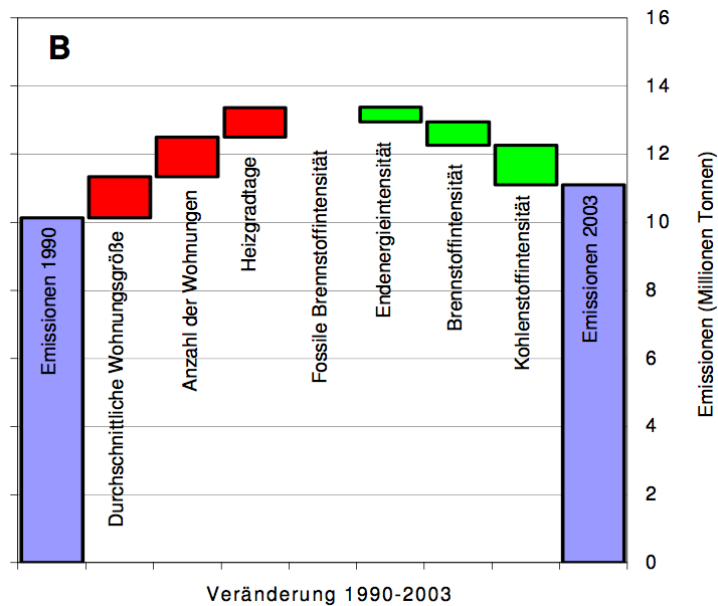


Abbildung 2.5.: Komponentenzerlegung der CO_2 -Emissionen aus Raumwärme in Haushalten, Quelle: [1, S.46]

2.3. Anforderungen in den Bauordnungen

In der Gesetzgebung wird schon heute deutlich, dass der Trend in den Bauordnungen stark in Richtung Nullenergiegebäude bzw. Fast-Nullenergiegebäude gehen wird. Am 18.06.2010 wurde im Amtsblatt der Europäischen Union die neu gefasste EU-Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden veröffentlicht. Diese Richtlinie schreibt für die Mitgliedstaaten vor, dass

- a „nach dem 31. Dezember 2018 neue Gebäude, die von Behörden als Eigentümer genutzt werden, Niedrigstenergiegebäude sind [und]“[25, S.21]
- b „bis 31. Dezember 2020 alle neuen Gebäude Niedrigstenergiegebäude sind.“[25, S.21]

Niedrigstenergiegebäude werden dabei definiert als „ein Gebäude, das eine sehr hohe [...] Gesamtenergieeffizienz aufweist. Der fast bei Null liegende oder sehr geringe Energiebedarf sollte zu einem ganz wesentlichen Teil durch Energie aus erneuerbaren Quellen – einschließlich Energie aus erneuerbaren Quellen, die am Standort oder in der Nähe erzeugt wird – gedeckt werden“[25, S.18]

In Zukunft werden also alle Neubauten in der EU als Fast-Nullenergiegebäude ausgeführt werden müssen. Fast-Nullenergiegebäude bedeutet dabei, dass nur noch ein möglichst kleiner Energiebedarf für Warmwasser, Heizung, Kühlung und Lüftung benötigt werden wird und der Restenergiebedarf aus erneuerbaren Energiequellen, die auch am Standort oder in der Nähe des Gebäudes erzeugt werden, gedeckt werden sollte. Diese EU-Richtlinie muss nun nach ihrer Verabschiedung in nationales Recht umgesetzt werden. Dazu haben die Mitgliedsländer in einem gestaffelten Verfahren bis zum 31.12.2015 Zeit.

Schon heute sind die schärfer werdenden Gesetzgebungen auch im nationalen Recht in Österreich bemerkbar. So ist mit 01.01.2010 ein neuer maximal zulässiger jährlicher

Heizwärmebedarf pro m^2 konditionierter Brutto-Grundfläche in Abhängigkeit der Gebäudegeometrie in Kraft getreten. Dieser maximal zulässige Heizwärmebedarf liegt nun im Schnitt $4 kWh/m^2a$ niedriger als der noch bis zum 31.12.2009 gültige Wert (Näheres dazu siehe Kapitel 3.3).

Energieeffizientes Bauen wird damit schon nur um die wachsenden gesetzlichen Anforderungen zu erfüllen, zu einem immer wichtigeren Bestandteil in der Gebäudeplanung. Nicht zuletzt werden dadurch aber auch erhebliche Energiekosten gespart, womit sich die Investitionskosten auf lange Sicht wieder gewinnen lassen.

2.4. klima:aktiv

Eine Maßnahme zur Erreichung der Kyoto-Ziele stellt die vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft 2004 ins Leben gerufene klima:aktiv Initiative dar. Dabei handelt es sich um eine Vielzahl an Programmen, die in den verschiedensten Bereichen des Lebens gezielte Impulse für einen effizienten Umgang mit Energie und Ressourcen setzen. Ziel ist es dabei klimaschonenden Dienstleistungen und Technologien schnell zu einem hohen Marktanteil zu verhelfen.

Das für diese Masterarbeit verwendete Programm kommt aus dem Themenbereich Bauen und Sanieren. Hier werden geförderte Beratung sowie Qualitätssicherung zum einen im individuellen Wohnbau und zum anderen im gewerblichen Bereich angeboten. 2005 wurde dafür ein klima:aktiv Gebäudestandard definiert, der die Qualität eines Gebäudes messbar und vergleichbar machen soll. Diesen klima:aktiv Gebäudestandard gibt es als Kriterienkatalog für

- Wohngebäude Neubau,
- Wohngebäude Sanierung und
- Dienstleistungs- und Verkaufsgebäude

jeweils als Passivhaus-Katalog und als „klima:aktiv haus“ Katalog. Letzterer definiert geringere Anforderungen an zum Beispiel den Heizwärmebedarf.¹

Diese Kataloge definieren vier Bewertungskriterien mit einem einfachen Punktesystem, nach denen ein Gebäude nach klima:aktiv Standards bewertet werden kann. In jeder der vier Kategorien

- Planung und Ausführung,
- Energie und Versorgung,
- Baustoffe und Konstruktion und
- Raumluftqualität und Komfort

gibt es sowohl Musskriterien, die verpflichtend zu erfüllen sind, als auch Zusatzkriterien, die nicht zwingend eingehalten werden müssen.²

¹URL: <http://www.klimaaktiv.at/article/archive/11911/> [02.05.2010]

²URL: <http://www.klimaaktiv.at/article/articleview/75412/1/27218> [02.05.2010]

Zu den Musskriterien für Dienstleistungs- und Verkaufsgebäude zählen:

- eine luftdichte Gebäudehülle,
- Erfassung der Energieverbräuche mit Haupt- und Subzählern,
- Einhaltung der Mindestanforderungen an den Heizwärmebedarf,
- Einhaltung der Mindestanforderungen an den Nutzkältebedarf,
- Einhaltung der Mindestanforderungen an den Primärenergiebedarf,
- eine energieeffiziente Lüftungsanlage,
- Vermeidung von klimaschädlichen Substanzen im Gebäude,
- eine optimierte Komfortlüftung mit Wärmerückgewinnung sowie
- als teilweises Musskriterium die Vermeidung von PVC. [10, S.6]

Die Tabelle 2.1 zeigt alle Kriterien eines klima:aktiv Dienstleistungs- und Verkaufsgebäudes mit den maximal erreichbaren Punkten sowie den Punkten eines nicht näher definierten Beispielgebäudes.

In Kapitel 6 werden die nötigen Schritte für eine klima:aktiv Zertifizierung des hier betrachteten LIDL-Marktes analysiert und dargestellt.

Tabelle 2.1.: Kriterienkatalog für ein klima:aktiv Dienstleistungs- und Verkaufsgebäude,
Quelle: [10, S.6]

Kriterienkatalog klima:aktiv haus Dienstleistungs- und Verkaufsgebäude						klima:aktiv		
						Punkte	1.000	851
Nr.	Titel	Muss- kriterium	erreichbare Punkte	Eigenes Gebäude				
				x	Punkte			
A Planung und Ausführung						max. 100	100	
A 1. Planung						max. 90	90	
A 1. 1	Vermeidung von motorisiertem Individualverkehr		max. 40	x	40			
A 1. 2	vereinfachende Berechnung der Lebenszykluskosten		max. 50	x	50			
A 1. 3	Produktmanagement - Einsatz schadstoffarmer und emissionsarmer Bauprodukte		max. 50	x	20			
A 1. 4	Gebäudehülle wärmebrückenoptimiert	ΔU_{WB}	0,05 :W/m ² K	x	10			
A 2. Ausführung						max. 40	40	
A 2. 1	Gebäudehülle luftdicht	n_{50}	0,7 h ⁻¹	M	max. 30	x	27	
A 2. 2	Erfassung Energieverbräuche			M	max. 20	x	20	
B Energie und Versorgung						max. 600	555	
B 1. Nutzenergiebedarf						max. 350	271	
B 1. 1	Heizwärmebedarf	HWB_{Line} $HWB_{*max(kah)}$	4 15,0 kWh/(m ² a)	M	max. 150	x	108	
B 1. 2	Kühlbedarf	KB*	0,8 kWh/(m ³ a)	M	max. 125	x	63	
B 1. 3	Tageslichtversorgung	mittl. Tageslichtfaktor	3 %		max. 100	x	100	
B 2. Primärenergiebedarf und alternative Energiesysteme						max. 300	284	
B 2. 2	Primärenergiebedarf		150 kWh/m ² a	M	max. 225	x	194	
B 2. 2	Lüftung energieeffizient			M	max. 90	x	90	
B 2. 2	alternative Energiesysteme				max. 50	x	0	
C Baustoffe und Konstruktion						max. 200	96	
C 1. Vermeidung von Umweltschadstoffen						max. 70	20	
C 1. 1	Vermeidung von klimaschädlichen Substanzen			M	0	x	0	
C 1. 2	Vermeidung von PVC			tlw. M	20-70	x	20	
C 2. Einsatz ökologischer Baustoffe und Konstruktionen						max. 170	76	
C 2. 1	ökologischer Kennwert der thermischen Gebäudehülle	$OI_{3+IGHBGF}$	200		max. 100	x	26	
C 2. 2	Entsorgungsindikator der thermischen Gebäudehülle	EI	1		max. 50	x	50	
C 2. 3	zertifizierte Produkte				max. 50	x	0	
D Komfort und Raumluftqualität						max. 100	100	
D 1. Thermischer Komfort						max. 50	50	
D 1. 1	Thermischer Komfort im Sommer				50	x	50	
D 2. Raumluftqualität						max. 60	60	
D 2. 1	Komfortlüftung optimiert (CO ₂ -Steuerung, Luftfilter, Schall etc.)			M	40	x	40	
D 2. 2	Einhaltung der Richtwerte der Raumluftqualität				50	x	50	
Gesamt						851		



Energieinstitut Vorarlberg®

Version 1.4 vom 26.01.2010

3. Bestandsanalyse

3.1. Der untersuchte LIDL-Markt

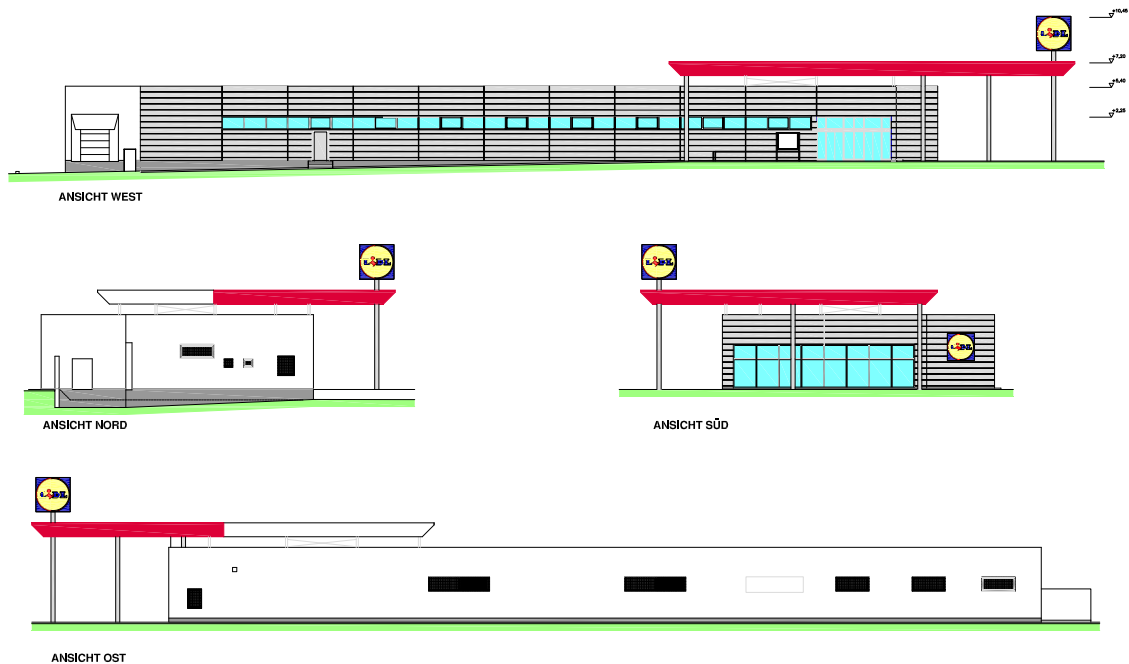


Abbildung 3.1.: Ansicht der untersuchten Filiale Puchstraße

Der analysierte Lebensmittelmarkt steht in Graz in der Puchstraße 199 direkt an der Grazer Ring-Bundesstraße. Es ist ein 2008 erbauter einstöckiger rechteckiger Flachbau mit einem begrünten Flachdach. Über dem Eingangsbereich auf der Westseite und über den Schaufenstern auf der straßenseitigen Südseite sorgt ein Vordach für Sonnenschutz und gleicht den Markt optisch an die bestehende Straßenflucht an.

Die in dieser Diplomarbeit verwendeten technischen Daten sowie Pläne vom Markt wurden von LIDL Austria GmbH bereit gestellt.

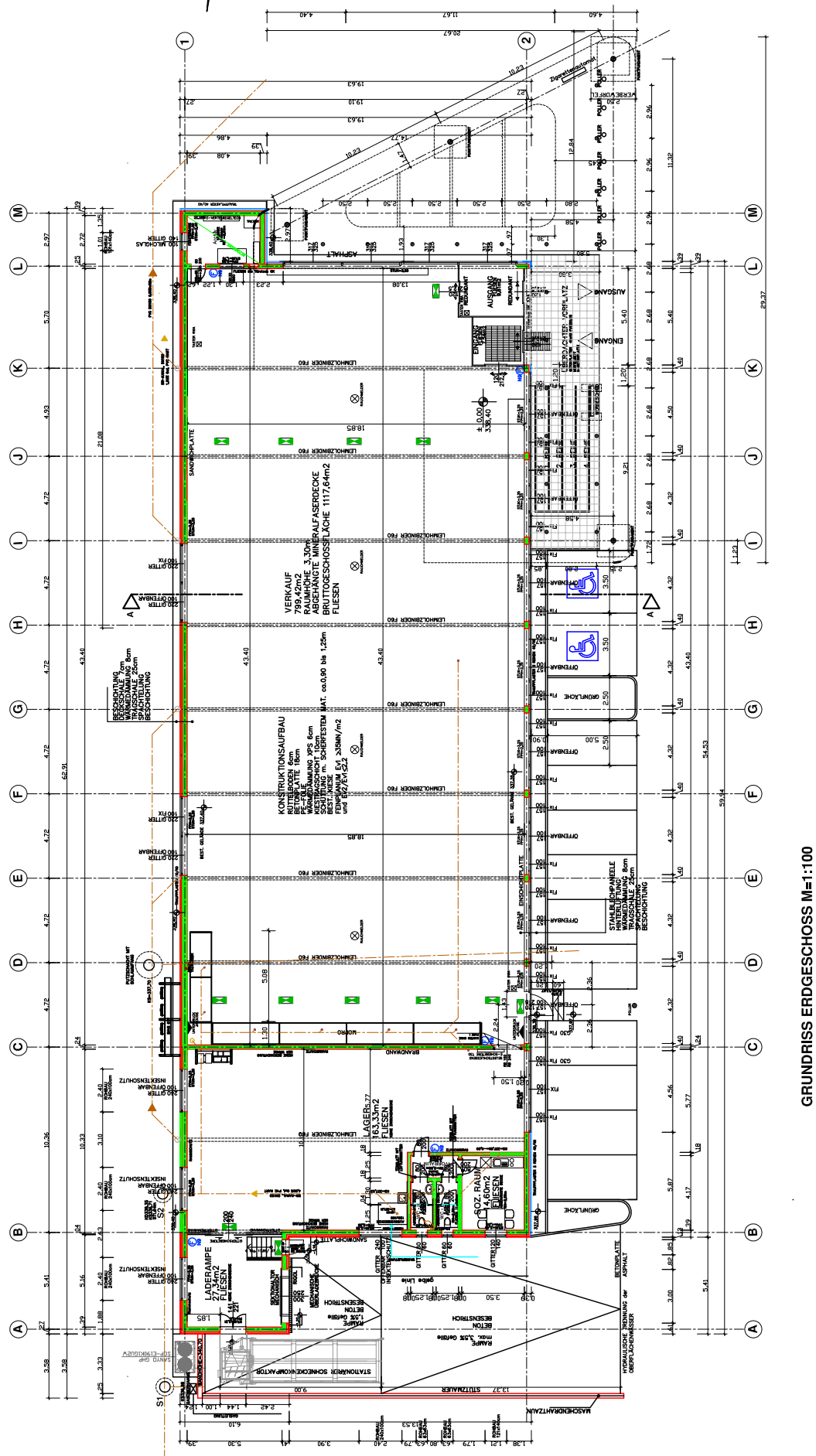
In den folgenden Abbildungen sieht man Lageplan, Grundriss und Schnitt sowie Fotos der untersuchten Filiale.

Gebäudedaten (laut Baubeschreibung):

- Bruttogeschossfläche: 1.117,64 m^2
- Nettogeschossfläche: 1.039,66 m^2
- Nutzfläche:
 - Verkaufsraum 799,42 m^2
 - Lager 163,33 m^2
 - WC-D samt Vorraum 3,43 m^2
 - WC-H samt Vorraum 3,43 m^2
 - Sozialraum 14,60 m^2
 - Laderampe 27,34 m^2
 - Archiv 10,96 m^2
 - Windfang Eingang 7,54 m^2
 - Windfang Ausgang 9,61 m^2
- Länge: 62,91 m
- Breite: 19,63 m
- Höhe des Bauwerks: 5,40 m, Höhe des Vordachs: 7,20 m
- Lichte Raumhöhe:
 - Verkaufsraum 3,30 m
 - Lager 4,60 - 5,00 m
 - Archiv 2,80 m
 - Sozialräume 2,60 m



Abbildung 3.2.: Lageplan der untersuchten Filiale Puchstraße



GRUNDRISS ERDGESCHOSS M=1:100

Abbildung 3.3.: Grundriss der untersuchten Filiale Puchstraße



Abbildung 3.5.: Umfeld der untersuchten Filiale Puchstraße



Abbildung 3.6.: Ansicht der untersuchten Filiale Puchstraße

3.2. Analyse der Energieverbrauchsdaten

3.2.1. Verwendete Daten

Der LIDL-Markt in der Puchstraße 199 wurde am 04.12.2008 eröffnet. Seither gibt es eine genaue Auflistung der Stromverbräuche mit einer Detailgliederung in drei Zähler sowie des Gasverbrauchs mit einem weiteren Zähler.

Die Zählerstände werden am Anfang, in der Mitte und am Ende eines jeden Monats erfasst. Zähler 1 erfasst den Stromverbrauch der Gaswärmepumpe. Dieser ist naturgemäß sehr gering, da die Wärmepumpe mit Gas betrieben wird und Strom nur für die Steuerelemente gebraucht wird. Mit durchschnittlichen $20,99 \text{ kWh/a}$ hat die Gaswärmepumpe einen Anteil von 0,01% am Gesamtstromverbrauch und ist damit vernachlässigbar.

Die Zähler 2 und 3 erfassen den Stromverbrauch der offenen Kühlmöbel inklusive der Kälteanlage (MOPRO¹). Diese haben mit durchschnittlich 74.146 kWh/a einen Anteil von 32% am Jahresenergieverbrauch der gesamten Filiale. Allein mit dem Energieverbrauch der Kühlmöbel könnte man fast 17 österreichische Haushalte² ein ganzes Jahr lang mit Energie versorgen.

Die gesamte Filiale hat seit Beginn der Aufzeichnung einen durchschnittlichen Jahresverbrauch von 232.623 kWh/a , was bei einer Verkaufsfläche von 800 m^2 einem Wert von $290 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ entspricht. Das gleicht dem durchschnittlichen Jahresverbrauch von $52,7$ österreichischen Haushalten² und liegt mit über $50 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ über dem branchenüblichen Wert von $238 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ ³.

Diese ermittelten Stromverbräuche können als gegeben angesehen werden, da sie aus dem tatsächlichen Zählerwert vom 04.12.2008 - 01.04.2010 der LIDL-Filiale ermittelt wurden.

Nach Abzug dieser Energieverbräuche bleiben noch 158.456 kWh/a , die in die anderen elektrischen Geräte des Marktes fließen. Der LIDL-Markt in der Puchstraße ist dabei im Verkaufsraum mit 20 Tiefkühltruhen, sechs Deckenkassettengeräten zur Wärmeverteilung der Raumheizung sowie Raumkühlung, drei Kassentischen im Ausgangsbereich sowie einem Brotbackofen ausgestattet. Im Lager befinden sich weiters eine Normalkühlzelle sowie eine Tiefkühlzelle und die Öffnung zur Befüllung des außenliegenden Schneckenverdichters zur Verdichtung des Altpapiers.

Weiters sind im Stromverbrauch noch die Beleuchtung, wobei zum einen in Werbebeleuchtung und zum anderen in Lichtquellen in der Filiale inklusive aller Außenbeleuchtungen unterschieden werden kann, sowie die sonstigen Verbraucher wie Ladegeräte für die Reinigungsmaschine, die Alarmanlage, der Windfangantrieb im Eingangsbereich sowie die Gebäudeleittechnikzentrale zu berücksichtigen. Als Werbeanlage ist im LIDL-Markt in der Puchstraße ein beleuchteter Werbewürfel über dem auskragenden Vordach sowie eine beleuchtete Standfahne installiert.

Für diese verbleibenden 158.456 kWh/a gibt es keine genauen Verbrauchswerte aus dem LIDL-Markt in der Puchstraße.

LIDL Austria GmbH hat jedoch in einer Filiale in Salzburg, die technisch praktisch identisch mit der Filiale in der Puchstraße ist, bereits ein System installiert, in dem zwölf

¹MOPRO steht für Molkereiprodukte und wird im Lebensmitteleinzelhandel auch als Synonym für die Kühlmöbel inklusive Kälteanlage verwendet, in denen die frischen Lebensmittel im Verkaufsraum ausgestellt werden.

²Nach Statistik Austria hat im Jahr 2008 ein durchschnittlicher österreichischer Haushalt 4.417 kWh Strom verbraucht. Quelle: URL: http://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_und_umwelt/energie/energieeinsatz_der_haushalte/index.html [12.06.2010]

³http://www.win.steiermark.at/cms/dokumente/11263981_52485923/ab918673/Energieeffizienz%20Lebensmittelhandel.pdf [22.09.2010]

Einzelzähler sowie ein Gesamtstromzähler den Stromverbrauch aller Geräte dokumentieren. Die Daten von zehn dieser Einzelzähler können für diese Arbeit verwendet werden, da sie den Stromverbrauch der gleichen Geräte wie in der Filiale in Graz dokumentieren. Die Salzburger Filiale hat zusätzliche Anlagen wie beispielsweise einen Lift in das erste Obergeschoss, die in Graz nicht vorkommen und daher hier auch nicht berücksichtigt werden. Die Daten der zehn relevanten Zähler wurden für diese Studie von LIDL Austria GmbH zur Verfügung gestellt, so dass aus den dort gewonnen Informationen der Verbrauch der Geräte in der Puchstraße abgeleitet werden kann.

Verlässliche Zählerdaten stehen hier für den Zeitraum vom 21.04.2010 - 18.07.2010 zur Verfügung. Die Daten wurden in Salzburg täglich erfasst, dann über den Zeitraum gemittelt und auf ein Jahr hochgerechnet.

In der Tabelle 3.1 sieht man die Gegenüberstellung der Stromzähler aus Salzburg und der Stromzähler aus Graz. Die Summen der Stromverbräuche unterscheiden sich um ca. 3.000 kWh/a, wobei die Daten der Kühlmöbel und Kälteanlage (MOPRO) als gegeben angesehen werden können, da sie von den realen Zählerständen der Puchstraße abgeleitet sind. Die gegebenen Daten der MOPRO aus der Puchstraße werden bei der weiteren Analyse der Energieverbrauchsdaten statt den Werten aus Salzburg verwendet. Die geringfügigen Abweichungen zwischen den Zählerständen der beiden Filialen lassen sich vor allem mit der noch recht kurzen Zeitreihe der Daten aus der Filiale in Salzburg erklären.

Tabelle 3.1.: Vergleich der Energieverbraucher mit den Zählern in der Puchstraße und den Zählern in der Filiale in Salzburg

Stromverbrauch der einzelnen Geräte in kWh/a				
	Zähler Puchstraße Jahresmittel	%	Zähler Salzburg 21.04.-18.07.2010	%
Tiefkühltruhen			34.204	15 %
Kälteanlage Kühlmöbel (MOPRO)	74.146	32 %	65.808	29 %
Normalkühlzelle			6.756	3 %
Tiefkühlzelle			9.404	4 %
Deckenkassettengeräte			1.924	1 %
Beleuchtung			49.245	21 %
Werbebeleuchtung			56	0,02 %
Schneckenverdichter			858	0,37 %
Kassentische			1.745	1 %
Brotbackofen			12.298	5 %
Sonstiges			47.507	21 %
Summe	232.603	100 %	229.804	100 %

Aus den realen Zählerständen der Grazer Filiale sowie den Ergebnissen aus der Filiale in Salzburg lassen sich nun die Energiedaten ableiten, die für die weitere Analyse in dieser

Studie verwendet werden können. Dargestellt sind diese Daten in der Tabelle 3.2. Sie setzt sich zum einen aus dem realen Verbrauch des analysierten LIDL-Marktes in der Puchstraße und zum anderen aus dem realen Verbrauch des Marktes in Salzburg, der in den betrachteten Geräten technisch identisch ausgestattet ist, zusammen.

Tabelle 3.2.: Verwendete Daten zur Analyse der Energieverbräuche des LIDL-Marktes

Stromverbrauch der einzelnen Geräte in kWh/a				
	Zähler Puchstraße Jahresmittel	%	Basisdaten	%
Tiefkühltruhen			34.204	14 %
Kälteanlage Kühlmöbel (MOPRO)	74.146	32 %	74.146	31 %
Normalkühlzelle			6.756	3 %
Tiefkühlzelle			9.404	4 %
Deckenkassettengeräte			1.924	1 %
Beleuchtung			49.245	21 %
Werbebeleuchtung			56	0,02 %
Schneckenverdichter			858	0,36 %
Kassentische			1.745	1 %
Brotbackofen			12.298	5 %
Sonstiges			47.507	20 %
Summe	232.603	100 %	238.141	100 %

3.2.2. Energieverbrauch

Nachdem im vorherigen Kapitel die zu analysierenden Energiedaten festgelegt wurden, wird nun in diesem Kapitel genauer auf den Verbrauch der einzelnen Geräte eingegangen.

Stromverbrauch

Die Abbildungen 3.7 und 3.8 zeigen den Anteil der einzelnen Geräte am Stromverbrauch. Hier wird der große Anteil der Kühlmöbel (MOPRO) von 31% oder 74.146 kWh/a deutlich.

Den nächst größeren Anteil hat die Beleuchtung mit 21% und 49.245 kWh/a. Die Tiefkühltruhen im Verkaufsraum haben mit 14% und 34.204 kWh/a den drittgrößten Anteil bei den einzeln dokumentierten Geräten. Die restlichen Geräte wie Normalkühlzelle und Tiefkühlzelle, Deckenkassettengeräte, Werbebeleuchtung, Kassentische und Schneckenverdichter haben nur noch jeweils einen Anteil von 0,02-5% am gesamten Stromverbrauch und fallen damit kaum ins Gewicht.

Sehr deutlich kann man in diesen Abbildungen den großen Energieverlust durch die Verwendung offener Kühlmöbel erkennen. So braucht die geschlossen betriebene Normalkühlzelle im Lager nur 6.756 kWh/a und damit 3% des Gesamtenergieaufwands. Dies

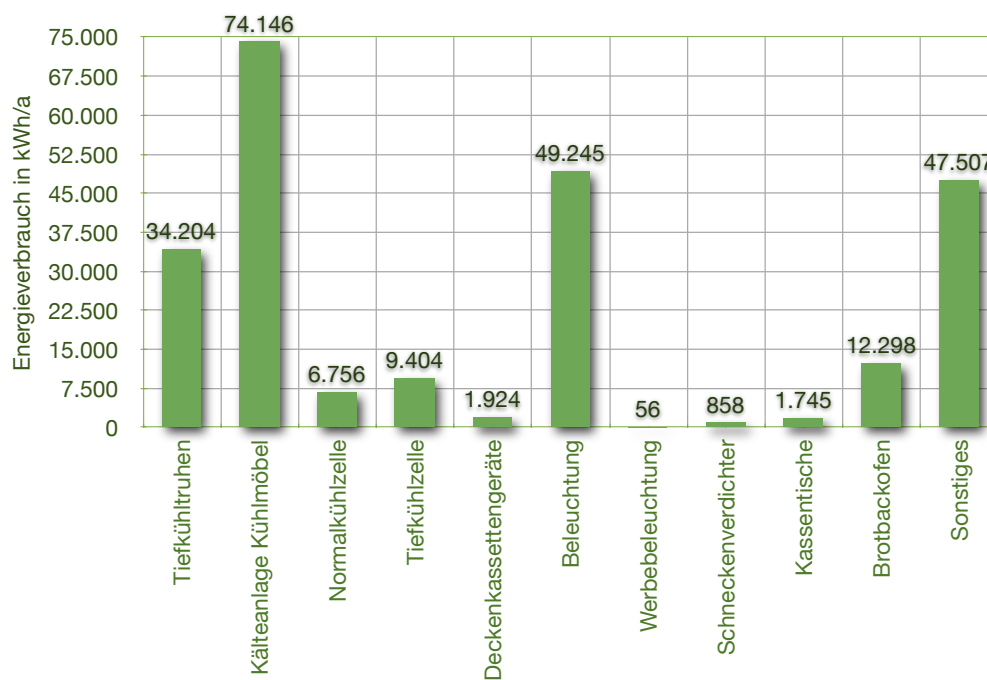


Abbildung 3.7.: Stromverbrauch der einzelnen Geräte in kWh/a

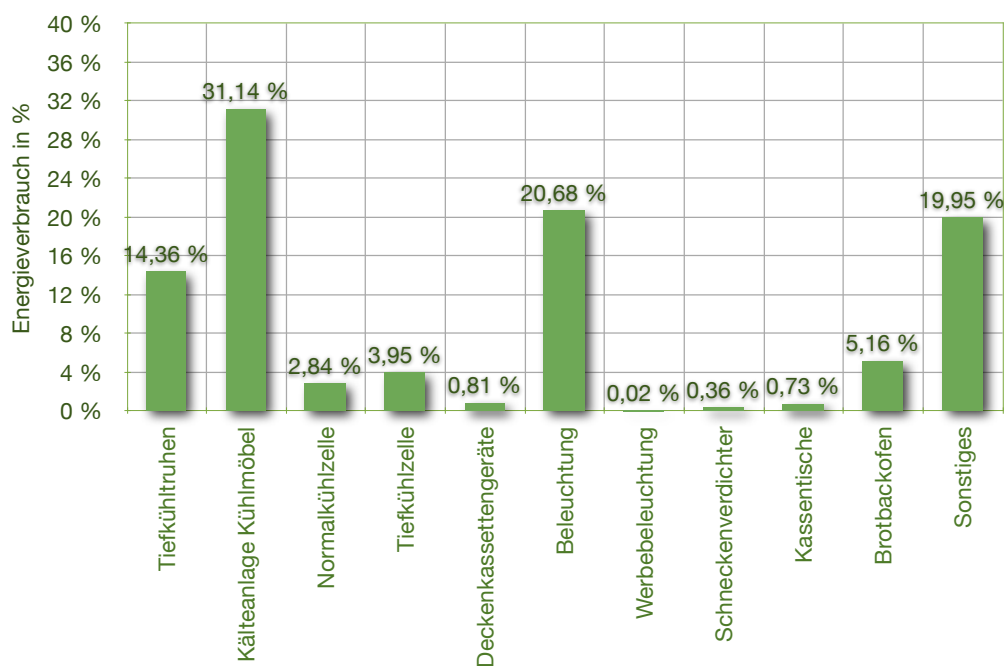


Abbildung 3.8.: Stromverbrauch der einzelnen Geräte in Prozent

macht sie zu einem der Elektrogeräte mit dem niedrigsten Bedarf im Markt, während die offenen Kühlmöbel im Verkaufsraum mit 31% des Gesamtstromverbrauchs den größten Anteil haben.

Die Gründe hierfür sind offensichtlich. Die Normalkühlzelle im Lager ist ein geschlossener Raum, der nur bei Bedarf vom Personal des LIDL-Marktes geöffnet und auch gleich wieder geschlossen wird. Die Kühlmöbel im Verkaufsraum sind, um dem Kundenanspruch nach einem leichten Zugang zur Ware zu genügen, offen gestaltet. Dadurch kann die kalte Luft leicht entweichen und es muss ständig nachgekühlt werden. In den offenen Kühlmöbeln, sowie der dazugehörigen Kälteanlage, liegt somit auch das größte Einsparpotential, wie später in Kapitel 4.2.1 genauer erläutert.

Nicht ganz so deutlich aber doch noch gut erkennbar, ist auch der Unterschied bei den Tiefkühlgeräten. Die Tiefkühlzelle im Lager verbraucht gerade einmal 4% des Jahresstroms, während die Tiefkühltruhen im Verkaufsraum 14% verbrauchen. Der hohe Anteil der Tiefkühltruhen hängt sehr stark vom Kundenverhalten ab. So werden die Truhen über den ganzen Tag verteilt ständig von Kunden geöffnet, oft auch ohne gleich wieder geschlossen zu werden.

Nach dieser Analyse der Energieverbrauchsdaten konnten die Tiefkühltruhen, die Kälteanlage und Kühlmöbel (MOPRO) sowie die Beleuchtung als die großen Stromverbraucher im Markt identifiziert werden.

Einen Vergleich dieser Werte mit branchenüblichen Kenngrößen sieht man in Abbildung 3.9.

Die Kühlung, bestehend aus den Tiefkühltruhen, der MOPRO, der Normalkühlzelle sowie der Tiefkühlzelle, hat einen Anteil von 52% am Stromverbrauch. Dies liegt im Verhältnis unter dem Durchschnitt. Hierbei ist allerdings der bereits erwähnte überdurchschnittliche Gesamtstromverbrauch zu beachten.

Auffällig ist der hohe Anteil der sonstigen Geräte mit 27%. Hier hat einen wesentlichen Anteil der Brotbackofen, der nicht zur Standardausstattung anderer Lebensmittelketten gehört, sowie die sonstigen Verbraucher mit 20%.

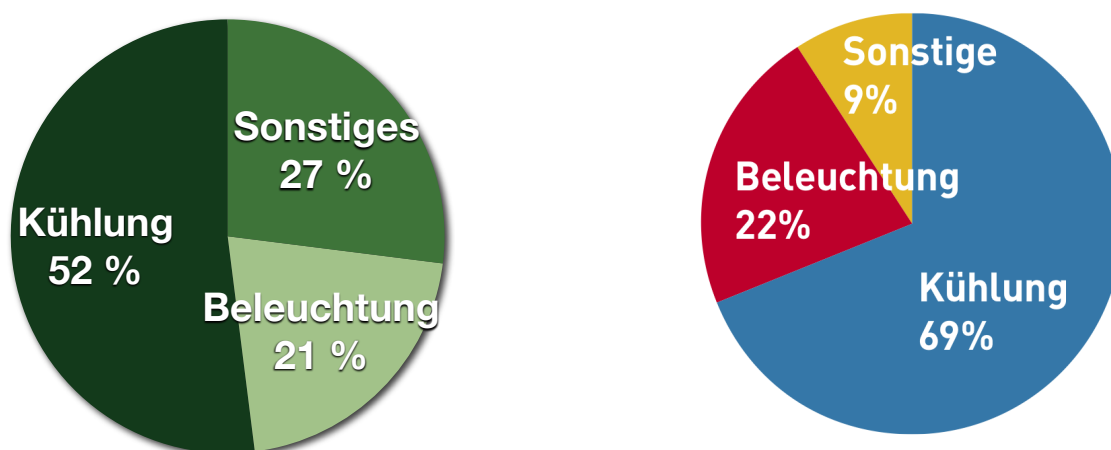


Abbildung 3.9.: Anteil am Stromverbrauch,

links: Verteilung des untersuchten LIDL-Marktes,

rechts: branchenübliche Kenngrößen,

Quelle: http://www.win.steiermark.at/cms/dokumente/11263981_52485923/ab918673/Energieeffizienz%20Lebensmittelhandel.pdf [22.09.2010]

Gasverbrauch

Beheizt und gekühlt wird die Filiale von einer ganzjährig gasbetriebenen Luft-Luft-Gaswärmepumpenaußeneinheit. Diese ist mit den Innengeräten in einem geschlossenen Kreislauf mittels einer Kältemittelleitung verbunden. Als Kältemittel wird R410A eingesetzt, das zu je 50% aus Pentafluorethan und Difluormethan besteht.[12] Dieses Trägermedium wird in einem direkten System geführt. Das heißt, dass das Kältemittel in direktem Kontakt mit der zu kühlenden bzw. zu heizenden Luft steht und beispielsweise nicht in einem Zwischenspeicher erst Wasser kühlt, welches dann verwendet wird um den Raum zu konditionieren.

Der Stromverbrauch dieser Wärmepumpe ist, wie oben bereits beschrieben, verschwindend gering, da sie mit Erdgas und nicht mit Strom betrieben wird.

Der durchschnittliche Gasverbrauch liegt bei 13.154 m^3 pro Jahr, was bei einer Heizleistung von $10,69 \text{ kWh}$ pro m^3 Gas⁴ einem Wert von 140.616 kWh entspricht. Wie in Abbildung 3.10 sowie 3.11 gut erkennbar, hat die Wärmepumpe damit einen Anteil von 37% am Gesamtenergieverbrauch. Dies stimmt exakt mit der branchenüblichen Energieverteilung von 37% Wärme und 63% Strom überein. Jedoch liegt der Markt mit einem Gesamtenergieverbrauch von $466,5 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ um mehr als $90 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ über dem durchschnittlichen Wert von $370 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.⁵

Damit wird die umgerechnete Heiz- und Kühlleistung mit einem fast doppelt so hohen Verbrauch wie die Kühlmöbel zum größten Energieverbraucher im Markt. Dies macht die Beheizung des Gebäudes im Winter und die Kühlung im Sommer, gemessen am Energieverbrauch, zu einem Punkt mit dem größten Einsparpotential.

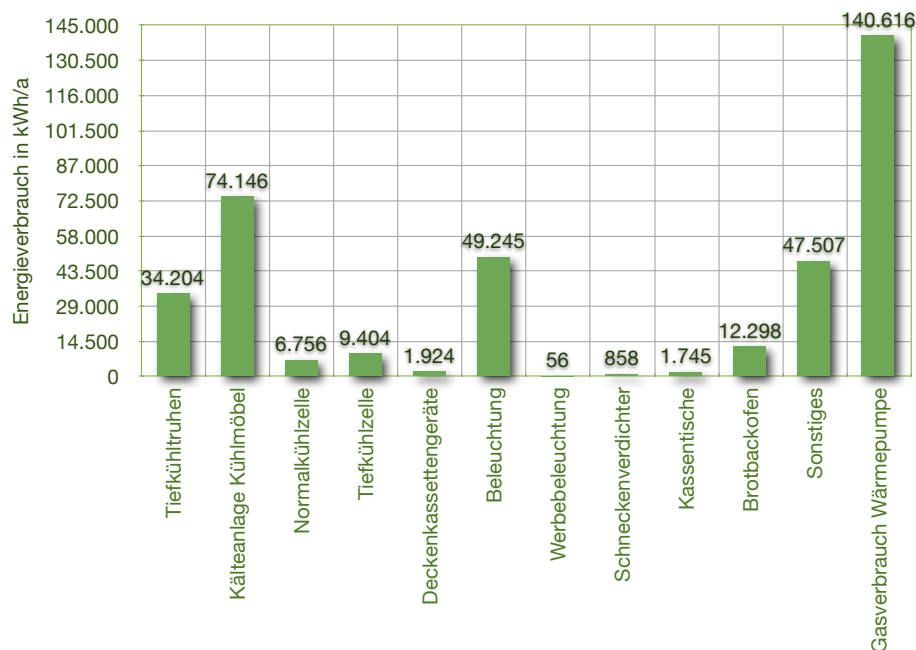


Abbildung 3.10.: Energieverbrauch der einzelnen Geräte inklusive äquivalentem Gasverbrauch in kWh/a

⁴Daten von LIDL Austria GmbH

⁵http://www.win.steiermark.at/cms/dokumente/11263981_52485923/ab918673/Energieeffizienz%20Lebensmittelhandel.pdf [22.09.2010]

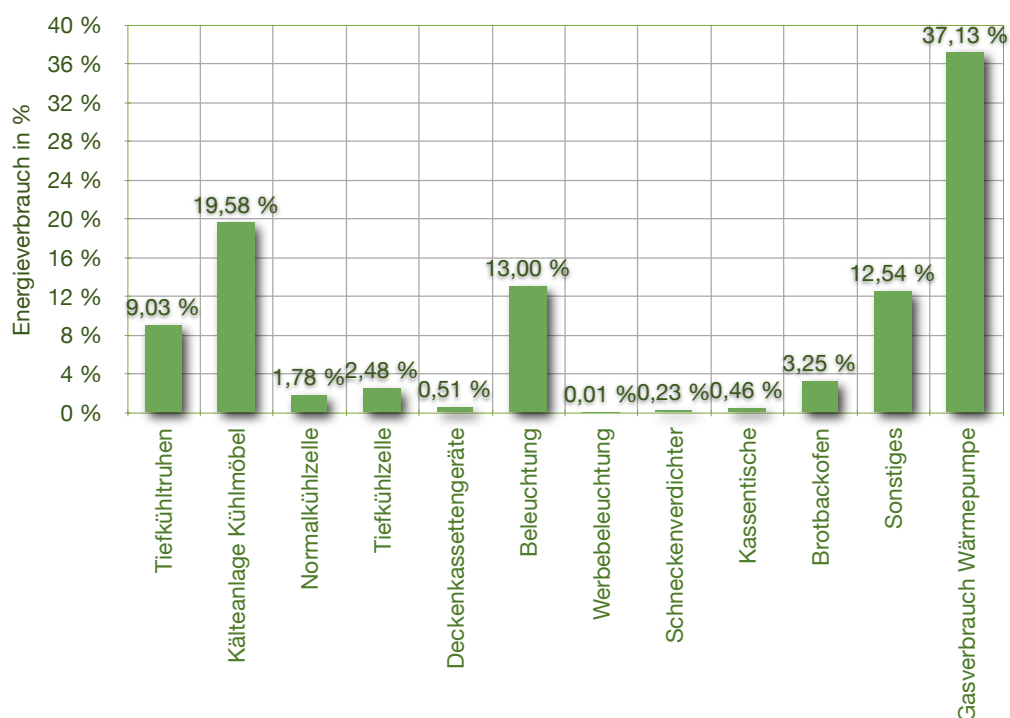


Abbildung 3.11.: Energieverbrauch der einzelnen Geräte inklusive äquivalentem Gasverbrauch in Prozent

3.3. Heizwärmebedarf

Nachdem, wie in Kapitel 3.2.2 beschrieben, der Energieverbrauch für Heizung und Kühlung den größten Anteil im Gebäude hat, wird im nächsten Schritt der Heizwärmebedarf des Lebensmittelmarktes ermittelt.

Der Heizwärmebedarf (HWB) ist laut ÖNORM B 8110-1 die „Wärmemenge, die den konditionierten Räumen zugeführt werden muss, um deren vorgegebene Solltemperatur einzuhalten“ [15, S. 6]. Dieser Wert beschreibt die errechnete Energiemenge in kWh/m^2a , die im Jahr benötigt wird, um die gewünschte Raumtemperatur zu halten. Es ist also die Menge der Wärme die, zum Beispiel durch Heizkörper, im Gebäude abgegeben wird.

Der Heizwärmebedarf wird nach ÖNORM B 8110 errechnet und stellt eine gebäudespezifische Größe dar, die vom Nutzer unabhängig ist. Wichtige Parameter zur Ermittlung des Heizwärmebedarfs sind die U-Werte der umschließenden Bauteile, die charakteristische Länge des Gebäudes (mehr dazu siehe unten), der Standort und die bauliche Nutzungsart. Weiters fließen auch die Fensterflächen mit Größe, Orientierung, Verschattung und Gesamtenergiedurchlassgrad⁶ mit ein.

Der Heizwärmebedarf ist ein wichtiger Grenzwert für die Baugenehmigung und in strenger Form auch bei der Zertifizierung eines Gebäudes zum Beispiel nach klima:aktiv Standards. Der in der ÖNORM definierte maximale zulässige jährliche Heizwärmebedarf für

⁶Gesamtenergiedurchlassgrad (g-Wert) gibt die Durchlässigkeit transparenter Bauteile an. Er berücksichtigt sowohl direkte Transmission durch solare Strahlung, als auch Wärmeabgabe nach Innen durch Strahlung und Konvektion.

Nicht-Wohngebäude in Abhängigkeit der charakteristischen Länge ist in Tabelle 3.3 dargestellt.

Tabelle 3.3.: Höchstzulässige $HWB_{V,NWG,Ref}^*$ -Werte für Nicht-Wohngebäude – Neubau, Quelle: nach [14, S.3]

ab Inkrafttreten bis 31.12.2009	$HWB_{V,NWG,Ref}^*=9,0 * (1+2,0/l_c)$ [kWh/m ³ a]	Höchstens jedoch 27,00 [kWh/m ³ a]
ab 01.01.2010	$HWB_{V,NWG,Ref}^*=6,5 * (1+2,5/l_c)$ [kWh/m ³ a]	Höchstens jedoch 22,75 [kWh/m ³ a]

An dieser Stelle ein kleiner Exkurs zu den wichtigsten Kenngrößen der Gebäudegeometrie:

$HWB_{V,NWG,Ref}^*$ bezeichnet den jährlichen Heizwärmebedarf. Für ein besseres Verständnis werden die Indizes dieses Wertes hier genauer erklärt:

* Der Stern steht dafür, dass der Heizwärmebedarf für Nicht-Wohngebäude mit den Bedingungen für Wohngebäude berechnet wird. Diese Bedingungen beinhalten zum Beispiel die beiden Kenngrößen innere Wärmelasten sowie Luftwechselrate.[15]

V steht für den Volumensbezug des Wertes, da der Heizwärmebedarf im Allgemeinen auf die Bruttogeschosfläche bezogen wird. Dadurch wird berücksichtigt, dass Gebäude mit großen Raumhöhen automatisch auch einen höheren Heizwärmebedarf durch das große zu beheizende Volumen haben.

NWG steht für Nicht-Wohngebäude.

Ref steht für Referenzklima. Der Heizwärmebedarf wird für eine bessere Vergleichbarkeit mit Bezug auf ein standardisiertes Referenzklima berechnet. Die Klimawerte bezogen auf die Temperatur und Strahlung stehen in der ÖNORM B 8110 - 5.

Die **charakteristische Länge** l_c ist nach ÖNORM B 8110-1 ein „Maß für die Kompaktheit eines Gebäudes/Gebäudeteiles, dargestellt in Form des Verhältnisses des konditionierten Brutto-Volumens V zur umschließenden Oberfläche A des beheizten Brutto-Volumens“[15, S. 5]. Sie berechnet sich über das Verhältnis von beheiztem Bruttovolumen zur Fläche der thermischen Gebäudehülle:

$$l_c = \frac{V}{A} = \frac{\text{eingeschlossenes Gebäudevolumen}}{\text{wärmeübertragende Umfassungsfläche}} \quad \left[\text{m} \right]$$

Die charakteristische Länge entspricht dem Kehrwert der **Kompaktheit** A/V eines Gebäudes, die das Verhältnis von Oberfläche der Gebäudehülle zu umbauten Volumen in $1/m$ beschreibt.

Der maximal zulässige Heizwärmebedarf wird in der ÖNORM B 8110 in Abhängigkeit der charakteristischen Länge ermittelt. Entsprechend der Gleichung in Tabelle 3.3 ist somit für ein Gebäude mit einem niedrigeren l_c -Wert und

damit einer ungünstigeren, das heißt geringeren Kompaktheit, die gesetzliche Anforderung an den Heizwärmebedarf höher als bei einem Gebäude mit einem höheren l_c -Wert und damit einer höheren Kompaktheit.

Der Wert der Kompaktheit, ausgedrückt durch das Verhältnis von A/V , sollte möglichst klein sein, um thermische Verluste durch die Bauteiloberfläche zu minimieren. Je kleiner der A/V -Wert ist, desto kompakter ist ein Gebäude. Eine Kugel hätte dabei das beste Verhältnis von Oberfläche zu Volumen. Reale Bauten haben die größte Kompaktheit bei einer würfelförmigen Ausführung. Ein hoher A/V -Wert führt zu einem höheren Energieverbrauch bei gleicher Dämmstoffdicke und Gebäudefläche als ein niedriger A/V -Wert. Gleichzeitig steigen auch die Baukosten, da mehr Hüllfläche für die gleiche umbaute Nutzfläche nötig wird. Bei Einfamilienhäusern gilt ein A/V -Verhältnis von 0,8 als oberer Grenzwert.⁷ Der hier analysierte Lebensmittelmarkt hat eine Kompaktheit von 0,53/m. Das entspricht einem mittleren Ergebnis.

Die Abbildung 3.12 zeigt die Mindestanforderungen an den spezifischen Heizwärmebedarf in Abhängigkeit von der Kompaktheit nach OIB-Richtlinie 6 sowie „klima:aktiv haus“. Für den LIDL-Markt in der Puchstraße ergibt sich aus dem umbauten Volumen von 5.902 m³ und der wärmeübertragenden Umfassungsfläche von 3.107 m² folgender l_c -Wert:

$$l_c = \frac{V}{A} = \frac{5.902 \text{ m}^3}{3.107 \text{ m}^2} = 1,9 \text{ m}$$

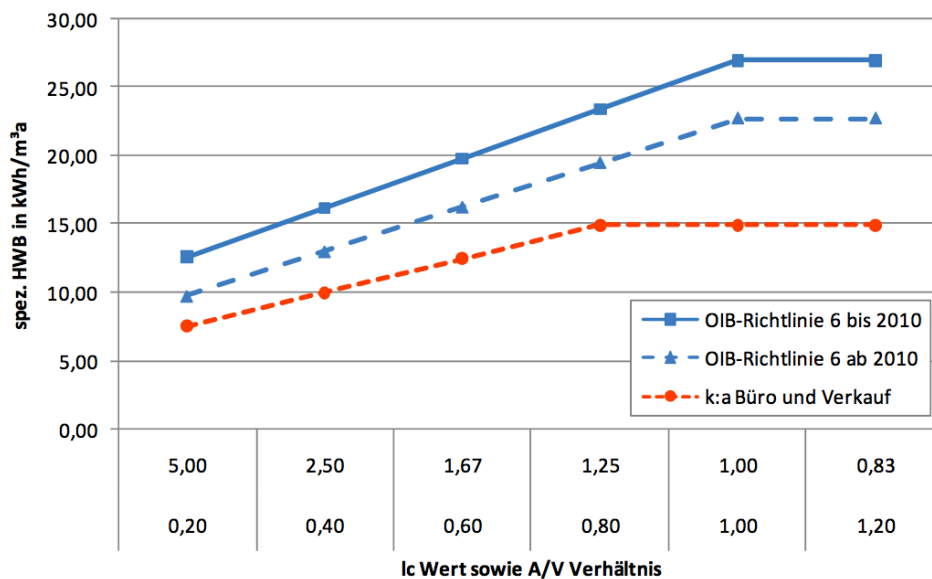


Abbildung 3.12.: Anforderungen an den spezifischen Heizwärmebedarf (HWB*) in Abhängigkeit von l_c (oben) bzw. A/V (unten), Quelle: [10, S.25]

Um nun den maximal zulässigen Heizwärmebedarf zu ermitteln, setzt man in die Gleichung aus Tabelle 3.3 den Wert der charakteristischen Länge $l_c=1,9 \text{ m}$ ein und daraus ergibt sich ein maximal zulässiger $HWB_{V,NWG,Ref}^*$ nach ÖNORM B 8110 - 1 von:

⁷URL: <http://www.energiesparhaus.at/fachbegriffe/azuv.htm> [28.06.2010]

$$HWB_{V,NWG,Ref}^* = 15 \quad [kWh/m^3a]$$

für den LIDL-Markt in der Puchstraße.

Zur Erfüllung der „klima:aktiv haus“ Kriterien für Dienstleistungs- und Verkaufsgebäude wird der spezifische Heizwärmebedarf, wie in Tabelle 3.4, dargestellt ermittelt.

Tabelle 3.4.: Maximal zulässiger spezifischer Heizwärmebedarf nach „klima:aktiv haus“,
Quelle: nach [10, S.24]

spez.HWB*=HWB*-Linie * (1+2,5/l _c) [kWh/m ³ a]	Höchstens jedoch 15,0 [kWh/m ³ a]
---	---

Die HWB^* -Linie berechnet sich dabei wie folgt:

$$HWB^*\text{-Linie} = \frac{\text{Spez.}HWB^*}{(1 + \frac{2,5}{l_c})} \quad [10, S.24]$$

Die Grenzwerte für die HWB^* -Linie nach klima:aktiv liegen für die Mindestanforderung auf Basis der Tabelle 3.3 bei:

$$\text{spez.}HWB^* = 5,0 \text{ kWh}/m^3a * (1 + 2,5/l_c) \quad [kWh/m^3a]$$

Da das betrachtete Gebäude einen l_c -Wert von 1,9 m hat, kommt man zu einem maximal zulässigen Heizwärmebedarf von:

$$\text{spez.}HWB^* = 12 \quad [kWh/m^3a]$$

Will man eine Zertifizierung nach „klima:aktiv passivhaus“ Standards, so darf der maximal zulässige Heizwärmebedarf $15 \text{ kWh}/m^2a$ nicht überschreiten. Dieser Wert wird nun nicht mehr wie die vorherigen auf das umbaute Volumen bezogen, sondern einzig auf die Bruttogeschossfläche. Die Gebäudegeometrie wird damit unbedeutend. Durch die Vernachlässigung der Gebäudehöhe wird die Bezugsfläche für die zum Heizen verwendete Energie wesentlich geringer, wodurch dieser Wert um ein Vielfaches schwieriger zu erreichen ist, als die oben beschriebenen Kenngrößen. Für die Zertifizierung nach „klima:aktiv passivhaus“ ist zudem die Berechnung des Heizwärmebedarfs mittels des Passivhaus-Projektierungspaketes 2007 des Passivhaus Instituts Darmstadt notwendig.

Zusammenfassend werden die hier ermittelten Grenzwerte für den maximal zulässigen Heizwärmebedarf nach OIB Richtlinie 6 und nach klima:aktiv Kriterien in der Tabelle 3.5 dargestellt.

3.4. Heizwärmebedarfsberechnung des Ist-Zustandes

Der Heizwärmebedarf für den Markt in der Puchstraße wurde zum einen mit dem Passivhaus-Projektierungspaket 2007 des Passivhaus Instituts Darmstadt und zum anderen mit dem Excel-Tool zur Energieausweisberechnung für Nicht-Wohngebäude des Österreichischen Instituts für Bautechnik (OIB) berechnet.

Tabelle 3.5.: Maximal zulässiger Heizwärmebedarf

Grenzwerte für den Lidl-Markt Puchstraße				
		OIB Richtlinie 6	klima:aktiv haus	klima:aktiv passivhaus
HWB*	[kWh/m ³ a]	15	12	-
HWB	[kWh/m ² a]	-	-	15

Das Excel-Tool des OIB ist Standard bei der Energieausweiserstellung in Österreich. Es ermittelt den spezifischen Heizwärmebedarf gemäß ÖNORM H 5055 und B 8110 sowie der Richtlinie 2002/91/EG.

Das Passivhaus-Projektierungspaket (PhPP) wurde vom Passivhaus Institut in Darmstadt entwickelt und ist ein Excel-Tool zur Berechnung von Passivhäusern gemäß den „Anforderungen an qualitätsgeprüfte Passivhäuser“⁸. Die Berechnung mit diesem Tool ist eine Anforderung für die Zertifizierung nach „klima:aktiv passivhaus“ Standards für Dienstleistungs- und Verkaufsgebäude.

Die Abbildung 3.13 zeigt den Energieausweis des LIDL-Marktes erstellt mit dem Excel-Tool des OIB. Nach dieser Berechnung hat das Gebäude einen spezifischen Heizwärmebedarf von $73 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Es befindet sich damit in der Energieeffizienzklasse C. Dies ist die 5. Klasse von 9 und steht für einen hohen Heizwärmebedarf eines Gebäudes. Im Energieausweis gibt es neun Klassen für die graphische Darstellung der Energieeffizienz. Die Klassengrenzen haben nach der OIB Richtlinie 6 folgende Werte:

- Klasse A++: $HWB_{BGF,Ref}^* \leq 10 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- Klasse A+: $HWB_{BGF,Ref}^* \leq 15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- Klasse A: $HWB_{BGF,Ref}^* \leq 25 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- Klasse B: $HWB_{BGF,Ref}^* \leq 50 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- Klasse C: $HWB_{BGF,Ref}^* \leq 100 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- Klasse D: $HWB_{BGF,Ref}^* \leq 150 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- Klasse E: $HWB_{BGF,Ref}^* \leq 200 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- Klasse F: $HWB_{BGF,Ref}^* \leq 250 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- Klasse G: $HWB_{BGF,Ref}^* > 250 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Mit den $73 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ liegt der hier betrachtete Markt also mittig in der Kategorie C.

Dieser Wert bezieht sich auf die Bruttogeschossfläche des Marktes. Will man ihn mit den Anforderungswerten aus der ÖNORM und damit aus der Bauordnung sowie von klima:aktiv vergleichen, so muss man ihn auf das Bruttovolumen beziehen. Bei einem

⁸Vgl. FEIST, Wolfgang/PFLUGER, Rainer/KAUFMANN, Berthold/SCHNIEDERS, Jürgen/KAH, Oliver (2007): Passivhaus-Projektierungspaket 2007, Anforderungen an qualitätsgeprüfte Passivhäuser, Darmstadt, 2007

beheizten Bruttovolumen von 5.902 m^3 ergibt sich somit folgender spezifischer Heizwärmebedarf:

$$\begin{aligned} \text{spez.HWB}^* &= \frac{\text{spez.HWB} * \text{Bruttogrundfläche}}{\text{beheiztes Bruttovolumen}} \\ &= \frac{73 \text{ kWh/m}^2\text{a} * 1.117,8 \text{ m}^2}{5.902 \text{ m}^3} = 14 \text{ kWh/m}^3\text{a} \end{aligned}$$

In der Berechnung mit dem Passivhaus-Projektierungspaket des Passivhaus Instituts Darmstadt ergibt sich eine leichte Abweichung im Heizwärmebedarf von rund $7 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ zur Berechnung nach OIB. Die Berechnung nach PhPP ist wesentlich detaillierter aufgebaut. Nicht nur im Bereich der Haustechnik und der internen Wärmegewinne werden viel mehr Daten verlangt und Berechnungen durchgeführt als im Excel-Tool nach OIB. Das OIB verwendet hier die in der ÖNORM B 8110-5 in den Nutzungsprofilen vorgegebenen Werte, während das PhPP die Eingabe der projektspezifischen Daten verlangt. Daher erklärt sich auch das geringfügig abweichende Ergebnis. So kann man allein durch die Änderung des mittleren Luftwechsels im PhPP große Schwankungen des Heizwärmebedarfs hervorrufen (Näheres dazu siehe Kapitel 4.2.3).

Bei der Berechnung mittels PhPP ergibt sich ein Heizwärmebedarf von $80 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, wie man in Abbildung 3.14 sehen kann. Dieser wird nun ebenfalls auf das Bruttovolumen umgerechnet, um ihn mit den Anforderungen aus der ÖNORM sowie dem klima:aktiv Kriterienkatalog vergleichen zu können. Daraus ergibt sich ein spezifischer Heizwärmebedarf von:

$$\text{spez.HWB}^* = 15 \text{ kWh/m}^3\text{a}$$

Die Ergebnisse der ermittelten Kennwerte sind in Tabelle 3.6 zusammengestellt.

Der spezifische Heizwärmebedarf HWB^* erfüllt im Ist-Zustand nur die Kriterien der OIB Richtlinie 6.

Weder den Anforderungen an den spezifischen Heizwärmebedarf nach klima:aktiv, noch denen für ein „klima:aktiv passivhaus“ kann das Gebäude im Ist-Zustand entsprechen.

Tabelle 3.6.: Anforderungen an den Heizwärmebedarf

Anforderungen an den Heizwärmebedarf						
		Kennwerte errechnet nach OIB RL 6	Kennwerte errechnet nach PhPP 2007	OIB Richtlinie 6	klima:aktiv haus	klima:aktiv passivhaus
HWB*	[kWh/m ³ a]	14	15	15 ✓	12 ✗	-
HWB	[kWh/m ² a]	73	80	-	-	15 ✗

Sehr deutlich wird bei dieser Betrachtung der qualitative Unterschied zwischen dem spezifischen HWB^* -Wert, der auf das Raumvolumen bezogen ist und dem HWB -Wert, der auf die Grundfläche bezogen ist.

Der Grund für diese Unterschiede liegt in dem großen Bruttovolumen des Marktes. Beide Größen werden laut Norm mit den äußeren Bauteilabmessungen berechnet. Durch die durchschnittliche Gebäudehöhe von 5,28 m (ohne Attika) wird der recht hohe Heizwärmebedarf durch ein sehr großes Brutto-Volumen geteilt und damit zu einem recht moderaten *HWB**-Wert, der die gesetzlichen Mindestanforderungen erfüllt. Der reale Energieverbrauch des Marktes bleibt jedoch gleich.

Die detaillierten Berechnungen des Energieausweises nach OIB sowie mittels PhPP finden sich im Anhang A und B.

GZ 0	TU Graz Institut für Hochbau und Bauphysik Katharina Bliefert	EA Seite 1/23
---------	--	------------------

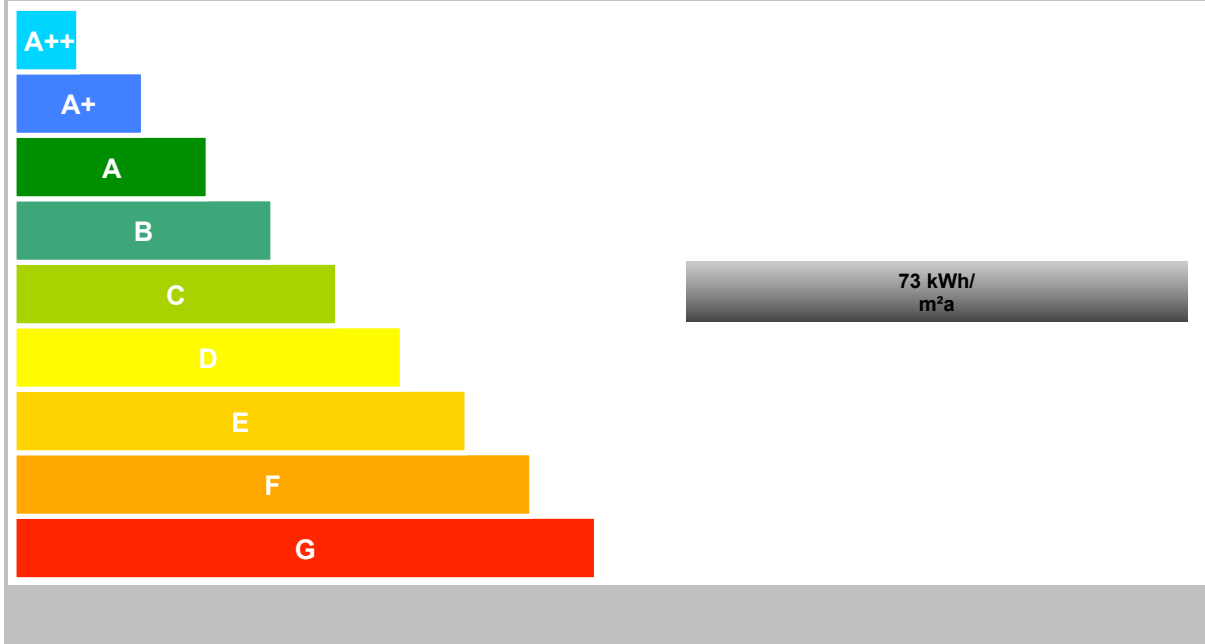
Energieausweis für Nicht-Wohngebäude

gemäß ÖNORM H 5055 und Richtlinie 2002/91/EG

EXCI
Schulu
Too

GEBÄUDE	Lidl Markt Puchstraße		
Gebäudeart:	<input type="text"/>	Erbaut:	Dez 08
Gebäudezone:	<input type="text"/>	Katastralgemeinde:	Rudersdorf
Straße:	Puchstraße 199	KG-Nummer:	63118
PLZ/Ort:	8055 Graz	Einlagezahl:	<input type="text"/>
EigentümerIn:	Lidl Austria GmbH	Grundstücksnummer:	367/3

SPEZIFISCHER HEIZWÄRMEBEDARF bei 3400 HEIZGRADTAGEN (REFERENZKLIMA)



ERSTELLT			
ErstellerIn:	<input type="text"/>	Organisation:	<input type="text"/>
ErstellerIn-Nr.:	---	Datum:	18.08.10
GWR-Zahl:	---	Gültigkeit:	keine
Geschäftszahl:	<input type="text"/>	Unterschrift:	<input type="text"/>

Dieser Energieausweis entspricht den Vorgaben der Richtlinie 6 "Energieeinsparung und Wärmeschutz" des Österreichischen Instituts für Bautechnik in Umsetzung der Richtlinie 2002/91/EG über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und des Energieausweis-Vorlage-Gesetzes (EAVG).

Abbildung 3.13.: Heizwärmebedarfsberechnung mit dem Berechnungstool des OIB

Passivhaus-Projektierung

ENERGIEKENNWERT HEIZWÄRME

Klima: St - Graz		Innentemperatur: 20,0 °C	
Objekt: Lidl-Markt		Gebäudetyp/Nutzung: Lebensmittelmarkt	
Standort: Graz		Energiebezugsfläche A _{EB} : 1039,7 m ²	

Bauteile	Temperaturzone	Fläche m ²	U-Wert W/(m ² K)	Temp.-faktor f _t	G _t kWh/a	kWh/a	pro m ² Energiebezugsfläche
1. Außenwand Außenluft	A	745,3	0,356	1,00	85,1	22588	
2. Außenwand Erdreich	B			0,33			
3. Dach/Decken Außenluft	A	1117,9	0,160	1,00	85,1	15255	
4. Bodenplatte/Kellerdecke	B	1117,9	0,460	0,33	85,1	14450	
5.	A			1,00			
6.	A			1,00			
7.	X			0,75			
8. Fenster	A	110,7	1,682	1,00	85,1	15861	
9. Außentür	A	15,6	1,607	1,00	85,1	2132	
10. Wbrücken außen (Länge/m)	A	175,8	0,089	1,00	85,1	1327	
11. Wbrücken Perimeter (Länge/m)	P			0,33			
12. Wbrücken Boden (Länge/m)	B	165,1	0,170	0,33	85,1	789	
Summe aller Hüllflächen		3107,3					

Transmissionswärmeverluste Q_T

Summe: **72402** kWh/a **69,6** kWh/(m²a)

Lüftungsanlage:

effektiver Wärmebereitstellungsgrad der Wärmerückgewinnung: **0%**

Wärmebereitstellungsgrad des Erdreichwärmeübertr.: **0%**

energetisch wirksamer Luftwechsel n_L: **0,407** (1 - 0,00) + 0,046 = **0,453** 1/h

lichte Raumhöhe: **3,30** m

wirksames Luftvolumen V_L: **3431** m³

A_{EB}: **1039,7** m²

Summe: **3430,9** m³

Lüftungswärmeverluste Q_L

V_L m³: **3431** * n_L 1/h: **0,453** * C_{Luft} Wh/(m³K): **0,33** * G_t kWh/a: **85,1** = **43673** kWh/a **42,0** kWh/(m²a)

Summe Wärmeverluste Q_V

(72402 + 43673) * Reduktionsfaktor Nacht-/Wochenendaussenkung: **1,0** = **116075** kWh/a **111,6** kWh/(m²a)

Wärmeangebot Solarstrahlung Q_S

Abminderungsfaktor vgl. Blatt Fenster: **0,60** * g-Wert (senkr. Einstr.): **0,63** * Fläche m²: **4,80** * Globalstr. Heizzeit kWh/(m²a): **105** = **191** kWh/a

1. Nord: **0,63** * **0,63** * **17,36** * **258** = **1771** kWh/a

2. Ost: **0,53** * **0,63** * **41,21** * **527** = **7196** kWh/a

3. Süd: **0,58** * **0,63** * **47,37** * **270** = **4713** kWh/a

4. West: **0,00** * **0,00** * **0,00** * **394** = **0** kWh/a

5. Horizontal

Summe: **13871** kWh/a **13,3** kWh/(m²a)

Interne Wärmequellen Q_I

kn/d: **0,024** * Länge Heizzeit d/a: **205** * spezif. Leistung q_i W/m²: **3,75** * A_{EB} m²: **1039,7** = **19136** kWh/a **18,4** kWh/(m²a)

Freie Wärme Q_F: **33007** kWh/a **31,7** kWh/(m²a)

Verhältnis Freie Wärme zu Verlusten: **0,28**

Nutzungsgrad Wärmegewinne η_G: **100%**

Wärmegewinne Q_G: **32964** kWh/a **31,7** kWh/(m²a)

Heizwärmebedarf Q_H: **83112** kWh/a **80** kWh/(m²a)

Grenzwert: **15** kWh/(m²a) Anforderung erfüllt? **nein**

Abbildung 3.14.: Heizwärmebedarfsberechnung mit dem Passivhaus-Projektierungspaket 2007

4. Verbesserungspotential

4.1. Gebäudehülle

Die Berechnungen mittels PhPP haben ergeben, dass 74% der Transmissionswärmeverluste durch die umschließenden Bauteile Bodenplatte, Dach und Außenwand verloren gehen. Wie man in Abbildung 4.1 sehen kann, haben dabei die Außenwände den größten Anteil, während die Bodenplatte und das Dach mit einem um mehr als 10% geringeren Anteil auf dem zweiten Platz liegen.

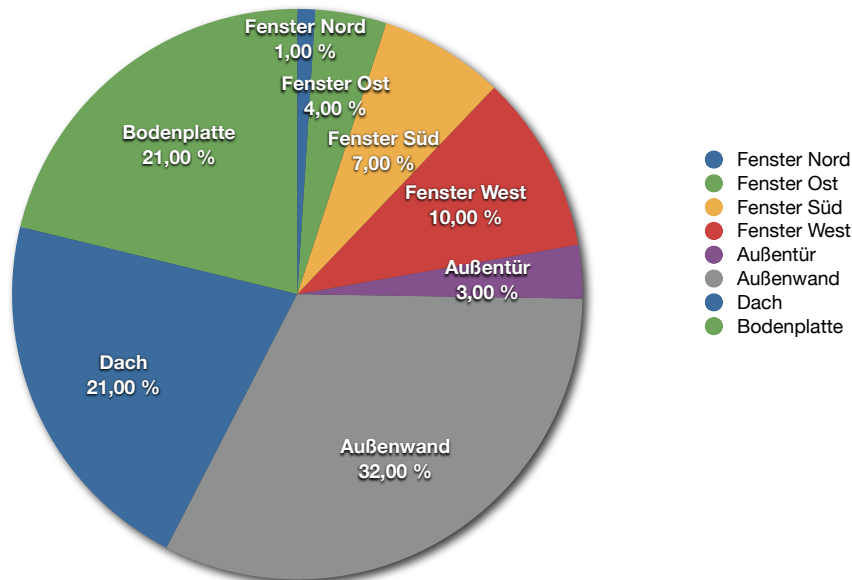


Abbildung 4.1.: Transmissionswärmeverlust der einzelnen Bauteile

Der Transmissionswärmeverlust der Fenster liegt bei 22%. Zu den Fenstern zählen dabei sämtliche transparente Flächen, so also auch die großen Eingangstüren. Der Anteil am Transmissionswärmeverlust je Fensterfläche variiert dabei stark mit der Größe. So hat das Gebäude im Westen durch die Anordnung der verglasten Eingangstüren die größte Fensterfläche mit $47,37 \text{ m}^2$. Dies bringt entsprechend auch den größten Wärmeverlust mit sich. Die genaue Analyse des Verbesserungspotentials bei den Fensterflächen findet sich im Kapitel 4.3.

Auffällig ist in dieser Aufstellung der verhältnismäßig große Anteil der Außentüren bei den Wärmeverlusten. Zu den Außentüren zählen dabei sowohl das Sektionaltor als auch die Türen im Verkaufsraum und im Lager. Bei einer genaueren Betrachtung ergibt sich, dass der größte Teil, nämlich 2%, durch das Sektionaltor im Ladebereich verloren geht. Und das bei einem Anteil von nur 0,24% an der wärmeübertragenden Umfassungsfläche.

Das Sektionaltor hat, nach den Angaben von LIDL Austria GmbH, einen U-Wert von $2,38 \text{ W/m}^2\text{K}$. Eine Verminderung um die Hälfte auf $1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ würde bereits nur bei einer Verbesserung des Sektionaltors zu einer jährlichen Heizenergieersparnis von 753 kWh führen.

Bei einem Neubau wäre hier jedenfalls eine Verbesserung des U-Wertes notwendig. So ist in der OIB Richtlinie 6 ein maximal zulässiger U-Wert für unverglaste Außentüren von $1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ zulässig. Eine Verbesserung auf diesen Wert hätte eine Heizenergieerduktion von 434 kWh/a zur Folge.

Das weitaus größte Potential liegt jedoch bei den umschließenden Bauteilen Bodenplatte, Dach und Außenwände. Um diese Möglichkeit der Heizkosteneinsparung analysieren zu können, wurden unterschiedliche Dämmstoffdicken einzeln für die betrachteten Bauteile untersucht und die Veränderung der U-Werte, sowie, mittels dem Passivhaus-Projektierungspaket, die Veränderung des Heizwärmebedarfs errechnet.

4.1.1. Außenwände

Unter den drei genannten Bauteilen sind die Außenwände der Bereich mit dem größten Potential zur Reduzierung des Heizwärmebedarfs. Im derzeitigen Aufbau wurde eine Dämmstoffdicke von 8 cm eingebaut. Das ergibt einen U-Wert von $0,356 \text{ W/m}^2\text{K}$ für das gesamte Bauteil. Wie in Tabelle 4.1 gut erkennbar, vermindert sich der U-Wert bei einer Erhöhung der Dämmung um nur 2 cm um $0,07 \text{ W/m}^2\text{K}$. Auch der Heizwärmebedarf reduziert sich um fast $4 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Bei einer weiteren Erhöhung um 2 cm sind es weitere $0,04 \text{ W/m}^2\text{K}$ und $2,6 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Eine deutliche Reduzierung des Heizwärmebedarfs ist bis zu einer Dämmstoffdicke von 16 cm erkennbar. Ab dieser Dicke liegen die Gewinne im Heizwärmebedarf bei $1 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ oder weniger und auch der U-Wert verbessert sich nur noch um $0,02 \text{ W/m}^2\text{K}$ und wird damit nicht mehr relevant.

Tabelle 4.1.: Aufbau der Außenwand nach derzeitiger Ausführung sowie Auswirkungen einer höheren Dämmstoffdicke auf den U-Wert und den Heizwärmebedarf

Außenwände IST Zustand			
	λ	d	R
	W/mK	m	$\text{m}^2\text{K/W}$
Stahlbeton 2400	2,300	0,25	0,109
Styrodur 5000 S	0,032	0,08	2,500
Stahlbeton 2400	2,300	0,07	0,030
		R_t	2,639
		R_{si}	0,130
		R_{se}	0,040
		R_T	2,809
		U in $\text{W/m}^2\text{K}$	0,356

Außenwände mit unterschiedlicher Dämmstoffdicke														
d in m	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	
U-Wert in $\text{W/m}^2\text{K}$	0,36	0,29	0,25	0,21	0,19	0,17	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,10	0,10	
HWB in $\text{kWh/m}^2\text{a}$	80,23	76,48	73,88	71,98	70,53	69,38	68,45	67,68	67,04	66,49	66,01	65,60	65,24	

4.1.2. Bodenplatte

Als zweites Element wird nun eine Veränderung der Dämmstoffdicke unter der Bodenplatte untersucht. Hier wurde bei der Ausführung eine Dämmstoffdicke von 6 cm verlegt. Erhöht man die Dämmung um 2 cm, so ergibt sich eine Verbesserung des U-Wertes um $0,11 \text{ W/m}^2\text{K}$ und damit verbunden eine Einsparung von fast $2 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ im Bereich der Heizwärme, wie in Tabelle 4.2 gut erkennbar. Bei weiteren 2 cm Bodendämmung ergibt sich eine zusätzliche Verbesserung von $0,06 \text{ W/m}^2\text{K}$ und $1,4 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Erst ab einer Dämmstoffdicke von 14 cm liegen die zusätzlichen Einsparungen bei unter $1 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ im Bereich der Heizwärme und $0,03 \text{ W/m}^2\text{K}$ bei dem U-Wert und werden damit kaum noch relevant.

Tabelle 4.2.: Bodenaufbau nach derzeitiger Ausführung sowie Auswirkungen einer höheren Dämmstoffdicke auf den U-Wert und den Heizwärmebedarf

Bodenplatte IST Zustand			
	λ	d	R
	W/mK	m	$\text{m}^2\text{K/W}$
Stahlbeton 2400 kg/m^3	2,300	0,1800	0,078
Trennschicht PVC-Folie	0,200	0,0002	0,001
Styrodur 5000 S	0,032	0,0600	1,875
Trennschicht PVC-Folie	0,200	0,0002	0,001
		R_t	1,955
		R_{si}	0,170
		R_{se}	0,000
		R_T	2,125
		U in $\text{W/m}^2\text{K}$	0,471

Bodenplatte mit unterschiedlicher Dämmstoffdicke													
d in m	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30
U-Wert in $\text{W/m}^2\text{K}$	0,47	0,36	0,30	0,25	0,22	0,19	0,17	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,10
HWB in $\text{kWh/m}^2\text{a}$	80,23	78,39	77,01	75,94	75,06	74,34	73,72	73,20	72,77	72,41	72,09	71,81	71,56

4.1.3. Dach

Das Dach hat in der derzeitigen Ausführung mit 20 cm Klemmfilz die höchste Dämmung bei den umgrenzenden Bauteilen. Entsprechend gibt es hier auch das geringste Potential zur Verringerung des Heizwärmebedarfs. Der ausgeführte Dachaufbau ist in Tabelle 4.3 dargestellt. Wie man in dieser Tabelle ebenfalls gut erkennen kann, hat der Dachaufbau bei einer Erhöhung der Dämmebene relativ wenig Potential zur Einsparung von Heizenergie. So verbessert sich der U-Wert bei der Erhöhung der Dämmung um 2 cm nur um $0,015 \text{ W/m}^2\text{K}$. Auch der Heizwärmebedarf verringert sich nur um $1 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Bei einer weiteren Steigerung der Dämmstoffdicke um je 2 cm werden die Auswirkungen auf den Heizwärmebedarf und auf den U-Wert immer geringer. Ab einer Dämmstoffdicke von 30 cm sind die Einsparungen in der Heizenergie nur noch in der zweiten Nachkommastelle feststellbar.

Tabelle 4.3.: Dachaufbau nach derzeitiger Ausführung sowie Auswirkungen einer höheren Dämmstoffdicke auf den U-Wert und den Heizwärmebedarf

Dachaufbau IST Zustand			
	λ	d	R
	W/mK	m	m ² K/W
Uniroll Klemmfilz 20	0,038	0,2000	5,263
Airstop	0,170	0,0002	0,001
OSB-Platte	0,130	0,0150	0,115
Luftraum / Binder	9,240	1,5550	0,168
Gipsfaserplatte	0,580	0,0150	0,026
		R _t	5,574
		R _{si}	0,100
		R _{se}	0,040
		R _T	5,714
		U in W/m ² K	0,175

Dach mit unterschiedlicher Dämmstoffdicke													
d in m	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38	0,40	0,42	0,44
U-Wert in W/m ² K	0,18	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10	0,09	0,09	0,08
HWB in kWh/m ² a	80,23	79,21	78,34	77,59	76,94	76,36	75,84	75,39	74,97	74,60	74,26	73,95	73,67

4.1.4. Zusammenfassung

Zusammenfassend kann man die Auswirkungen einer Erhöhung der Dämmstoffdicke auf die U-Werte in der Abbildung 4.2 sehen. Die Bodenplatte ist das Bauteil mit der derzeit geringsten Dämmstoffdicke. Entsprechend groß ist hier das Potential für eine Verringerung des U-Wertes. Diese Kurve hat den mit Abstand steilsten Verlauf bei einer Erhöhung der Dämmung. Ebenfalls einen starken Anstieg kann man im Bereich der Außenwand erkennen, wohingegen eine zusätzliche Dämmung im Dach auch im Hinblick auf die U-Werte nur einen geringen Effekt hat.

Der Einfluss der unterschiedlichen Dämmstoffdicken auf den Heizwärmebedarf ist in Abbildung 4.3 dargestellt. Sehr schön sieht man hier den starken Rückgang des Heizwärmebedarfs bei der Erhöhung der Dämmung in den Außenwänden. Ebenfalls ein deutlicher Rückgang ist in der Bodenplatte zu erkennen, während die Auswirkungen einer erhöhten Dachdämmung eher gering bleiben.

Der Einfluss der zusätzlichen Dämmstoffdicke ist graphisch in der Abbildung 4.4 ausgearbeitet. Sehr schön ist hier der anfangs sehr starke Einfluss der zusätzlichen Dämmung an den Außenwänden erkennbar, während er mit wachsender Dämmstoffdicke immer mehr abflacht. Auch gut dargestellt sind die sehr geringen Gewinne bei einer Erhöhung der Dachdämmung im Vergleich zu den Auswirkungen einer Außenwand- oder Bodenplatten-dämmung.

Nach den hier erfolgten Analysen lässt sich die optimale Dämmstoffdicke für die umschließenden Bauteile wie in Tabelle 4.4 dargestellt, bestimmen. Diese hier gewonnen Erkenntnisse werden im Kapitel 5.2 hinsichtlich des Einsparpotentials im Heizwärmebedarf sowie bei den Treibhausgasemissionen analysiert.

Tabelle 4.4.: Optimale Dämmstoffdicke für die umschließenden Bauteile

Optimale Dämmstoffdicken der Bauteile		
	Dämmstoffdicke in m	U-Wert in W/m^2K
Außenwand	0,16	0,19
Bodenplatte	0,14	0,22
Dach	0,22	0,16

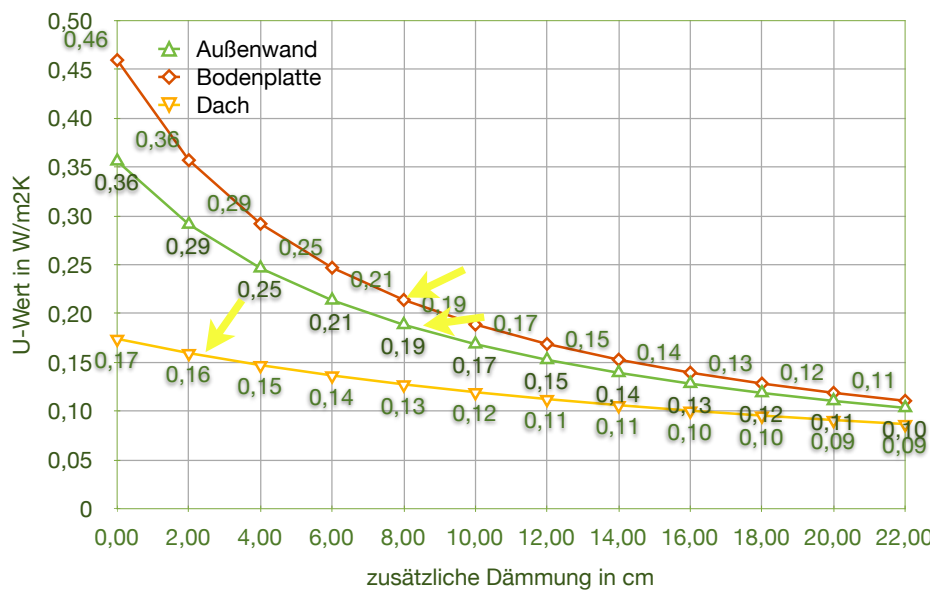


Abbildung 4.2.: Einfluss von zusätzlicher Dämmstoffdicke auf die Verringerung des U-Wertes

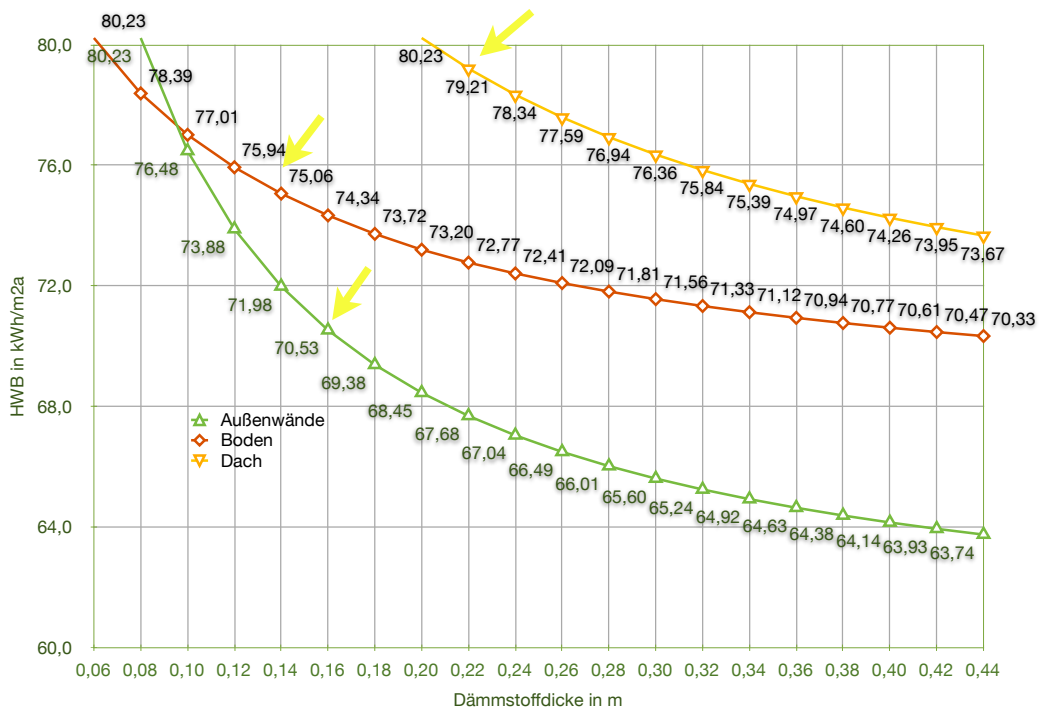


Abbildung 4.3.: Einfluss der Dämmstoffdicke auf den Heizwärmebedarf

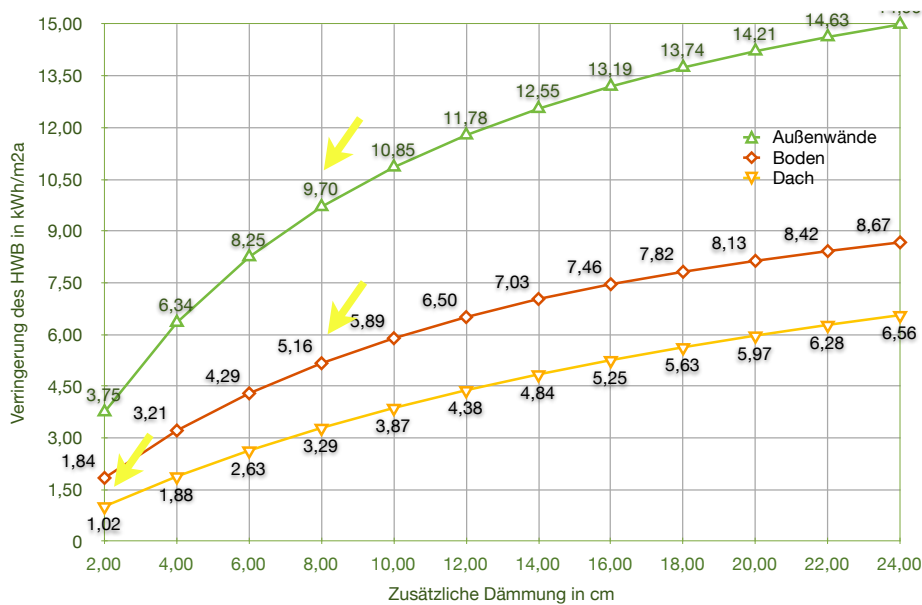


Abbildung 4.4.: Einfluss von zusätzlicher Dämmstoffdicke auf die Verringerung des Heizwärmebedarfs

4.2. Haustechnik

Bei der Analyse des Verbesserungspotentials im Bereich der Haustechnik wurde besonderes Augenmerk auf die Geräte mit dem größten Einsparpotential gelegt. Dies betrifft vor allem sämtliche Kühl- und Tiefkühlgeräte mit einem Anteil von 33% am Gesamtenergieverbrauch und die Beleuchtung mit einem Anteil von 13% am Gesamtenergieverbrauch. Auch die Auswirkungen der Installation einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung werden im Laufe dieses Kapitels behandelt.

4.2.1. Kühlmöbel und Kälteanlage (MOPRO)

Die größten Energieverbraucher unter den elektrischen Geräten sind die Kühlmöbel inklusive Kältemaschine im Verkaufsraum. Der Jahresverbrauch von 74.146 kWh/a liegt vor allem an der offenen Präsentation der Produkte im Kühlregal. Die Kunden möchten die Produkte in der Regel direkt anfassen können, was eine Abdeckung verhindern würde. So jedoch kann die gekühlte Luft beinahe ungehindert aus dem Kühlregal entweichen und dem Gerät muss ständig neue Kälte zugeführt werden. Der Kompressor arbeitet fast die ganze Zeit, um die für die Molkereiprodukte benötigte Temperatur halten zu können und verbraucht so um ein Vielfaches mehr Strom, als zum Beispiel die viel größere, aber ständig verschlossene, Normalkühlzelle im Lager benötigt.

Um nun auf das mögliche Verbesserungspotential bei den Kühlmöbeln besser eingehen zu können wird im Folgenden die grundsätzliche Funktionsweise eines solchen erklärt:

Die Abbildung 4.5 zeigt den Kreislauf, wie er in einer Wärmepumpe funktioniert. In umgekehrter Reihenfolge ist dies auch die Funktionsweise eines Kühlschranks. In der Kältetechnik wird dabei durch Verdampfen eines Mediums (1) der Umgebung Wärme entzogen. Das dampfförmige Kältemittel wird im Kompressor (2) durch hohen Druck wieder verflüssigt und gibt seine Wärme im Kondensator (3) an die Umgebung wieder ab. In der Drossel (4) wird das Kältemittel am Weiterströmen gehindert, wodurch ein Unterdruck im Kühlmöbel entsteht, der das Kältemittel wieder verflüssigen lässt.

Dies geschieht in einem ständigen Kreislauf, bei dem auf der einen Seite Kälte entsteht und auf der anderen Seite gleichzeitig Wärme produziert wird, die mehr oder weniger ungenutzt an den Raum abgegeben wird.

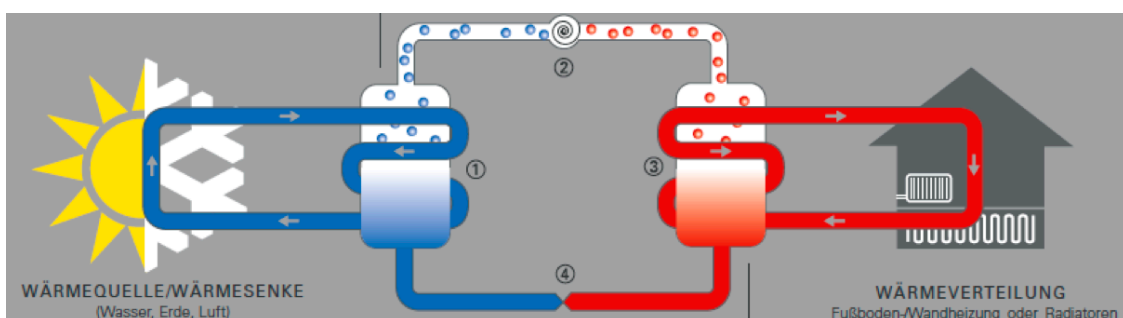


Abbildung 4.5.: Funktionsweise Wärmepumpe, Quelle:[12]

Durch eine effektive Gestaltung der Kühlmöbel kann zum einen der elektrische Energieverbrauch und zum anderen auch der Heizenergieverbrauch erheblich gesenkt werden, indem auf eine energetisch günstige Bauweise der Kühlmöbel geachtet wird und durch gebäudetechnische Systeme die Abwärme der Kühlmöbel optimal genutzt wird.

1 kW Kompressorleistung erzeugt ungefähr 2,5 kW Wärmeleistung. Dadurch entsteht so viel Abwärme, dass selbst im Winter auf eine zusätzliche Raumheizung fast vollständig verzichtet werden kann. In der Regel sind aber keine Systeme zur Wärmerückgewinnung aus den Kälteanlagen installiert, so dass die Abwärme nahezu ungenutzt verpufft.¹

So wird im herkömmlichen Lebensmitteleinzelhandel, wie in Abbildung 4.6 dargestellt, die Abwärme der Kälteanlage oft direkt nach außen geleitet, während auf der anderen Seite die Energie für Heizung, Lüftung, etc. wieder eingebracht werden muss. Diese getrennten Anlagen haben oft nur sehr geringe Synergieeffekte und eine sinnvolle Wärmerückgewinnung findet so gut wie nicht statt.

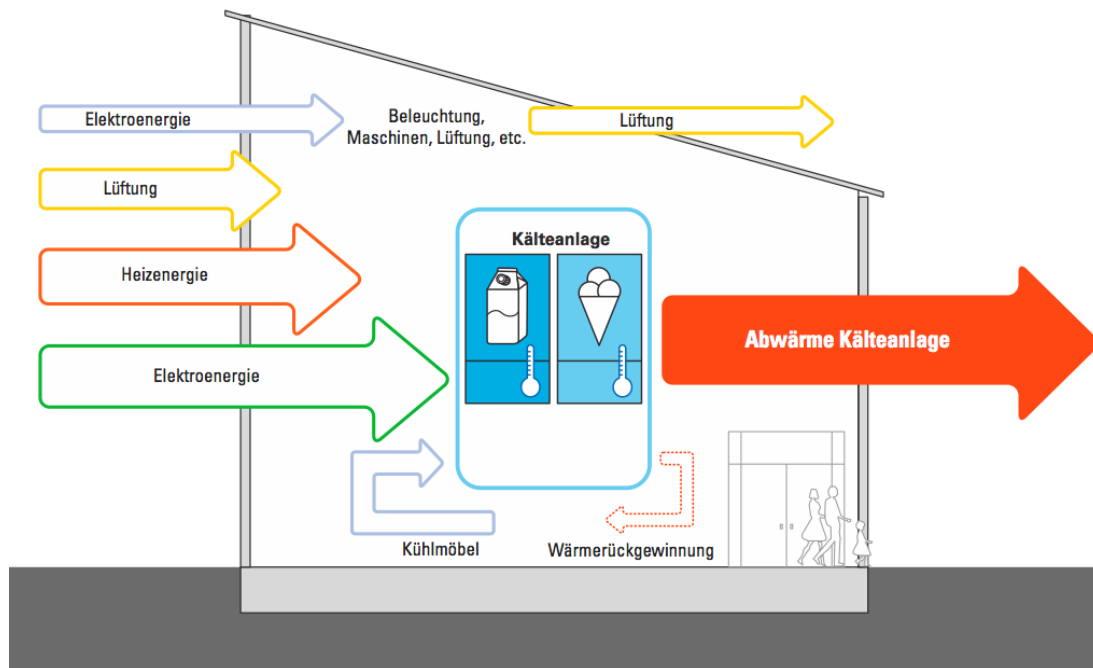


Abbildung 4.6.: Getrennte Kälte- und Wärmeerzeugungsanlagen,

Quelle: <http://www.hafner-muschler.de/download/LEH%20Brosch%9Fre.pdf>
[21.05.2010]

Es gibt bereits einige Kälteanlagen, die die Synergien zwischen Kühlmöbeln und Heizungsanlagen im Lebensmitteleinzelhandel nutzen und so enorme Einsparungen im Energieverbrauch bewirken. Diese Anlagen werden zum Teil auch bereits von LIDL Austria GmbH in ausgewählten Märkten getestet. Nur eine der Möglichkeiten besteht im Verbund, dargestellt in Abbildung 4.7.

Hier wird die erforderliche Kälte von einer Kälte-Wärme-Verbundanlage erzeugt und an alle Kühlgeräte verteilt. Der angeschlossene Heizkondensator stellt die anfallende Abwärme als Raumwärme zur Verfügung. Reicht diese anfallende Prozesswärme nicht, um den Markt auf die gewünschte Raumtemperatur zu bringen, so wird über erdberührte Wärmetauscher zusätzlich Wärme aus dem Erdreich gewonnen. In der Regel reicht die anfallende Wärme eines Lebensmittelmarktes, um bei Außentemperaturen oberhalb von etwa -5°C bis 0°C den Markt vollständig zu beheizen¹.

¹URL: <http://www.hafner-muschler.de/download/LEH%20Brosch%9Fre.pdf> [23.05.2010]

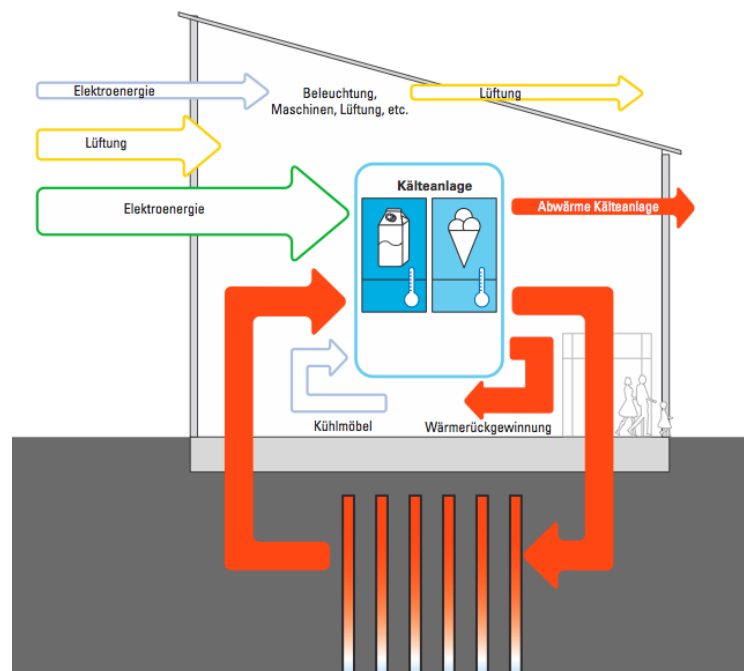


Abbildung 4.7.: Das Wirkungsprinzip Geo Kälte- und Wärmeverbund,
 Quelle: <http://www.hafner-muschler.de/download/LEH%20Brosch%9Fre.pdf>
 [21.05.2010]

Im Sommer kann der Prozess dann umgekehrt werden und ein Teil der erzeugten Abwärme wird in den Boden eingeleitet. So ist der Energiehaushalt im Jahresmittel ausgeglichen.

Besonders günstig wirkt sich bei diesem System eine Heizung und Kühlung über den Fußboden aus, wie in Abbildung 4.8 dargestellt. Hier werden Kunststoffrohrschlangen auf Befestigungsschienen in den Betonfußboden integriert. Beton kann durch seine große thermische Masse besonders gut Wärme oder Kälte speichern und verhindert so auch über Nacht ein komplettes Auskühlen des Marktes. Außerdem gibt er auch im Sommer die Kälte gleichmäßig ab. So werden Spitzenlasten vermieden und Kosten gesenkt. Die milde Strahlungswärme im Winter sorgt für mehr Behaglichkeit und im Sommer wird eine angenehme Kühlung ohne störenden Luftzug gewährleistet. Die für den Sommer nötige Kühlenergie wird ebenfalls aus der Erdsonde gewonnen.²

²URL: <http://www.hafner-muschler.de/download/LEH%20Brosch%9Fre.pdf>

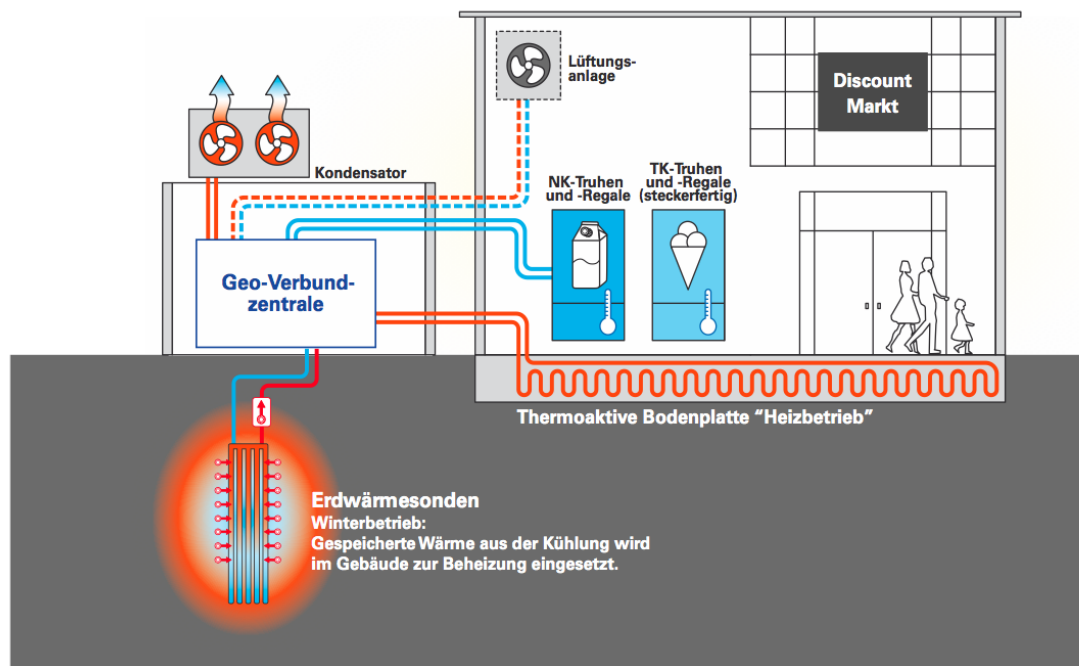


Abbildung 4.8.: Geoverbund mit Aktivierung des Betonkerns,

Quelle: <http://www.hafner-muschler.de/download/LEH%20Brosch%9Fre.pdf>
[21.05.2010]

Weitere Energiesparmöglichkeiten liegen bei den Kühlmöbeln selbst. So muss die Abwärme von Beleuchtungskörpern in den Kühlmöbeln mit Energieaufwand wieder ausgeglichen werden. Durch die Verwendung von LED-Lampen mit unterschiedlichen Farbtemperaturen kann die erzeugte Wärme minimiert oder durch den Einsatz der Beleuchtung außerhalb der Kühlmöbeln komplett vermieden werden. Auch der Einsatz von Reflektoren zur Minimierung des Beleuchtungsaufwands ist eine Möglichkeit.

Die Optimierung des Luftschleiers durch eine spezielle Umluftführung in den offenen Kühlmöbeln führt zu einer Reduktion des Luftaustausches zwischen Kühlbereich und Laden³. Auch jegliche Zugerscheinungen im Bereich der Kühlmöbel sollten zu Gunsten einer energieeffizienteren Nutzung vermieden werden. Durch das Anbringen von Infrarot-reflektierenden Schirmen vor den Kühlmöbeln kann ein Großteil der abgestrahlten Energie reflektiert werden und so bis zu 15% des Stromverbrauchs eingespart werden.

Grundsätzlich sollte auf eine Verglasung der Seitenteile zu Gunsten einer nicht-transparenten Dämmung verzichtet werden. Je mehr Glas statt dämmendem Material verwendet wird, desto höher wird unweigerlich der Stromverbrauch. Bei der Verwendung von Glas sollte auf hochwertiges Drei-Scheiben-Isolierglas zurück gegriffen werden.

Auch bei den Tiefkühlgeräten können durch verbesserte Glastüren Energieeinsparungen erzielt werden. So kann durch eine Regelung der Scheibenheizung nach Temperatur und Feuchte die Einschaltdauer um bis zur Hälfte verringert werden³ oder durch eine spezielle Infrarot-reflektierende Beschichtung der Scheiben auf eine Heizung sogar ganz verzichtet werden.

³URL: <http://www.umweltnet.at/article/articleview/81305/1/7073/> [28.06.2010]

Intelligente Kühlstellenregler sorgen für eine genaue Einhaltung der Möbelinnentemperatur und lassen die Nachtabdeckung erst richtig effektiv wirken.[7]

Auch durch die Vergrößerung der Verdampferoberfläche sowie eine großzügige Auslegung des Rohrsystems für einen minimalen Druckverlust können große Energieeinsparungen realisiert werden.⁴

4.2.2. Beleuchtung

Die Beleuchtung hat mit 49.245 kWh/a einen Anteil von 13% am Gesamtenergieverbrauch und von 20% am Stromverbrauch. Sie zählt damit zu den großen Energieverbrauchern im Markt.

Laut der Berechnung mittels des Passivhaus-Projektierungspaketes gibt es in diesem Gebäude auf Grund der verhältnismäßig kleinen Fensterflächen und tiefen Räume keine Tageslichtnutzung, außer im Archiv. Das hat zur Folge, dass eine Beleuchtung auch bei guten äußeren Lichtverhältnissen immer benötigt wird. Und das obwohl die Sonne zwischen 3.000 und 100.000 Lux Außenbeleuchtungsstärke erzielen kann, was weit mehr ist, als die 215 Lux, die laut ÖNorm B 8110-5 für Verkaufsstätten gefordert werden.[3]

Laut einer Studie des bekannten französischen Lichtplaners Marc Fontoynt (Professor am Institut l'habitat ENTPE in Lyon) liegen die jährlichen Kosten für die Beleuchtung mit einer Lichtkuppel um 90% und mit einem Fenster um 70% unter den Kosten für die Beleuchtung mit einer Deckenlampe mit Standard-Leuchtstoffröhren. Wie in Abbildung 4.9 zu sehen, ist die Beleuchtung von tiefen Räumen, die direkt unter einem Flachdach liegen, beim Einsatz von Lichtkuppeln oder Lichtbändern im Dach am wirtschaftlichsten. Diese horizontalen transparenten Flächen nutzen optimal das dreimal so helle Zenitlicht im Vergleich zu vertikalen Fenstern mit Seitenlichteinfall.[3]

Für die optimale Warenpräsentation in einem Lebensmittelmarkt genügt natürlich nicht nur eine ausreichende Beleuchtungsstärke. Auch die Lichtfarbe und -temperatur spielen bei der optimalen Beleuchtung eine wichtige Rolle. Besonders zu achten ist dabei auf empfindliche Lebensmittel wie Obst und Gemüse, Brot oder Schokolade. Werden diese Produkte zu lange von direktem Sonnenlicht angestrahlt, können sie leicht unansehnlich und damit unverkäuflich werden.

Eine Alternative zu reinem Kunstlicht bieten dabei Lichtbänder, ausgestattet mit einem Lichtstreuenden Nanogel. Durch die Lichtbänder im Flachdach gelangt Licht auch in die Raumbereiche, die vom Fenster nicht mehr beleuchtet werden und reduziert so den Bedarf an Kunstlicht. Der gesamte Markt kann so gleichmäßig mit Tageslicht versorgt werden. Das Nanogel im Scheibenzwischenraum streut das einfallende Licht gleichmäßig⁵, sodass eine direkte Bestrahlung der Waren vermieden wird. Helligkeitssensoren können dann die künstliche Beleuchtung tageslichtabhängig steuern und sorgen so für eine energieeffiziente Nutzung des vorhandenen Lichtangebotes. Durch die Verwendung effizienter Leuchtmittel wie LED oder TL5 wird die restliche benötigte Beleuchtungsenergie effizient eingesetzt.⁶

Verkaufsstätten haben laut ÖNORM B 8110-5 2.970 Tagesnutzungsstunden und nur 834 Nachtnutzungsstunden im Jahr. Durch eine effiziente Tageslichtnutzung kann so über 70% der Beleuchtungsenergie eingespart werden und ganz nebenbei sorgt die Nutzung von Tageslicht für eine freundliche Einkaufsatmosphäre.

⁴URL: <http://www.umwelt.net.at/article/articleview/81305/1/7073/> [28.06.2010]

⁵URL: http://www.okalux.de/fileadmin/Downloads/Infotexte/i_okagel.pdf [28.06.2010]

⁶URL: http://www.energieeffizienz-online.info/uploads/tx_wwdngpd/Projektbeschreibung_neu_Tengelmann_01.pdf [28.06.2010]

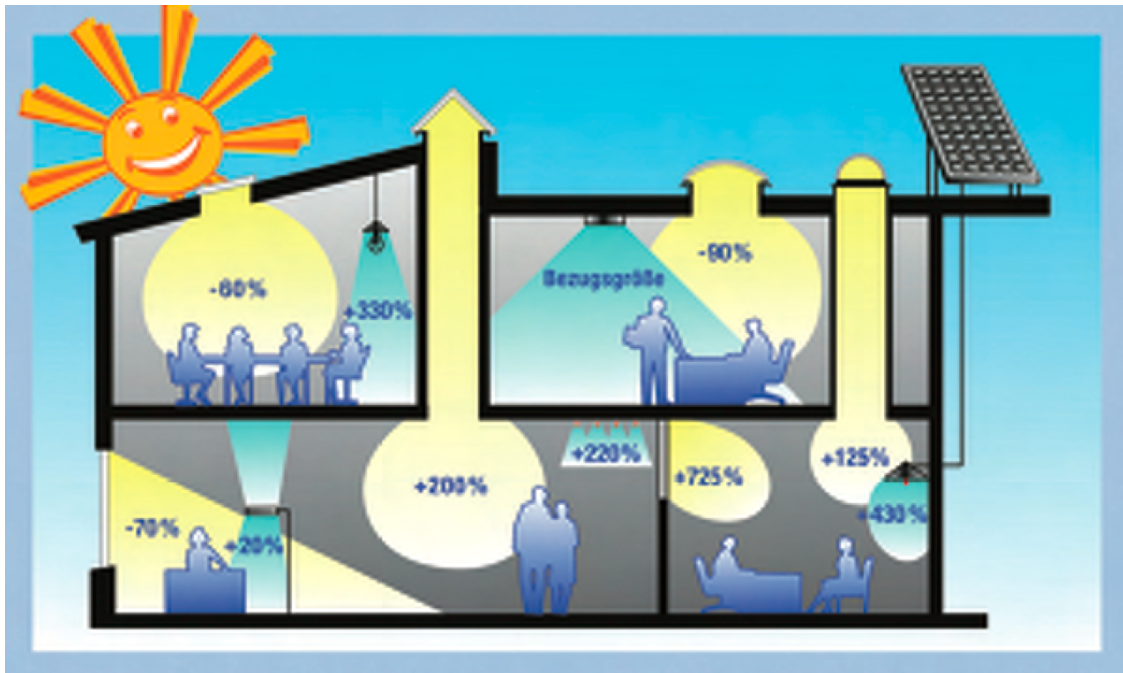


Abbildung 4.9.: Jährliche Amortisationskosten für die Beleuchtung mit Tageslicht und Kunstlicht (bezogen auf die Kosten einer Standard-Leuchtstoffröhre in %), Quelle: [3]

4.2.3. Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung

Eine mechanische Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung ist für den energieeffizienten Betrieb eines Lebensmittelmarktes unverzichtbar. Verbrauchte Luft, schädliches CO_2 sowie entstandene Geruchsstoffe müssen ständig abgesaugt und frische Luft zugeführt werden. Um einen gleichmäßigen CO_2 -Gehalt der Innenraumluft gewährleisten zu können, benötigt ein Mensch 20 - 30 m^3 Frischluft pro Stunde. Laut dem Nutzungsprofil Verkaufsstätten der ÖNORM B 8110-5 ergibt das einen energetisch wirksamen Luftwechsel von

- 3/h bei Raumlufttechnik,
- 1,8/h bei Fensterlüftung und
- 1,5/h bei Nachtlüftung.

Das bedeutet, dass zwischen 1,5 und 3 mal pro Stunde ein kompletter Luftaustausch in der Verkaufsstätte stattfinden sollte. Gleichzeitig heißt das auch, dass mit dem Luftaustausch die gesamte thermische Energie der Luft verloren geht und der ausgetauschten Luft diese Energie erst durch das Heizsystem wieder zugefügt werden muss. Das hat einen enormen Energieverlust auf der einen Seite und gleichzeitigen Heiz- und Kühlaufwand auf der anderen Seite zur Folge.

Die Berechnung des Heizwärmebedarfs mit dem Passivhaus-Projektierungspaket (PhPP) macht deutlich, wie groß die Wärmeverluste bei einem Luftaustausch ohne Wärmerückgewinnung sind. Beispielhaft wurde der Luftwechsel zwischen einem Wert von 0,26/h und 0,44/h variiert. Diese Grenzwerte wurden gewählt, da im Handbuch zu PhPP empfohlen

wird, den Luftwechsel nicht unter 0,3/h sinken zu lassen und weiters das Programm, werden keine Angaben gemacht, einen Luftwechsel von 0,4/h annimmt. Hierbei ergeben sich, wie in Tabelle 4.10 zu sehen, Schwankungen im Heizwärmebedarf von $16 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.

Um diesen Energieverlust zu reduzieren ist eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung (WRG) notwendig (hier zu sehen in der Abbildung 4.11).

Die Abluft gelangt „mit der internen und freien Wärme aus dem Raum in die Lüftungsanlage, welche einen WRG-Grad $\geq 75\%$ erreichen sollte“ [26, S.24]. In der Lüftungsanlage ist ein Wärmetauscher installiert, in dem der warmen Abluft die thermische Energie entzogen wird, bevor sie als Fortluft nach außen geleitet wird.

Die Außenluft gelangt über einen Vorfilter ebenfalls in den Wärmetauscher, in welchem ihr die thermische Energie, die zuvor der Abluft entzogen wurde, zugeführt wird. Als vorgewärmte Frischluft gelangt sie dann ins Gebäude. Abluft und Zuluft werden bei diesem Vorgang nicht miteinander vermischt. Es wird lediglich die Restenergie in Wärmeform getauscht und nicht die Luft an sich.

So wird der Energieverlust durch Lüftung auf ein Minimum reduziert und gleichzeitig können hygienische Luftverhältnisse zu jeder Zeit garantiert werden.

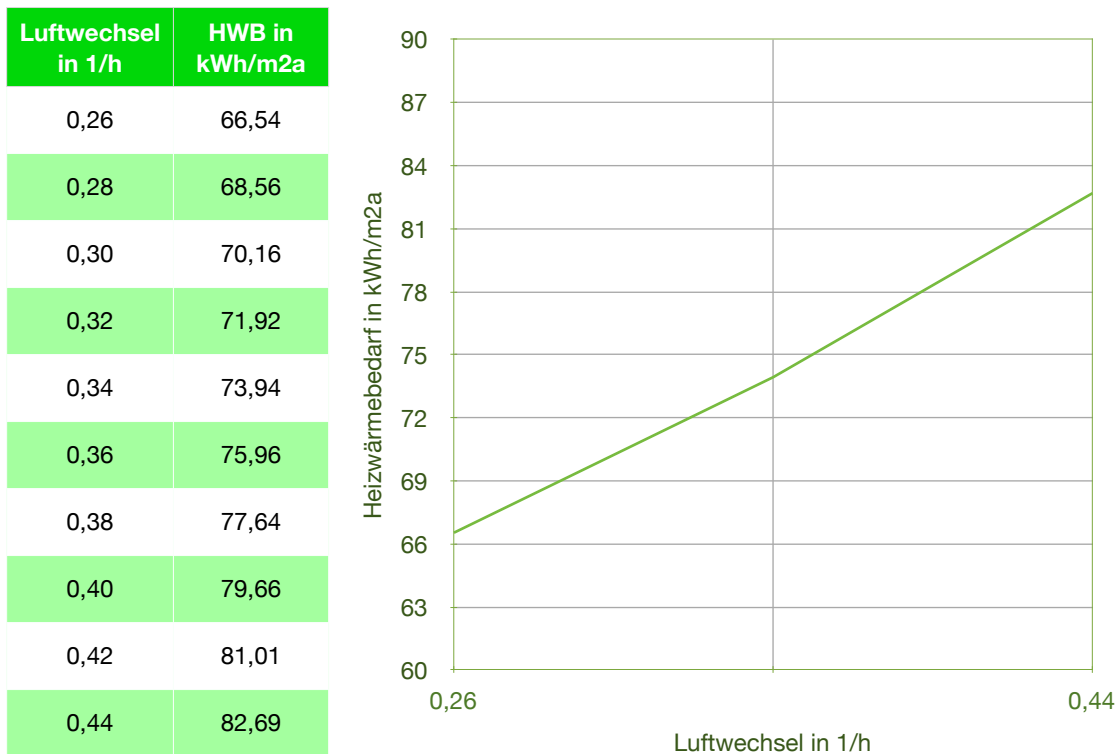


Abbildung 4.10.: Auswirkung der Luftwechselrate auf den Heizwärmebedarf

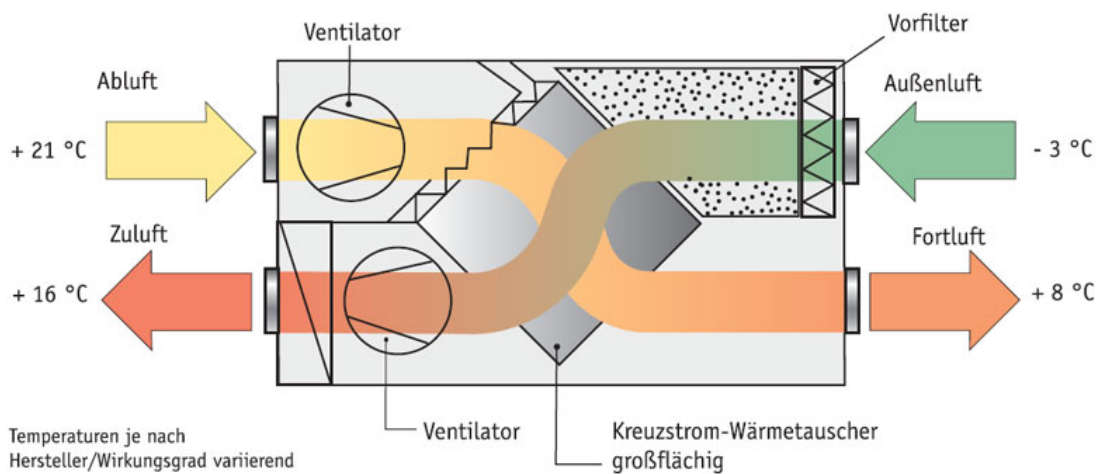


Abbildung 4.11.: Das Wirkungsprinzip einer Anlage zur Wärmerückgewinnung,
 Quelle: <http://www.streif.de/go.to/modix/now/waermerueckgewinnung.html> [25.05.2010]

4.2.4. Photovoltaik

Eine weitere Verbesserungsvariante im Bereich der Haustechnik, die auch eine Zertifizierung nach klima:aktiv positiv beeinflussen würde, ist die Nutzung der Dachfläche zur Gewinnung von Strom mittels Photovoltaik.

Zur Nutzung der so gewonnenen Energie gibt es zwei Möglichkeiten. Zum einen kann der gewonnene Strom in einer Inselösung einzig vom Erzeuger genutzt werden. Hierbei wird das Strom erzeugende System nicht mit dem öffentlichen Netz verbunden, sondern ist alleiniger Selbstversorger. Typische Anwendung findet dieses System bei Parkscheinautomaten. Für die Versorgung von Häusern, bei denen ein Anschluss an das öffentliche Netz problemlos geschehen kann, ist die Lösung nicht zu empfehlen. Die größte Schwierigkeit bei der Inselösung besteht in der Speicherung der gewonnenen elektrischen Energie. Hierbei gibt es für Kleinverbraucher noch keine zufriedenstellenden technischen Lösungen.

Die andere Möglichkeit besteht darin den gewonnenen Strom zu einem festen Vergütungssatz in das öffentliche Netz einzuspeisen und bei Bedarf den benötigten Strom wieder aus dem öffentlichen Netz zu beziehen. Bei dieser Anlagenvariante können langfristig je nach Stromtarif wirtschaftliche Gewinne mit der Photovoltaikanlage erzielt werden.

Die möglichen Energiegewinne hängen dabei wesentlich von den Einstrahlungsbedingungen des gewählten Standorts und der gewählten Ausrichtung sowie der Qualität der Elemente einer Photovoltaikanlage ab.

Einstrahlungsbedingungen

In Österreich sind abhängig vom Standort jährliche Strahlungsgewinne von 1.000 - 1.500 kWh/m² möglich, wie die Abbildung 4.12 des Photovoltaik Geographical Information System der Europäischen Union zeigt.

Die Strahlungsgewinne werden aber nicht nur vom Standort beeinflusst, sondern sind genauso abhängig von der Ausrichtung und der Orientierung der Module sowie von der Verschattung der Elemente. Die Tabelle 4.5 zeigt die nutzbaren Energieerträge in Abhängigkeit von der Modulneigung sowie der Orientierung.

Tabelle 4.5.: Nutzbare Einstrahlung in Abhängigkeit von der Modulneigung sowie Orientierung, Quelle: nach [9, S. 7]

Modulneigung	10°	30°	90°
Ost-Ausrichtung	90 %	85 %	60 %
Süd-Ausrichtung	90 %	100 %	75 %
West-Ausrichtung	90 %	85 %	60 %
Nord-Ausrichtung	90 %	70 %	30 %

Die optimalen Einstrahlungsgewinne werden somit bei einer Neigung von 30° und einer Orientierung der Module nach Süden gewonnen. Ebenfalls sehr gute Ergebnisse werden bei einer Neigung von 10° erzielt. Hierbei ist man zudem unabhängig von der Orientierung der Module.

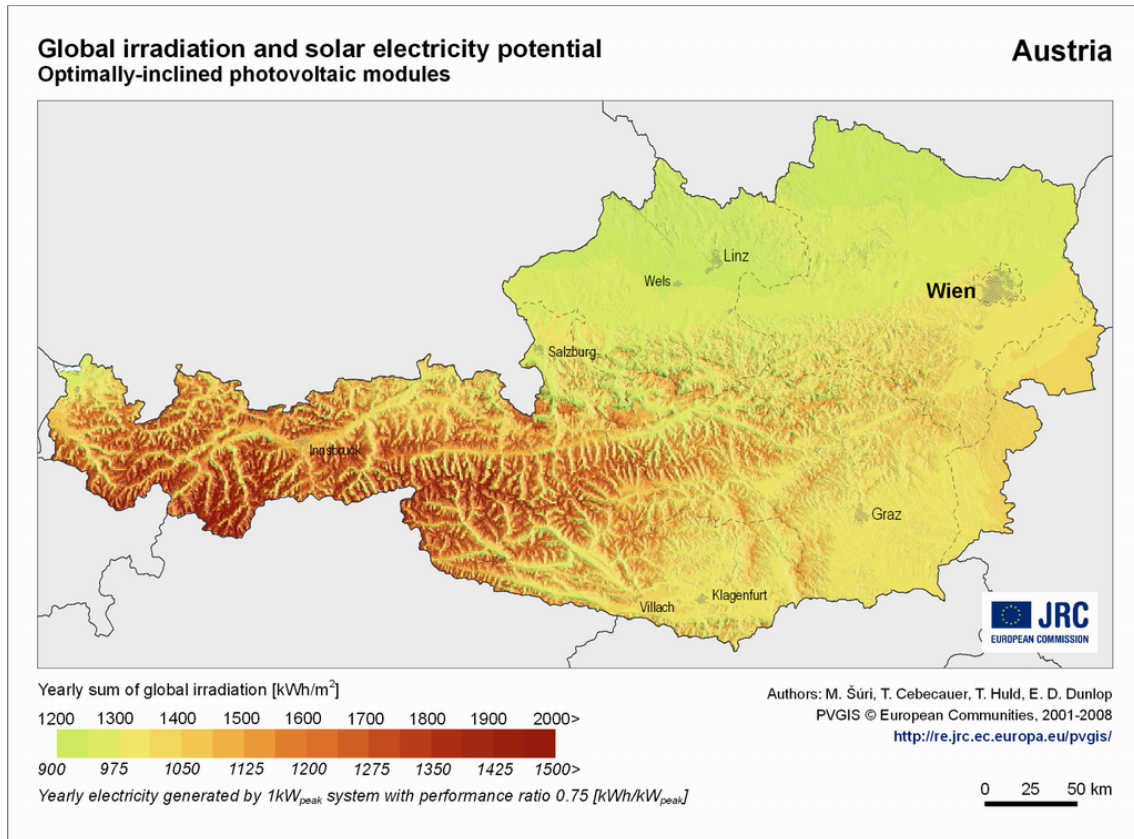


Abbildung 4.12.: Globalstrahlung und Solarstrompotential bei optimaler Ausrichtung in Österreich, Quelle: http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/cmaps/eu_hor/pvgis_solar_horiz_AT.png [25.07.2010]

Für den hier betrachteten LIDL-Markt empfiehlt sich daher in erster Linie die Süd- ausrichtung der Module mit einer Neigung von 30°, was eine Orientierung zur Grazer Ring-Bundesstraße bedeutet. Sollte diese Ausrichtung aus bautechnischen oder gestalterischen Gründen nicht möglich sein, so empfiehlt sich alternativ eine Neigung von 10°, da hier die Ausrichtung beliebig ist. Nachteilig ist jedoch der geringere Selbstreinigungseffekt als bei einer Neigung von 30°. Eine In-Dach-Konstruktion, bei der die Photovoltaikmodule flach auf dem Dach aufgebracht werden oder als fester Bestandteil sogar einen Teil der Dachkonstruktion ersetzen, ist nicht zu empfehlen. Bei einer horizontalen Ausrichtung der Module ergibt sich nicht nur ein ungünstiger Einfallswinkel, es entfällt zudem auch der Selbstreinigungseffekt der Elemente.

Anlagenkomponenten

Zu einer Photovoltaikanlage gehören verschiedene Komponenten, die erst in der Summe ihrer Teile die effiziente Arbeitsweise der Anlage garantieren können. Die beiden wesentlichen Bestandteile sind die Module selbst sowie der Wechselrichter, der die von den Modulen erzeugte Gleichspannung in netztaugliche Wechselspannung wandelt.

Module

Im Wesentlichen kann man drei Arten von Solarzellen unterscheiden: monokristalline Solarzellen, polykristalline Solarzellen und amorphe Solarzellen. Diese Typen unterscheiden sich im Wirkungsgrad und damit verbunden in der benötigten Fläche für 1 kWp^7 und im Preis.

Monokristalline Module benötigen für die Herstellung hochreines Halbleitermaterial und sind daher die teuersten, erreichen aber auch den höchsten Wirkungsgrad, wie man in Tabelle 4.6 sehen kann. Polykristalline Module sind in der Herstellung nicht so aufwendig und kosten daher auch weniger. Bei amorphen Modulen wird auf Glas oder ähnlichem Material eine sehr feine Siliziumschicht von nur $1 \mu\text{m}$ aufgetragen. Sie haben damit die geringsten Materialkosten und sind am günstigsten zu erwerben. Diese Module finden zum Beispiel Einsatz in Uhren und Taschenrechnern. Aber auch für Fassadenelemente haben sie sich schon weitgehend etabliert.⁸[9]

Die Tabelle 4.6 zeigt die unterschiedlichen Modultypen mit ihren Wirkungsweisen sowie der benötigten Fläche.

Tabelle 4.6.: Material für Photovoltaikmodule mit Wirkungsgrad und benötigter Fläche, Quelle: nach [9, S. 12] und <http://www.solarserver.de/wissen/basiswissen/photovoltaik.html>

	Wirkungsgrad in %	Fläche pro kWp
Monokristallines Silizium	14 bis 17	7 bis 9 m ²
Polykristallines Silizium	13 bis 15	9 bis 11 m ²
Amorphes Silizium	5 bis 7	16 bis 20 m ²

Das Dach des untersuchten LIDL-Marktes hat eine Nettofläche von 1.039 m^2 . Es sind also maximale Leistungen je nach verwendetem Modul von 148 kWp bis 52 kWp möglich. Mit diesen Leistungen lässt sich mit Hilfe des Photovoltaik-Rechners des Photovoltaik Geographical Information System der Europäischen Union⁹ grob abschätzen, welche jährlichen Erträge in kWh erwartet werden können.

Dies ist ein ungefähres Rechenverfahren, das die professionelle Unterstützung eines Energieplaners nicht ersetzen kann. Als Anhaltspunkte kann jedoch gesagt werden, dass Leistungen zwischen 50.000 kWh und 140.000 kWh im Jahr möglich sind, je nach gewählter Aufstellung sowie Qualität der gewählten Module und sonstigen Komponenten. Im Mittel kann man mit den hier vorhandenen groben Daten von einem jährlichen Ertrag von 100.000 kWh bei einer installierten Leistung von 100 kWp ausgehen.

⁷kWp steht für Kilowattpeak und gibt die Leistung einer Solarzelle an. Sie wird bei genormten Testbedingungen von 25° Modultemperatur und 1.000 W/m^2 Einstrahlstärke bestimmt. (Quelle: http://www.solarone.de/photovoltaik_lexikon/photovoltaik_kilowattpeak_kwpeak_kilowatt_peak.html [02.08.2010])

⁸URL: <http://www.solarserver.de/wissen/basiswissen/photovoltaik.html> [02.08.2010]

⁹zu finden unter: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps3/pvest.php>

Wechselrichter

Eine weitere wesentliche Komponente einer Photovoltaikanlage ist der Wechselrichter, der die von den Solarzellen erzeugte Gleichspannung in Wechselspannung umwandelt. Bei der Umwandlung von Strom entstehen auch immer Verluste, sodass die optimale Leistung wesentlich von der Auslastung abhängt. „Je besser ein Wechselrichter ausgelastet ist, desto geringer ist sein Kostenanteil.“[9, S. 17]

Kosten/Nutzen

Von der österreichischen Regierung werden auf Basis des Ökostromgesetzes 2002 regelmäßig Tarife für eine fixe Einspeisevergütung von Ökostrom ins öffentliche Netz festgelegt. Die letzte diesbezügliche Verordnung ist vom 02.02.2010 und legt für „die Abnahme elektrischer Energie aus Photovoltaik, die ausschließlich an oder auf einem Gebäude oder einer Lärmschutzwand angebracht sind“ [2, S. 4] Preise von

- 38 Cent/kWh für Anlagen über 5 kWp bis 20 kWp
- 33 Cent/kWh für Anlagen über 20 kWp [2]

fest. Wird eine Anlage zu diesen Konditionen in Betrieb genommen, so gelten die Einspeisevergütungen für 13 Jahre.

Die Anlage auf dem Gebäude von LIDL Austria GmbH hätte eine ungefähre Leistung von 100 kWp und würde damit jährlich ca. 100.000 kWh Strom produzieren. Nach den derzeit gültigen Einspeisevergütungen ergibt das einen jährlichen Gewinn von 33.000€.

Diesen jährlich erzielbaren Einnahmen stehen die Kosten einer Photovoltaikanlage gegenüber. Dazu zählen:

- die Anschaffung
 - „Der Preis einer Anlage ist abhängig von der Qualität der Module, Wechselrichter, Gestelle, Kabel usw. und vom Größenumfang, Montageort und Installationsaufwand. Bei gewöhnlichen Aufdach-Anlagen (Satteldach, Betondachstein) mit geringem Installationsaufwand z.B. bei einem Neubau kann man folgende Errichtungskosten [(netto)] zugrunde legen. In dieser Kostenschätzung sind Arbeiten wie Zählerschrank setzen, Gerüstbau, Durchbrucharbeiten und dergleichen nicht enthalten.“[9, S. 36]

* Anlagengröße < 10 kWp	5.500,- €/kWp
* Anlagengröße 10 - 30 kWp	4.900,- €/kWp
* Anlagengröße > 30kWp	4.800,- €/kWp
- die Betriebskosten (im Allgemeinen sollten hier 1% der Investitionskosten berechnet werden), wie
 - Versicherung (Haftpflichtversicherung, Vollkaskoversicherung),
 - Reinigung (den Reinigungskosten kann mit einer Modulneigung von über 10° entgegengewirkt werden, jedoch sollten sie beim Bau in einem Ballungsgebiet mit hoher Staubbildung jedenfalls berücksichtigt werden),
 - Reparatur (dies betrifft hauptsächlich den Wechselrichter),

- Eigenstromverbrauch durch Wechselrichter, Trafostation o.Ä. (Dieser Posten wird erst ab einer Anlagengröße von 500 kWp schlagend)[9].

Bei der Installation einer Anlage mit 100 kWp ergeben sich somit Investitionskosten von circa 480.000€ plus den jährlichen Betriebskosten von 1% der Investitionssumme, also 4.800€.

Zusammenfassung Photovoltaik

Zusammenfassend kann man also sagen, dass Photovoltaik durch die Größe der zur Verfügung stehenden Fläche und den damit verbundenen wirtschaftlichen Gewinnen aus den gesetzlichen Einspeiseverordnungen für einen LIDL-Markt wie den hier untersuchten nur bedingt interessant ist. Nach diesen groben Überschlagsrechnungen lässt sich sagen, dass sich die Investition in eine Photovoltaikanlage nach 16 Jahren rechnet. Der gesetzliche fixierte Einspeisetarif gilt allerdings nur für 13 Jahre. Danach wird er entsprechend der Marktlage neu ermittelt. Nach den hier getätigten groben Berechnung hätte sich die Anlage in dieser Zeit noch nicht amortisiert. Auch die Lebensdauer des Gebäudes des LIDL-Marktes beträgt in der Regel nur zwischen 10 und 20 Jahren. Eine zuverlässige Aussage über die Wirtschaftlichkeit einer solchen Anlage ist in diesem Fall also äußerst schwierig und bedarf einer exakten Berechnung der zu erwartenden Erträge sowie der Kosten durch einen Energieplaner. Auch eine zeitliche Komponente ist nicht ganz unwesentlich, da die gesetzlichen Einspeisevergütungen in den letzten Jahren jährlich neu festgelegt wurden und dabei einen fallenden Trend aufwiesen.

4.3. Orientierung der Fensterflächen

Infolge von Strahlungstransmission durch transparente Bauteile können nicht zu vernachlässigende solare Wärmegevinne verzeichnet werden, die zum einen im Heizfall den Heizwärmebedarf senken und zum anderen im Kühlfall die Gefahr der sommerlichen Überwärmung erhöhen können. Die solaren Wärmegevinne resultieren dabei laut ÖNORM B 8110-6 aus „der Sonneneinstrahlung, der Orientierung der Kollektorflächen¹⁰, dauerhafter Verschattung sowie den Transmissions- und Absorptionskenngrößen der Kollektorflächen“ [17, S. 37]

Neben den Wärmegevinnen sind bei Fenstern aber genauso die Verluste relevant. So haben die Fenster des LIDL-Marktes einen Anteil von 22% am Transmissionswärmeverlust der wärmeübertragenden Umfassungsfläche. Und das obwohl sie nur 3,6% der Hüllfläche ausmachen.

Um den Einfluss der Orientierung der Fensterflächen auf den Heizwärmebedarf des Lebensmittelmarktes feststellen zu können, wurde im ersten Schritt die Ist-Verteilung der Fensterflächen nach Himmelsrichtungen analysiert. Um das nachfolgend beschriebene besser verdeutlichen zu können findet sich in Abbildung 4.13 eine wiederholte Darstellung des Lageplans des LIDL-Marktes aus Kapitel 3.1.

¹⁰Als Kollektorfläche werden sämtliche äußeren Bauteile eines Gebäudes bezeichnet, auf die Sonnenstrahlung trifft.



Abbildung 4.13.: Lageplan der untersuchten Filiale Puchstraße

Der LIDL-Markt in der Puchstraße hat seine Hauptfensterflächen nach Süden und nach Westen weisend. Die Tabelle 4.7 zeigt die Verteilung der Fensterflächen nach Himmelsrichtungen.

Tabelle 4.7.: Verteilung der Fensterflächen nach Himmelsrichtungen

Fensterflächen		
Orientierung	m ²	%
Süd	41,21	37
Ost	17,36	16
West	47,37	43
Nord	4,80	4

Die südseitigen Fenster sind große Schaufenster, die zur Straße zeigen. Diese haben mit 41,21 m² den zweitgrößten Anteil an der Gesamtfensterfläche. Den größten Anteil hat die Westfassade. Hier sind das Oberlichtband mit 42,27 m² sowie die verglasten Eingangstüren mit 5,1 m² angeordnet. Nach Osten zeigend gibt es ein kleineres Oberlichtband sowie Fenster im Lager und im Archiv mit insgesamt 17,36 m². Die kleinste Fensterfläche mit gerade einmal 4,8 m² weist nach Norden.

Diese Ausrichtung des LIDL-Marktes basiert rein auf den geographischen Verhältnissen vor Ort und hat keine Überlegungen zur Wärmespeicherung oder zu Sonneneinflüssen im Hintergrund. Der Markt ist mit den Schaufenstern zur Grazer Ring-Bundesstraße ausgerichtet und mit dem Eingangsportal parallel zur Puchstraße, durch die die Zufahrt erfolgt. Und doch ergibt sich aus den Berechnungen mit PhPP und OIB, dass diese Ausrichtung dem Idealfall entspricht. Über 80% der transparenten Flächen zeigen nach Süden oder Westen und nutzen so die Wärmegewinne durch Sonneneinstrahlung perfekt aus.

Um den Einfluss der Orientierung der Fensterflächen abschätzen zu können wurde der Markt dreimal um je 90° gedreht, so dass er in alle Haupthimmelsrichtungen zeigt. Für jede Drehung wurde dann zum einen mit dem Passivhaus-Projektierungspaket und zum anderen mit dem Berechnungstool des OIB der Heizwärmebedarf bestimmt. Die graphische Auswertung dieser Berechnung sieht man in Abbildung 4.14.

Grundsätzlich zeigt sowohl die Berechnung nach PhPP als auch nach OIB die gleichen Tendenzen. In beiden Fällen ist die südseitige Ausrichtung die mit dem geringsten Heizwärmebedarf, dicht gefolgt von der Ausrichtung nach Osten. Einen großen Sprung gibt es bei beiden Programmen bei der Westausrichtung. Nach PhPP steigt hier der Heizwärmebedarf um 3,19 kWh/m²a und nach OIB um 2,36 kWh/m²a. Wieder nur eine unwesentliche Änderung gibt es bei dem Wechsel von West nach Nord.

Die sommerliche Überwärmung ist in diesem Fall keine relevante Größe. So beträgt der spezifische Kühlbedarf KB*, der den Kühlbedarf infolge von Sonneneinstrahlung und anderen äußeren Einflüssen angibt, für den Fall der größten solaren Gewinne gerade einmal 0,0265 kWh/m³a nach OIB. Der Grenzwert liegt hier bei 1 kWh/m³a. Die Berechnung nach PhPP berücksichtigt die Strahlungsbilanz ausführlicher als die Berechnung nach OIB. So sind im Blatt Flächen zu den umschließenden Bauteilen auch die Emissionen und Absorptionen sowie die Verschattung der Bauteile mit einem Faktor berücksichtigt. Hier ergibt sich ein jährlicher Nutzkältebedarf von 0,6 kWh/m³a.

Abschließend kann man sagen, dass es durchaus einen Einfluss der Orientierung auf den Heizwärmebedarf gibt, dieser aber keinesfalls überbewertet werden sollte. So be-

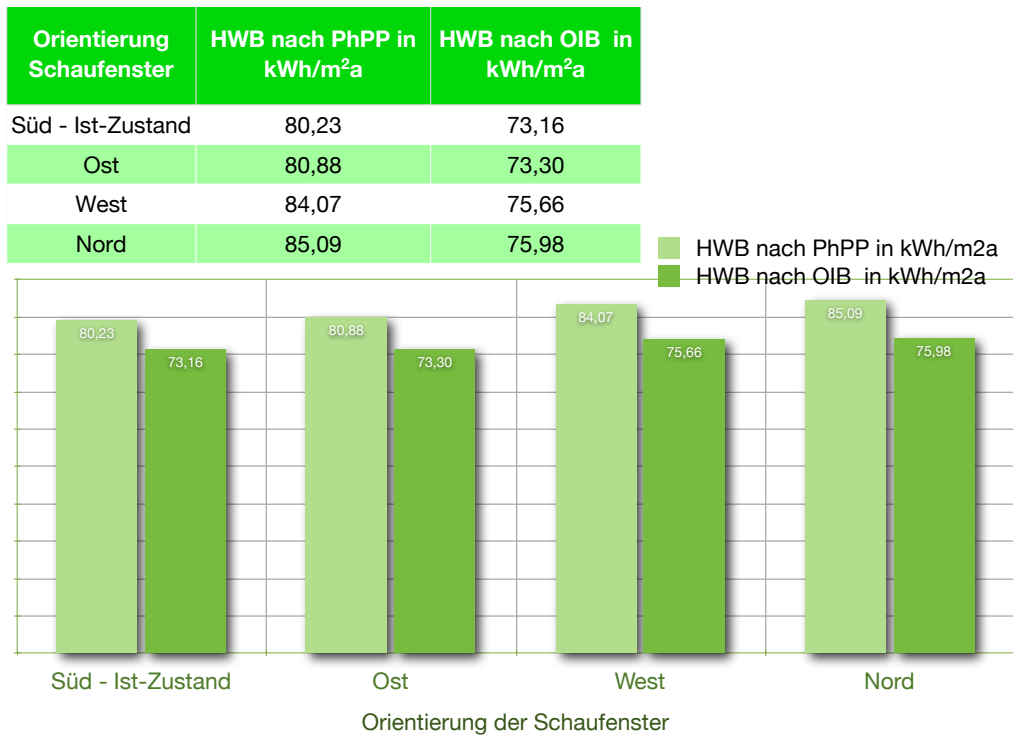


Abbildung 4.14.: Einfluss der Orientierung der Fensterflächen auf den Heizwärmebedarf

trägt der Unterschied zwischen dem besten und dem schlechtesten Ergebnis nach OIB $2,82 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, was auf die Fläche von $1117,8 \text{ m}^2$ eine jährliche Heizwärmeeinsparung von 3.152 kWh/a bedeutet und nach PhPP $4,89 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, was auf die Fläche gerechnet einen Wert von 5.466 kWh/a ergibt. Soweit möglich sollte auf eine süd-westliche oder ost-südliche Orientierung der Hauptfensterflächen geachtet werden, um die solaren Gewinne zu optimieren. Hier liegt jedoch sicherlich nicht der Schwerpunkt bei der Verbesserung der Energieeffizienz.

5. Energetisches Einsparpotential und CO_2 -Emissionen

Nach der ausführlichen Analyse der einzelnen Komponenten im vorherigen Kapitel soll nun exemplarisch am Beispiel der Gebäudehülle gezeigt werden, welche Einsparungen durch eine energieeffiziente Bauweise möglich sind.

Das Wort Einsparung bezieht sich dabei nicht nur auf die Verringerung des Strom- und Energieverbrauchs und der damit verbundenen finanziellen Einsparungen. Wesentliche Bestandteile bilden ebenfalls die Betrachtung des Primärenergieverbrauchs sowie der CO_2 -Emissionen.

5.1. Messgrößen

Primärenergie

Primärenergie bezeichnet laut ÖNORM EN 15603 die „Energie, die keinerlei Umformungs- oder Umwandlungsprozessen unterlegen“[20, S. 12] ist. Es ist also die Energie, die in den natürlich vorkommenden Energiequellen gespeichert ist, ohne Abzug der beim Umwandlungsprozess verloren gehenden Energie. Für die Kennzeichnung von Produkten ist dabei der Primärenergieinhalt (PEI) ausschlaggebend. Der PEI gibt an, wie viel Energie zur Herstellung eines Produktes oder einer Dienstleistung im gesamten Prozess verbraucht wird. Er bezieht dabei alle Vor- und Herstellungsprozesse bis zum fertigen Produkt mit ein und berücksichtigt damit sämtliche bei der Umwandlung, Aufbereitung oder beim Transport entstehenden Verluste.

Beim Primärenergieinhalt kann außerdem in einen nicht erneuerbaren und einen erneuerbaren Teil unterschieden werden. Der Anteil des nicht erneuerbaren PEI gibt dabei den Bedarf an nicht erneuerbaren energetischen Ressourcen wie Kohle, Erdgas oder Öl an, während der erneuerbare PEI den Bedarf an nachwachsenden Rohstoffen wie Holz definiert.

Endenergie

Die ÖNORM EN 15603 bezeichnet Endenergie als die „Energie, angegeben je Energieträger, die durch die Systemgrenze hindurch an die Technische Gebäudeausrüstung geliefert wird, um den berücksichtigten Verwendungszwecken zu genügen oder Strom zu erzeugen.“[20, S. 11] Als Endenergie wird also die nach Abzug aller Verluste beim Verbraucher ankommende Energie bezeichnet. Dies kann zum Beispiel sein: das Heizöl im Tank oder auch der Strom aus dem Hausanschluss.

Nutzenergie

Als Nutzenergie wird letztlich die Energie bezeichnet, die nach Abzug der beim Verbraucher entstehenden Verluste tatsächlich nutzbar ist. Ein gutes Beispiel dafür ist Licht. Der

Strom, der bezahlt wird, ist die Menge an Endenergie, die verbraucht wird. Davon wird aber nicht alles in Licht umgewandelt, sondern ein Großteil der Energie in Wärme und ein zusätzlicher kleiner Teil wird bei Leitungsverlusten verbraucht. Die Energie, die tatsächlich in Licht umgesetzt wird, wird als Nutzenergie bezeichnet.

Veranschaulicht wird dieser Sachverhalt in der Abbildung 5.1.

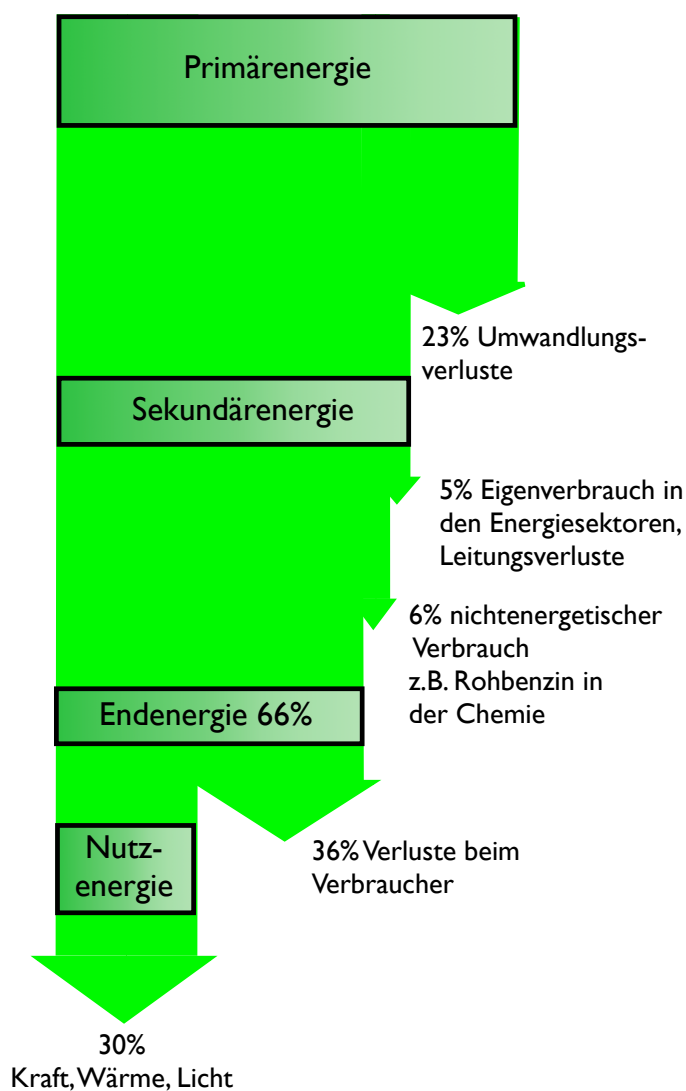


Abbildung 5.1.: Energieflussdiagramm, Quelle: nach URL: <http://www.energie-einsparcheck.de/VorOrtUnter/Warumeinspa.html> [28.06.2010]

Treibhauspotential (GWP)

Ein weiterer Betrachtungsschwerpunkt ist das Treibhauspotential der einzelnen Energieträger. „Das Treibhauspotential (Global Warming Potential) ist ein Maß für die relative Klimawirksamkeit eines Gases. Bezugsgröße ist das wichtigste Treibhausgas Kohlendioxid, dessen GWP-Wert mit 1 festgelegt ist. Für jede treibhauswirksame Substanz wird damit eine Äquivalenzmenge Kohlendioxid in Kilogramm errechnet, die von der Wärmeabsorp-

tionseigenschaft der Gase und ihrer Verweildauer in der Atmosphäre abhängt.“[6, S. 324] Durch das Herunterbrechen auf eine Äquivalenzgröße werden die einzelnen Treibhausgase mit ihrer klimaschädlichen Wirkung untereinander vergleichbar. Die Tabelle 5.1 zeigt das Treibhauspotential unterschiedlicher Treibhausgase.

Tabelle 5.1.: Treibhauspotential verschiedener Treibhausgase, Quelle: nach [6, S.324]

Treibhausgas	Treibhauspotential (GWP100 Jahre, 1994) in kg CO ₂ -Äquivalent
Kohlendioxid CO ₂	1
Methan CH ₄	25
Dichlormethan	9
HFKW R 134a	1.300
HFKW R152a	150
HFCKW R 141b	630
HFCKW R142b	2.000
Lachgas N ₂ O	320

ÖNORM EN 15603

Die europäische Norm ÖNORM EN 15603 vom 01.07.2008 definiert für die Berechnung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden verschiedene Primärenergiefaktoren und Koeffizienten für die CO₂-Produktion der unterschiedlichen Energieträger. Die dabei ermittelten „Faktoren enthalten die Energie, die für den Bau der Transformations- und Transportanlagen für die Umwandlung von Primärenergie in Endenergie erforderlich ist.“ [20, S. 55]

Die Tabelle 5.2 zeigt deutlich die unterschiedlich große Belastung der Umwelt abhängig vom gewählten Energieträger. So hat Strom aus einem Kohlekraftwerk mit einem Wert von 1.340 kg/MWh CO₂-Äquivalent das mit großem Abstand größte Treibhauspotential in der Energiegewinnung. Gleichzeitig hat es auch den größten Anteil am Verbrauch von nicht erneuerbarer Primärenergie.

Tabelle 5.2.: Primärenergiefaktoren und Koeffizienten für die CO₂-Produktion, Quelle: Ökoinventare für Energiesysteme - ETH Zürich (1996) nach [20, S.55]

	Primärenergiefaktor		Koeffizient für die CO ₂ -Produktion
	fp		K
	nicht erneuerbar	Gesamt	kg/MWh
Heizöl	1,35	1,35	330
Gas	1,36	1,36	277
Anthrazit	1,19	1,19	394
Braunkohle	1,40	1,40	433
Koks	1,53	1,53	467
Holzspäne	0,06	1,06	4
Holzblock	0,09	1,09	14
Buchenholzblock	0,07	1,07	13
Tannenholzblock	0,10	1,10	20
Elektrizität aus einem Wasserkraftwerk	0,50	1,50	7
Elektrizität aus einem Kernkraftwerk	2,80	2,80	16
Elektrizität aus einem Kohlekraftwerk	4,05	4,05	1.340
Elektrizität aus Energiemix UCPT	3,14	3,31	617

Energiemix LIDL-Filiale

Durch die in der Norm festgelegten Vergleichswerte wird es nun möglich einen Energiemix hinsichtlich seiner Umweltverträglichkeit zu bewerten und mit anderen zu vergleichen.

Der Strom, den der LIDL-Markt in der Puchstraße bezieht, wird

- zu 50,10 % aus Wasserkraft,
- zu 30,94 % aus Steinkohle,
- zu 10,07 % aus Erdöl und Erdgas und
- zu 8,89 % aus alternativen Energieträgern gewonnen.[12]

Auf der Grundlage der Primärenergiefaktoren, sowie der CO₂-Koeffizienten definiert in der ÖNORM EN 15603, sowie ergänzt um Faktoren aus der Berechnung der ESU-services GmbH in der Studie „Primärenergiefaktoren von Energiesystemen“ vom 18.12.2008 (erstellt im Auftrag des Amtes für Hochbauten der Stadt Zürich), lassen sich nun die Kennzahlen für den Energiemix der LIDL-Filiale errechnen.

In der Tabelle 5.3 wurde in Abhängigkeit der verwendeten Energieträger der PEI errechnet.

Für den speziellen Strommix des LIDL-Marktes ergibt sich ein Faktor von 1,45 für den Primärenergieinhalt. Das heißt, dass für 1 kWh Strom, die der Markt verbraucht, 1,45 kWh Primärenergie aufgewendet werden müssen. Davon stammen 0,53 kWh aus nicht erneuerbaren Quellen.

Tabelle 5.3.: gewichteter Primärenergiefaktor für den Energiemix der LIDL-Filiale

Energieträger mit Herkunftsnachweis	Aufbringung in Prozent	Primärenergiefaktor	
		nicht erneuerbar	Gesamt
Wasserkraft	50,10 %	0,03	1,5
Steinkohle	30,94 %	1,19	1,19
Erdöl oder dessen Produkte	6,12 %	1,35	1,35
Erdgas	3,95 %	1,36	1,36
Windenergie	3,93 %	0,11	1,33
Biomasse	3,82 %	0,15	3,8
sonstige Ökoenergie	1,14 %	-	-
Strommix	100,00 %	0,53	1,45

Die CO₂-Emissionen werden für diesen spezifischen Energiemix vom Energieanbieter mit 248,19 g/kWh angegeben.

Neben dem Strom bezieht der Markt auch Erdgas zum Betrieb der Wärmepumpe. Erdgas hat laut ÖNORM EN 15603 die in der Tabelle 5.2 dargestellten Faktoren und Koeffizienten. Der Primärenergiefaktor beträgt 1,36 und der Koeffizient für die CO₂-Produktion beträgt 277 kg/MWh.

5.2. Einsparpotential im Bereich der Gebäudehülle

5.2.1. Heizwärmebedarf

Zur Analyse des Einsparpotentials im Bereich der Gebäudehülle wurden im ersten Schritt neun Varianten für unterschiedliche Dämmstoffdicken gebildet, die dann über den jährlichen Heizwärmebedarf miteinander verglichen wurden.

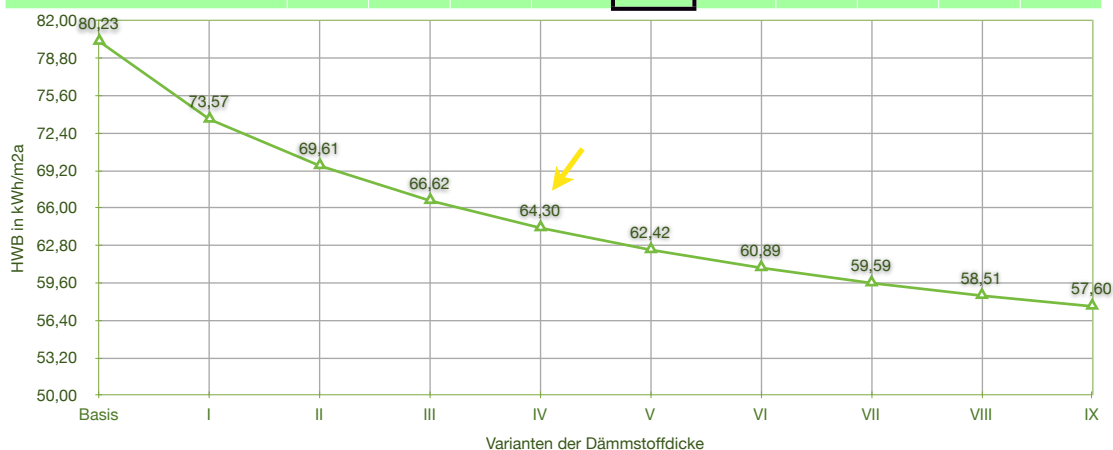
Die Dämmstoffdicke der Außenwände sowie der Bodenplatte wurde dabei schrittweise um je 2 cm bis zu 26 cm an den Außenwänden und 24 cm am Boden erhöht. Im Dach wurde nur eine Erhöhung um insgesamt 2 cm vorgenommen, da die Analysen im Kapitel 4.1 ergeben haben, dass eine weitere Erhöhung nur sehr geringe Verbesserungen beim Heizwärmebedarf zur Folge hat.

Wie in der Tabelle 5.4 sehr schön erkennbar, ergibt bereits eine Erhöhung der Dämmstoffdicke um nur je 2 cm in allen Bauteilen eine jährliche Heizwärmebedarfseinsparung von 6,65 kWh/m²a. Bei einer Fläche von 1.117,8 m² macht das bereits eine jährliche Einsparung von 7.433 kWh/a.

Sinnvolle Einsparungen erhält man analog der Analyse im Kapitel 4.1 bis zur Variante IV. In dieser Variante haben die Außenwände eine 16 cm hohe Dämmung, die Bodenplatte 14 cm und das Dach 22 cm. Für die Außenwände bedeutet dies eine Verdopplung der Dämmstoffdicke. In der Bodenplatte wird sie sogar mehr als verdoppelt und im Dach um 2 cm erhöht. Das ergibt U-Werte von 0,19 W/m²K für die Außenwände, 0,22 W/m²K für

Tabelle 5.4.: Varianten der Dämmstoffdicken mit jährlichem Heizenergiebedarf

Varianten der Dämmstoffdicke										
	Basis	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Außenwand (in m)	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26
Boden (in m)	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24
Dach (in m)	0,20	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
HWB in kWh/m ² a	80,23	73,57	69,61	66,62	64,30	62,42	60,89	59,59	58,51	57,60



die Fundamentplatte und 0,16 W/m²K für die Dachebene. Übersichtlich dargestellt sind diese Ergebnisse in Tabelle 5.5 .

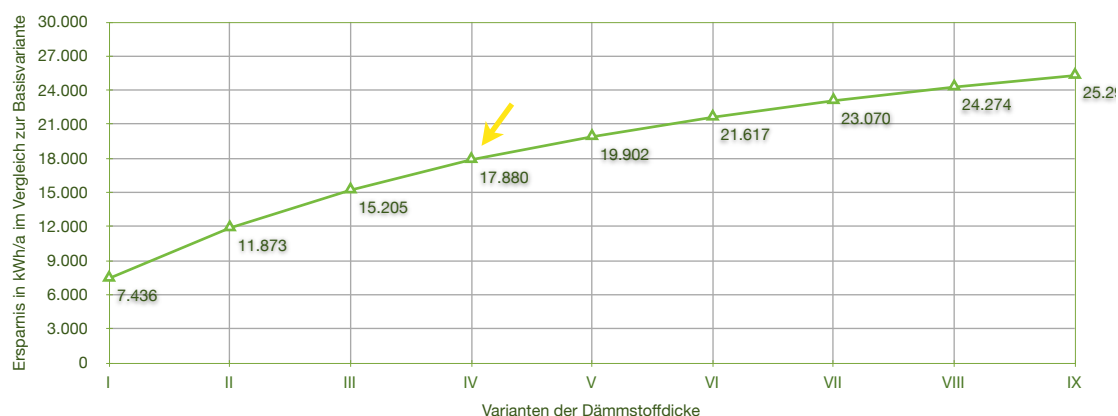
Tabelle 5.5.: Optimale Dämmstoffdicken für die wärmeübertragenden Bauteile des LIDL-Marktes

Optimale Dämmstoffdicken der Bauteile		
	Dämmstoffdicke in m	U-Wert in W/m ² K
Außenwand	0,16	0,19
Bodenplatte	0,14	0,22
Dach	0,22	0,16

In der Variante IV ergibt sich eine Verringerung des Heizwärmebedarfs um fast 16 kWh/m²a auf 64 kWh/m²a. Bei einer Fläche von 1.117,8 m² ergibt dies eine jährliche Heizenergieersparnis von 17.807 kWh. Deutlich werden die möglichen Einsparungen in der Tabelle 5.6.

Tabelle 5.6.: Jährliche Heizenergieersparnis bei verschiedenen Dämmstoffdicken

Varianten der Dämmstoffdicke											
	Basis	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Außenwand (in m)	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	
Boden (in m)	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	
Dach (in m)	0,20	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	
HWB in kWh/m ² a	80,23	73,57	69,61	66,62	64,30	62,42	60,89	59,59	58,51	57,60	
Heizenergieersparnis in kWh/a		7.436	11.873	15.205	17.880	19.902	21.617	23.070	24.274	25.290	



5.2.2. Treibhausgasemissionen

Um die Auswirkungen der Einsparung von Treibhausgasemissionen im LIDL-Markt in der Puchstraße stärker zu verdeutlichen, wurden sie mit den CO₂-Emissionen verschiedener Verkehrsmittel verglichen. Die Abbildung 5.2 zeigt den spezifischen Energieverbrauch sowie CO₂-Emissionen von Verkehrsmitteln.

Für Vergleichszwecke wurden exemplarisch die Emissionen eines Benzin PKW's mit 200 gCO₂/Personen – km gewählt.

Bei dem errechneten Heizwärmebedarf des LIDL-Marktes von 80 kWh/m²a werden bei einer Fläche von 1.117,8 m² 89.681 kWh/a an Heizenergie benötigt. Bei einem Treibhauspotential von 0,277 kg/kWh für Erdgas (siehe Tabelle 5.2) sind das somit 24.841 kgCO₂ – Äquivalent/a.

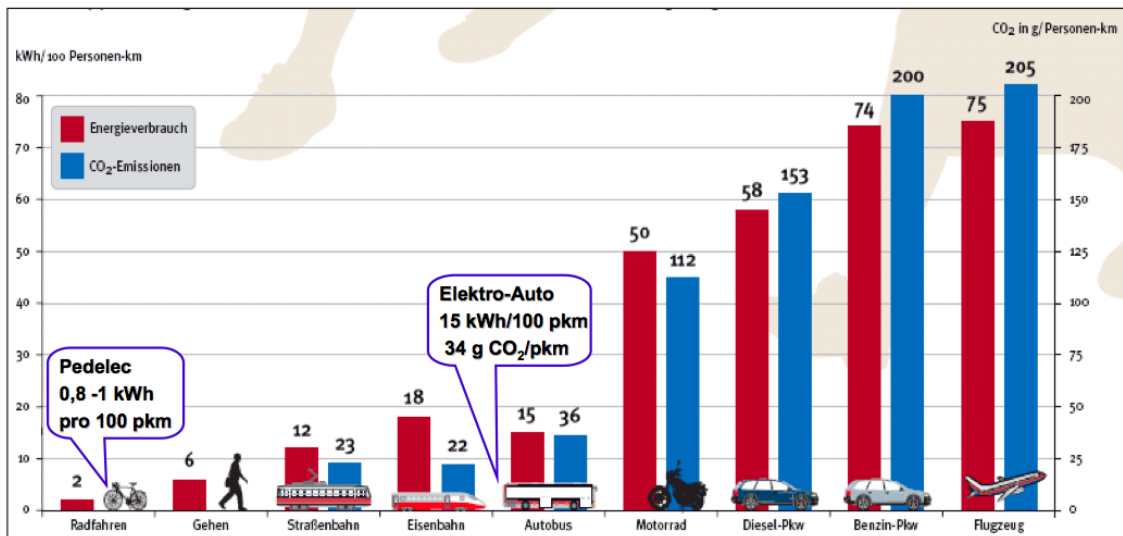
Es wird also jährlich genauso viel Treibhausgas in die Atmosphäre entlassen wie bei 124.204 Personen – km ausgestoßen werden. Ein österreichisches Auto fährt in etwa 13.500 km im Jahr.¹ Das entspricht also den jährlichen Treibhausgasemissionen von 9,2 Autos.

Bei einer Erhöhung der Dämmstoffdicke auf die Variante IV ergibt sich eine CO₂-Ersparnis von 4.933 kg/a. Dies entspricht in etwa dem Jahresverbrauch von 1,8 österreichischen PKW's.

Graphisch dargestellt ist dieser Zusammenhang in der Tabelle 5.7.

¹URL: <http://www.vcoe.at/start.asp?ID=7986&b=92> [28.06.2010]

5. Energetisches Einsparpotential und CO₂-Emissionen

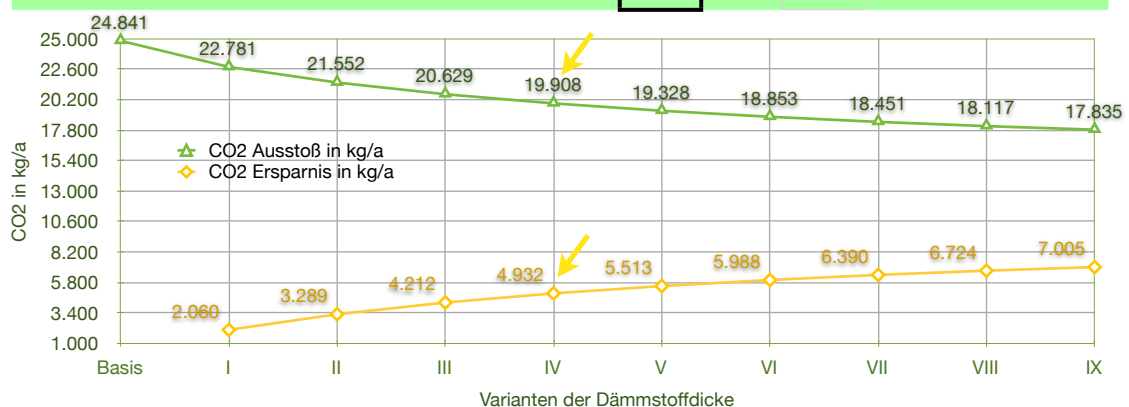


Quelle: klimafreundlich mobil, Katalog zur Ausstellung im Technischen Museum, Wien

Abbildung 5.2.: Spezifischer Energieverbrauch sowie CO₂-Emissionen von Verkehrsmitteln, Quelle: <http://www.energyagency.at/fileadmin/aea/pdf/mobilitaet-verkehr> [23.06.2010]

Tabelle 5.7.: CO₂-Ausstoß und -Ersparnis in kg/a bei den verschiedenen Varianten der Dämmstoffdicke im Gebäude des LIDL-Marktes

Varianten der Dämmstoffdicke										
	Basis	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Außenwand (in m)	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26
Boden (in m)	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24
Dach (in m)	0,20	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
HWB in kWh/m ² a	80,23	73,57	69,61	66,62	64,30	62,42	60,89	59,59	58,51	57,60
CO ₂ Ausstoß in kg/a	24.841	22.781	21.552	20.629	19.908	19.328	18.853	18.451	18.117	17.835
Personen-km bei CO ₂ -Ausstoß	124.204	113.905	107.759	103.145	99.542	96.639	94.264	92.253	90.584	89.177
CO ₂ Ersparnis in kg/a		2.060	3.289	4.212	4.932	5.513	5.988	6.390	6.724	7.005
Personen-km bei CO ₂ -Ersparnis		10.299	16.445	21.059	24.662	27.565	29.940	31.952	33.620	35.027



5.2.3. Primärenergieinhalt

Auch der momentane Primärenergieverbrauch des LIDL-Marktes in der Puchstraße ist beachtlich. So werden für den derzeitigen Stromverbrauch von durchschnittlich 232.603 kWh/a 337.273 kWh/a an Primärenergie gebraucht.

Eine wesentliche und vor allem umweltverträgliche Verminderung des Primärenergieverbrauchs lässt sich durch die Wahl der Stromproduktion erreichen. Würde man beim Stromeinkauf zum Beispiel auf Strom aus 100% Wasserkraft setzen, so würde sich der Primärenergiefaktor für nicht erneuerbare Energien auf 0,03 verringern. Dies bedeutet, dass für die momentan gebrauchten 232.602 kWh/a nur noch 6.978 kWh/a an nicht erneuerbaren Energien aufgebraucht werden müssten. Zum Vergleich dazu: derzeit werden 123.279 kWh/a an fossiler Energie gebraucht, um den Strombedarf des LIDL-Marktes zu decken. Ein Umstieg auf 100% Wasserkraft würde den Verbrauch fossiler Energieträger um 94,3% verringern.

6. Bewertung nach dem klima:aktiv haus Kriterienkatalog

Klima:aktiv ist eine Initiative des Lebensministeriums, die sich aktiven Klimaschutz zum Ziel gesetzt hat. Wie bereits in Kapitel 2.4 beschrieben, gibt es die vier Themenbereiche Bauen und Sanieren, Erneuerbare Energien, Energiesparen und Mobilität.

Im Bereich Bauen und Sanieren wurde ein Gebäudestandard entwickelt, der helfen soll die Qualität eines Gebäudes vergleichbar zu machen.¹

Für den in dieser Arbeit betrachteten LIDL-Lebensmittelmarkt wird in diesem Kapitel die Möglichkeit einer Zertifizierung nach „klima:aktiv haus“ Kriterien für Dienstleistungs- und Verkaufsgebäude geprüft. Dabei wird nach der Systematik des klima:aktiv Kriterienkataloges vorgegangen. Zur besseren Nachvollziehbarkeit werden die Überschriften von klima:aktiv dabei direkt übernommen. Viele Anforderungen aus dem klima:aktiv Kriterienkatalog verlangen eine sorgfältige Planung und Vorbereitung schon bevor man mit dem Bau beginnt. Der hier betrachtete Lebensmittelmarkt wurde ohne die Absicht einer solchen Zertifizierung gebaut und kann dementsprechend im Ist-Zustand die Kriterien, die schon bei der Planung berücksichtigt werden müssen, nicht erfüllen. Plant man jedoch einen Neubau nach klima:aktiv zu zertifizieren, so lassen sich viele der geforderten Punkte bereits frühzeitig und damit oft auch ohne erheblichen finanziellen Aufwand in die Planung mit einbeziehen, um so wesentlich mehr Punkte für eine Bewertung zu erreichen. Zu jedem der im Ist-Zustand nicht erfüllten Kriterien wird eine subjektive Einschätzung hinzugefügt, die eine Erleichterung für die Planung der Zertifizierung eines Neubaus darstellen soll.

Diese Bewertung ist nicht dazu gedacht die Umgestaltung des bereits vorhandenen Marktes anzuregen. Es soll viel mehr an dem untersuchten Beispielgebäude gezeigt werden, welcher Aufwand bei einem Neubau nötig wäre um die Zertifizierung nach klima:aktiv zu erreichen.

In einigen wenigen Bereichen werden daher auch Punkte vergeben, wenn das geforderte Kriterium im Markt in der Puchstraße noch nicht erfüllt wurde, aber bereits gängige Praxis in neueren Märkten des Unternehmens ist.

Die Gebäudebewertung bei klima:aktiv erfolgt nach einem Punktesystem. Ein Gebäude kann maximal 1.000 Punkte erreichen, wobei diese nach verschiedenen Bewertungsrubriken aufgeteilt sind:

- „100 Punkte für Planung und Ausführung,
- 600 Punkte für Energie und Versorgung,
- 200 Punkte für Baustoffe und Konstruktion [und]
- 100 Punkte für Komfort und Raumluftqualität“.[10, S.4]

¹URL: <http://www.klimaaktiv.at/article/archive/25247> [30.06.2010]

Und weiter heißt es zur Beurteilung: „In jeder Bewertungsrubrik gibt es verschieden gewichtete Kriterien, bezüglich der Kriterien wird unterschieden zwischen Muss- und Zusatzkriterien.

Die Summe der Punktezahlen aller Einzelkriterien einer Rubrik liegt [...] höher, als die oben aufgeführte maximale Punktezahl.

Ein klima:aktiv haus - Dienstleistungsgebäude bzw. Verkaufsgebäude erfüllt alle Musskriterien und erreicht mindestens **700 Punkte**.“[10, S.4]

6.1. Planung und Ausführung

Die erste Rubrik bewertet die Planung und Ausführung eines neuen Gebäudes. Hier gibt es Punkte für die Förderung emissionsarmer Mobilität, eine Lebenszykluskostenbetrachtung, den Einsatz ökologischer Bauprodukte sowie eine wärmebrückenoptimierte Gebäudehülle. Zudem gibt es die beiden Musskriterien einer luftdichten Gebäudehülle sowie die Erfassung der Energieverbräuche.

6.1.1. Planung

Vermeidung von motorisiertem Individualverkehr

Neben der Energie, die ein Gebäude an sich verbraucht, verursacht es ebenso einen Energiebedarf durch die An- und Abreise seiner Nutzer. „Legt jeder Angestellte einen täglichen Weg von 10 km (Summe Hin- und Rückfahrt) allein im PKW zurück, so übersteigt der Primärenergiebedarf für Mobilität mit $68 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ den Bedarf für alle Energieanwendungen in einem Dienstleistungsgebäude im Passivhausniveau.“ [10, S.8] Abbildung 6.1 verdeutlicht den großen Energiebedarf für ein Gebäude, dass zu 100% von seinen Mitarbeitern mit dem PKW erreicht wird.

Ziel der klima:aktiv Initiative ist es daher den mobilisierten Individualverkehr bestmöglich einzuschränken und die Bauherren schon in der Planung anzuregen, auf eine leichte Erreichbarkeit des Gebäudes mit öffentlichen Verkehrsmitteln oder Fahrrädern zu achten. Des Weiteren wird auch auf eine gute Infrastruktur in Form von Restaurants und Einkaufsmöglichkeiten viel Wert gelegt.

Die Erreichbarkeit mit öffentlichen Verkehrsmitteln wird über ein Punktesystem bewertet. Dabei wird zum einen darauf geachtet, dass Haltestellen einer Bus- oder Bahnlinie nicht mehr als 300 m vom Grundstück entfernt vorhanden sind und zum anderen, dass sie an Werktagen zwischen 7:00 und 19:00 mindestens im Stundentakt von den öffentlichen Verkehrsbetrieben bedient werden.

Das Grundstück in der Puchstraße hat 2 Haltestellen mit einer Entfernung von weniger als 300 m. Diese werden von der Linie 64 und von der Linie 80 bedient. Für die Kategorie „Erreichbarkeit mit öffentlichen Verkehrsmittel“ ergibt das 16 Punkte. Die Tabelle 6.1 zeigt die Punkteverteilung nach klima:aktiv sowie die Punkte für den LIDL-Markt.

Für eine gute Infrastruktur in der Nähe werden Restaurants oder Einkaufsmöglichkeiten des täglichen Bedarfs in einer Entfernung von unter 300 m mit je zwei Punkten bewertet und in einer Entfernung von unter 500 m mit je einem Punkt. Die maximal mögliche Punktezahl beträgt hier 5.

Der LIDL-Markt in der Puchstraße ist selber eine Einkaufsmöglichkeit des täglichen Bedarfs und bekommt daher zwei Punkte. Zudem gibt es ein Pizzarestaurant sowie eine Tankstelle mit Imbiss in je unter 300 m Entfernung. Damit hat der LIDL-Markt in dieser

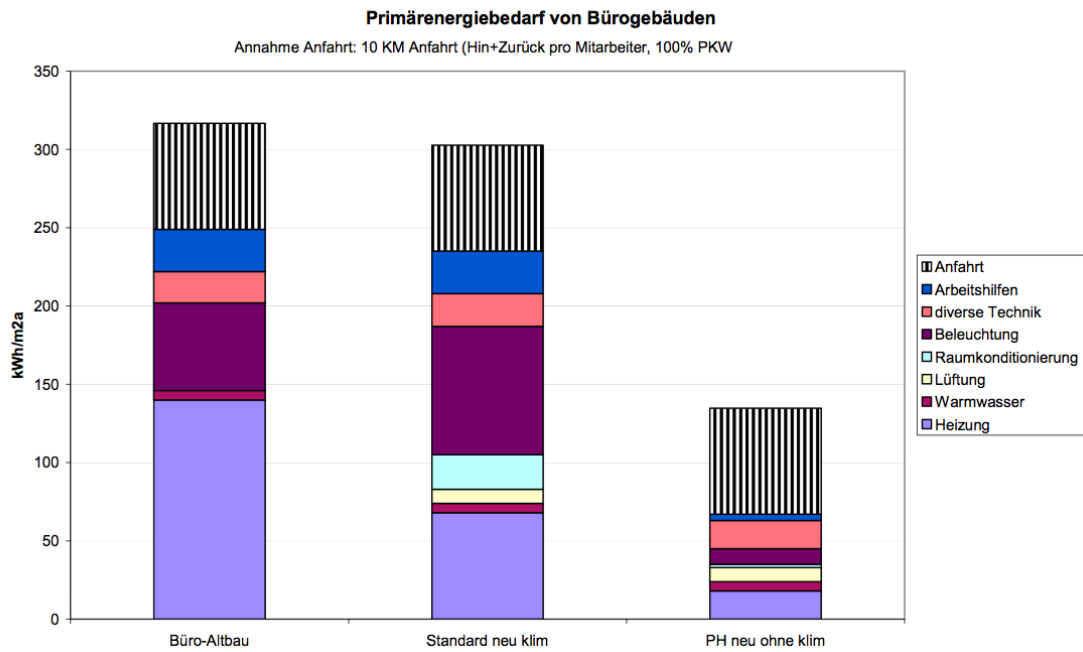


Abbildung 6.1.: Primärenergiebedarf von Bürogebäuden inkl. Bedarf Mobilität PKW, Quelle: [10, S.7]

Kategorie die maximale Punktzahl erreicht. Zu sehen ist diese Punkteverteilung in der Tabelle 6.2.

Tabelle 6.1.: Punkte für die Erreichbarkeit mit öffentlichen Verkehrsmitteln nach dem Kriterienkatalog klima:aktiv haus Dienstleistungs- und Verkaufsgebäude sowie erreichte Punkte für den LIDL-Markt in der Puchstraße

Erreichbarkeit mit öffentlichen Verkehrsmitteln	Punkte
Punkte pro Haltestelle (Bus) im Radius von 300 m bei Stundentakt oder kürzer	je 2
Punkte pro Haltestelle (Bus) im Radius von 300 m bei Halbstundentakt oder kürzer	je 4
Punkte pro Haltestelle (Bahn) im Radius von 500 m bei Stundentakt oder kürzer	je 1
Punkte pro Haltestelle (Bahn) im Radius von 500 m bei Halbstundentakt oder kürzer	je 2
	max. 20

Erreichbarkeit des Lidl-Marktes mit öffentlichen Verkehrsmitteln	Punkte
Buslinie 64 Richtung St.Peter, Entfernung 260 m, alle 15 Minuten	4
Buslinie 64 Richtung Wetzelsdorf, Entfernung 260 m, alle 15 Minuten	4
Buslinie 80 Richtung Puntigam, Entfernung 270 m, Halbstundentakt	4
Buslinie 80 Richtung Feldkirchen, Entfernung 270 m, Halbstundentakt	4
Gesamt	16

Tabelle 6.2.: Punkte für die Infrastruktur nach dem Kriterienkatalog klima:aktiv haus Dienstleistungs- und Verkaufsgebäude sowie erreichte Punkte für den LIDL-Markt in der Puchstraße

gute Infrastruktur in der Nähe	Punkte
Restaurant, Einkaufsmöglichkeit des täglichen Bedarfs in Entfernung < 300 m	je 2
Restaurant, Einkaufsmöglichkeit des täglichen Bedarfs in Entfernung < 500 m	je 1
	max. 5

Infrastruktur des Lidl-Marktes	Punkte
Einkaufsmöglichkeit Lidl-Markt (0 m Entfernung)	2
Pizza Restaurant (ca 200 m Entfernung)	2
Tankstelle mit Imbiss (ca 100 m Entfernung)	2
Gesamt	5

Die letzte Bewertungskategorie bei der „Vermeidung von motorisiertem Individualverkehr“ [10, S.7] ist die Erhöhung des Anteils der Fahrräder. Hier werden Punkte für die Zahl der Mitarbeiter-Fahrradstellplätze sowie für Duschen am Arbeitsplatz vergeben. Die Fahrradstellplätze müssen dabei folgende Kriterien erfüllen:

- „Die Fahrradstellplätze für die Mitarbeiter sind überdacht, barrierefrei-fahrend erreichbar und eingangsnah
- Sie sind mit Diebstahlschutz versehen und vandalismussicher (Einhausung mit Tür oder alternativ Fahrrad-Rahmen ankettbar)
- Es sind qualitätvolle Fahrradständer vorhanden (nicht nur Vorderrad ein-klemmbar)
- Die Stellplätze sind mindestens 70 cm breit und 200 cm lang (bei Hochtief-Parkern reichen 50 cm Breite), hinter den Stellplätzen ist eine Rangier-fläche von mindestens 200 cm vorhanden
- Sind die Fahrradstellplätze der Mitarbeiter in einer Tiefgarage angeord-net, so sind zusätzlich oberirdische Besucher-Fahrradabstellplätze vorzu-sehen. Pro 10 Mitarbeiter ist ein Besucher-Fahrradstellplatz vorzusehen
- Für die Besucher-Fahrradstellplätze gelten die gleichen Mindestanforde-rungen, wie für die Mitarbeiter-Stellplätze“ [10, S.9f.]

Fahrradstellplätze gehören bei LIDL Austria GmbH zur Grundausstattung eines Supermarktes und sind daher auch im Markt in der Puchstraße vorhanden. Jedoch erfüllen sie nicht die strengen klima:aktiv Kriterien bezüglich Diebstahlschutz und Vandalismussicherheit und können daher nicht bewertet werden. Der Markt bekommt hier also keine Punkte. Bei einem Neubau oder einer Umrüstung auf die geforderten Standards von klima:aktiv können hier jedoch leicht weitere 20 Punkte erreicht werden, womit in dieser Kategorie die Höchstpunktzahl erreicht wäre.

Vereinfachte Berechnung der Lebenszykluskosten

Für eine vereinfachte Wirtschaftlichkeitsabschätzung mittels des Lebenszykluskostenrech-ners von klima:aktiv² erhält man 30 Punkte. Weitere 20 Punkte werden für eine unab-hängige Planungsbegleitung vergeben. Diese Beratung umfasst unter anderem folgende Leistungen:

²Den Lebenszykluskostenrechner kann man online unter
URL: <http://www.klimaaktiv.at/article/articleview/75401/1/27218> abrufen

- „Definition projektspezifischer energetischer und ökologischer Ziele (z.B. Punktzahl im Kriterienkatalog klima:aktiv haus, ggf. Erfüllung von Einzelmaßnahmen des Katalogs)
- Mitwirkung bei der Vergabe der energierelevanten Planungsaufgaben
- Beratung bei der Vergabe der energierelevanten Planungsaufgaben
- Beratung in den Leistungsphasen Vorentwurf, Entwurf, Detailplanung, Ausschreibung und Vergabe
- Mitwirkung bei der Qualitätssicherung
- Recherche von Fördermöglichkeiten“ [10, S.11]

Für diese Anforderung in der Bewertung können derzeit keine Punkte vergeben werden, da keine Lebenszykluskostenberechnung bei der Planung des Gebäudes gemacht wurde. Bis jetzt wurde aber auch keine Beurteilung nach klima:aktiv angestrebt, was solch eine Berechnung nötig gemacht hätte. Will man in Zukunft ein Gebäude nach klima:aktiv Standards zertifizieren lassen, so stellt die Lebenszykluskostenberechnung keinen großen Aufwand dar, so dass hier leicht 30 Punkte dazu gewonnen werden können. Ist man weiters noch bereit eine unabhängige Planungsbegleitung zu engagieren, können in dieser Anforderung 50 Punkte vergeben werden.

Produktmanagement - Einsatz schadstoffarmer und emissionsarmer Bauprodukte

Viele Bauprodukte können eine erhöhte Schadstoffkonzentration in der Raumluft und ganz allgemein im Gebäude verursachen. Im Besonderen ist dabei auf die Vermeidung von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC)³ zu achten.

Schadstoffe in relevantem Ausmaß können vor allem von den Produktgruppen in der Tabelle 6.3 abgegeben werden.

Für eine Punktevergabe bei der klima:aktiv Bewertung muss die Kontrolle „durch unabhängige Dritte (intern oder extern) durchgeführt [werden] und umfasst die Verankerung ökologischer Kriterien in den Ausschreibungen und bei der Auftragsvergabe, die Freigabe der Bauprodukte vor Einsatz auf der Baustelle sowie eine kontinuierliche Qualitätssicherung auf der Baustelle.“ [10, S.14] Zudem wird als Nachweis eine „Bauproduktenliste aller freigegebenen Bauprodukte auf der Baustelle [und] ein Endbericht über die Qualitätssicherung auf der Baustelle“ [10, S.14] verlangt.

Erfüllt man diese Kriterien durch eine unabhängige interne Kontrolle, so werden 40 Punkte vergeben. Bei einer externen Leistungsvergabe erhält man 50 Punkte.

Dieses Kriterium verlangt bereits in der Planungsphase eine ökologisch bewusste Herangehensweise an das Bauvorhaben. Die gestellten Kriterien sollen bereits in der Ausschreibung verankert und dann während des Bauens entsprechend überwacht und dokumentiert werden. Für das Gebäude in der Puchstraße trifft dies klarerweise nicht zu, da bei der Planung des Baus noch nicht an eine Zertifizierung nach klima:aktiv gedacht wurde. Hier können also keine Punkte vergeben werden. Für eine zukünftige Zertifizierung ist die Verankerung ökologischer Maßstäbe in der Ausschreibung aus meiner Sicht jedoch denkbar, womit auch hier Punkte erreicht werden könnten.

³Flüchtige organische Verbindungen sind kohlenstoffhaltige Stoffe, die leicht verdampfen (Quelle: URL: http://de.wikipedia.org/wiki/Flüchtige_organische_Verbindingen [01.07.2010])

Tabelle 6.3.: Produktgruppen mit möglichen Schadstoffen in relevantem Ausmaß, Quelle: nach [10, S.13]

Holz und Holzwerkstoffe
Holzwerkstoffplatten
Massivholz, beschichtet
Massivholz, naturbelassen
Holzböden (Fertigparkett, Vollholz)
Bodenbeläge
Elastische Bodenbeläge
Textile Bodenbeläge
Bauchemikalien
Wandfarben
Sonstige Anstriche
Klebstoff, im Besonderen Verlegewerkstoffe
Abdichtungsmaterialien
Sonstige Bauchemikalien großflächig

Gebäudehülle wärmebrückenoptimiert

Eine Wärmebrücke bezeichnet einen Bereich in einem Bauteil, an dem die Wärme intensiver nach außen dringt, als an den umgebenden Bereichen. Hier herrscht immer eine erhöhte Gefahr der Kondenswasser- sowie Schimmelpilzbildung. Außerdem ist es ein Bereich mit erhöhtem Transmissionswärmeverlust, was sich schlussendlich in einem höheren Heizwärmebedarf widerspiegelt.

Wärmebrücken in einem Gebäude zu reduzieren kann im Allgemeinen durch eine sorgfältige Planung ohne großen finanziellen Aufwand geschehen. Es wird aber immer einen sehr hohen Kundennutzen auf Seiten des Bauherren haben, da sich die Bauschadenssicherheit stark erhöht, Transmissionswärmeverluste verringert werden und Gesundheitsrisiken, durch etwa Schimmelpilzbefall sinken.[10]

Die wohl häufigste Wärmebrücke ist geometrisch bedingt. Wie man in Abbildung 6.2 sehen kann, ist zum Beispiel an einer Hauskante das Verhältnis von innerer Wandoberfläche zu äußerer Oberfläche sehr klein. Der relativ kleinen inneren wärmeaufnehmenden Fläche steht eine sehr große äußere wärmeabgebende Fläche gegenüber. Das bewirkt, dass die Wärme an Hauskanten viel intensiver abfließt und sich dort eine viel niedrigere innere Oberflächentemperatur einstellt, als an ungestörten Wänden, an denen die innere Oberfläche gleich groß ist wie die Äußere.

Für LIDL Austria GmbH wurden im Februar 2009 einige Filialen thermographisch⁴ untersucht. Das heißt, die Filialen wurden mit einer Wärmebildkamera auf große Temperaturunterschiede in den Außenwänden überprüft. Die Abbildung 6.3 zeigt eine typische Wärmebrücke in einer Filiale. Man sieht deutlich den Temperaturunterschied von fast 10°C im Eckbereich des Raumes zu den angrenzenden Wandflächen.

Des Weiteren gibt es konstruktive und materialbedingte Wärmebrücken.

⁴Thermographie ist ein Verfahren, mit dem Wärmestrahlungen sichtbar gemacht werden können.

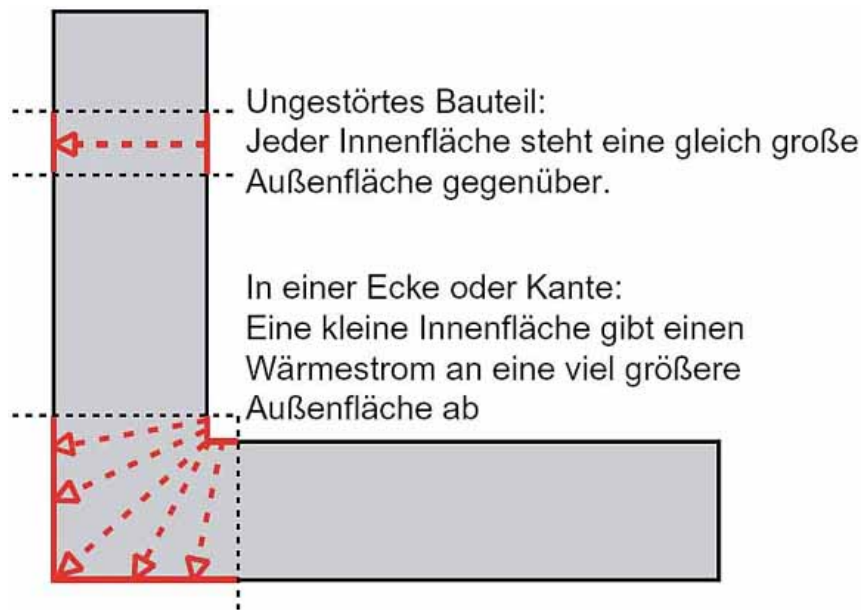


Abbildung 6.2.: Geometrische Wärmebrücke,
Quelle: <http://www.fill-it.de/typo3/cms/index.php?id=41>

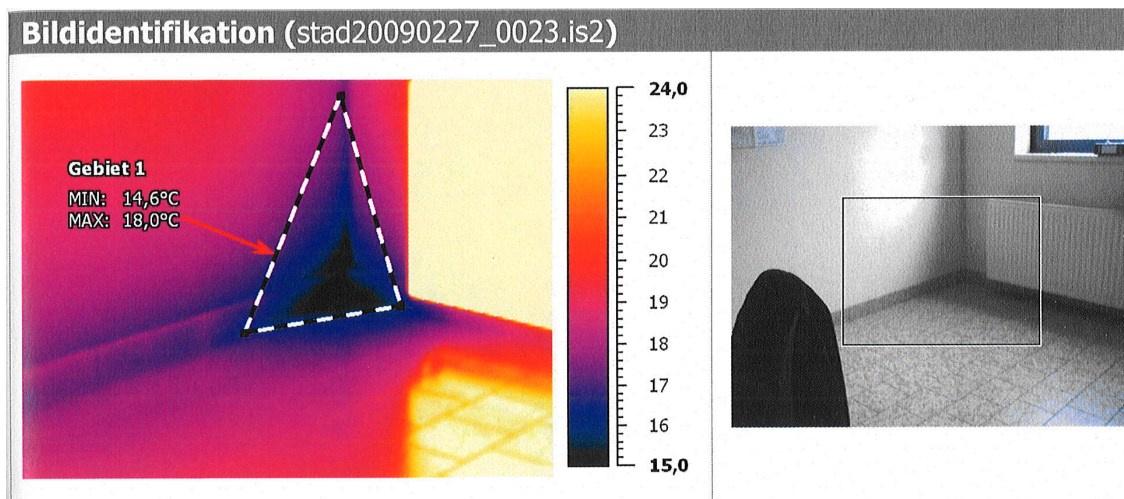


Abbildung 6.3.: Wärmebrücke in einer LIDL-Filiale, Quelle: LIDL Austria GmbH

Ein Beispiel für eine konstruktive Wärmebrücke sieht man in der Abbildung 6.4 des Attika/Wandanschlusses des untersuchten LIDL-Marktes. Hier sieht man deutlich den Wärmefluss des Bauteils. Niedrige Temperaturen werden dabei in blau, höhere Temperaturen in rot dargestellt. In diesem Detail beträgt die niedrigste raumseitige Oberflächentemperatur 17°C bei einer Raumtemperatur von 20°C. Die niedrigste äußere Wandtemperatur beträgt -7°C bei einer Außenlufttemperatur von -10°C. Bei diesen Werten besteht keine Gefahr der Kondensat- oder Schimmelpilzbildung. Würde die innere Oberflächentemperatur jedoch auf unter 11°C sinken oder die relative Luftfeuchtigkeit auf über 80% steigen, so besteht die Gefahr der Kondenswasserbildung. Kondenswasser in den Bauteilen kann

zum einen dazu führen, dass sich Schimmelpilze bilden und zum anderen, dass der vorgeschriebene Mindestwärmeschutz nicht mehr gewährleistet werden kann.

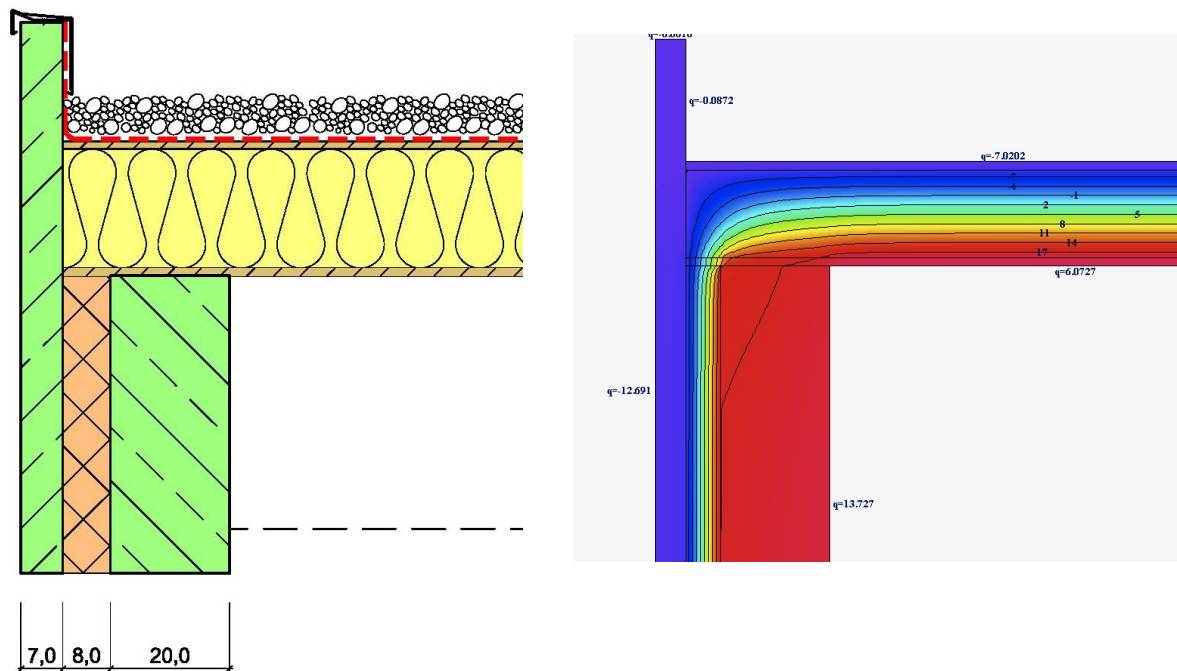


Abbildung 6.4.: Konstruktive Wärmebrücke in der Attika des untersuchten Marktes

Aber auch ohne die Gefahr einer Kondensat- oder Schimmelpilzbildung beeinflusst eine Wärmebrücke das gesamte Gebäude. Die hier abgebildete Wärmebrücke hat einen Verlustkoeffizienten von $0,09 \text{ W/mK}$. Dies hat eine Erhöhung des Heizwärmebedarfs von $1,22 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ und auf die Fläche gerechnet einen Mehrbedarf an Heizenergie von 1.358 kWh/a zur Folge.

Als letztes Beispiel soll hier noch die materialbedingte Wärmebrücke erklärt werden. Sie entsteht, wenn unterschiedliche Baustoffe in einem Querschnitt liegen. Ein gutes Beispiel dafür sind Stahlbetonstützen im Mauerwerk. Die Stahlbetonstützen leiten die Wärme in der Regel besser als das angrenzende Mauerwerk. Verdeutlicht wird diese Wärmebrücke in der Abbildung 6.5.

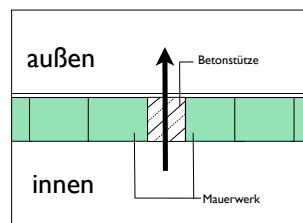


Abbildung 6.5.: Materialbedingte Wärmebrücke, Quelle: nach [4, S.181]

Für eine Beurteilung nach klima:aktiv ist die „zeichnerische Darstellung der relevanten Anschlussdetails im Maßstab 1:20 oder größer“ erforderlich sowie ein „quantitativer Nachweis der Wärmebrückenwirkung“.[10, S.16] Der quantitative Nachweis kann dabei entweder

durch Werte aus einem Wärmebrückenkatalog oder durch eine detaillierte Wärmebrückenberechnung nach ÖNORM EN ISO 10211-1 bzw. 2 erbracht werden.

30 Punkte gibt es dabei für eine wärmebrückenfreie Konstruktion. Das ist eine Konstruktion, bei der die Erhöhung des mittleren U-Wertes U_m ⁵ der Gebäudehülle auf Grund von Wärmebrücken unter $0,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ liegt. Beträgt die Erhöhung von U_m bis $0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$, so „erfüllt [das Gebäude] die Mindestanforderung im Programm klima:aktiv haus Dienstleistungsgebäude / Verkaufsgebäude und erhält 10 Punkte“ [10, S.17]. Dazwischen liegende Werte werden linear interpoliert. Beträgt die mittlere Erhöhung des U-Wertes mehr als $0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$, so erhält das Gebäude keine Punkte.

In der Berechnung mit PHPP ergibt sich für den betrachteten Markt ohne die Berücksichtigung der Wärmebrücken ein mittlerer U-Wert von $0,364 \text{ W/m}^2\text{K}$. Werden die Wärmebrücken berücksichtigt, so ist der mittlere U-Wert $0,390 \text{ W/m}^2\text{K}$. Daraus ergibt sich eine Differenz von $0,026 \text{ W/m}^2\text{K}$. Werden für eine Zertifizierung nach klima:aktiv noch die geforderten Bauteilanschlüsse in zeichnerischer Darstellung vorgelegt, so erhält der Markt hier 19 Punkte.

6.1.2. Ausführung

Gebäudehülle luftdicht

Eine luftdichte Gebäudehülle ist für das Erreichen einer klima:aktiv Zertifizierung ein Muss-Kriterium. Zudem ist es, wie eine wärmebrückenfreie Konstruktion, hauptsächlich abhängig von einer guten Planung und sorgfältigen Ausführung ohne dabei starke Zusatzkosten zu verursachen.

Durch undichte Stellen in der Gebäudehülle, welche bei jedem Gebäude vorhanden sind, findet ein ständiger Luftwechsel statt. Das führt dazu, dass im Winter die feuchte und warme Raumluft in die Außenwände eindringt, sich auf dem Weg nach außen abkühlt und dabei Kondensat bildet, welches im Bauteil verbleibt und dort zu Zerstörung führen kann.

Außerdem setzt eine Durchfeuchtung der Außenwände die Dämmeigenschaften herunter und erhöht damit die Wärmeleitfähigkeit. Nicht zuletzt wirkt sich ein ständiger Luftaustausch negativ auf den Heizwärmebedarf aus, da die thermische Energie, die mit der nach außen strömenden Luft verloren geht, nachgeheizt werden muss.

Gemessen wird die Luftdichtheit eines Gebäudes mit einem Blower-Door-Test. Dazu wird mittels eines Ventilators Druck in dem zu untersuchenden Gebäude erzeugt. Im ersten Schritt erzeugt man einen Unterdruck von 50 Pa. Dadurch kann man anhand von einströmender Luft Leckagen in der Gebäudehülle aufspüren. Im zweiten Schritt wird der Unterdruck schrittweise bis zu einer Stärke von 100 Pa erhöht. Dabei wird bei jeder Druckerhöhung der Luftvolumenstrom gemessen und protokolliert. Im letzten Schritt wird ein Überdruck erzeugt und ebenfalls wie im zweiten Schritt gemessen und protokolliert.

Mittelt man die so gewonnenen Messdaten aus Unter- und Überdruck, so kann die Luftwechselrate n_{50} , als Druckdifferenz von 50 Pa zwischen innen und außen bei geschlossenen Zu- und Abluftöffnungen, ermittelt werden.

Laut OIB Richtlinie 6 sind für einen Neubau n_{50} -Werte von 3 pro Stunde bei natürlicher Lüftung und 1,5 pro Stunde bei mechanisch betriebener Lüftungsanlage erlaubt.

Ein Wert von $n_{50}=3/h$ heißt, dass sich bei einem Außendruck von 50 Pascal, was in etwa der Windstärke 4 - 5 B^6 entspricht, die Luft im Inneren des Gebäudes allein durch undichte

⁵Der mittlere U-Wert wird aus den U-Werten aller Materialien eines Gebäudes gemittelt.

⁶URL: http://www.velux.at/de-AT/Documents/PLANER%20PORTAL/Planermappe%20online/Planungshinweise/VELUX_209-210_LuftdichtesBauen_1106.pdf

Stellen dreimal pro Stunde erneuert. Dreimal pro Stunde müsste also die einströmende Luft von außen neu aufgeheizt werden und erhöht so den Heizwärmebedarf erheblich.

Die Abbildung 6.6 zeigt die Auswirkungen einer undichten Gebäudehülle auf den Heizwärmebedarf beim untersuchten Gebäude des LIDL-Marktes.

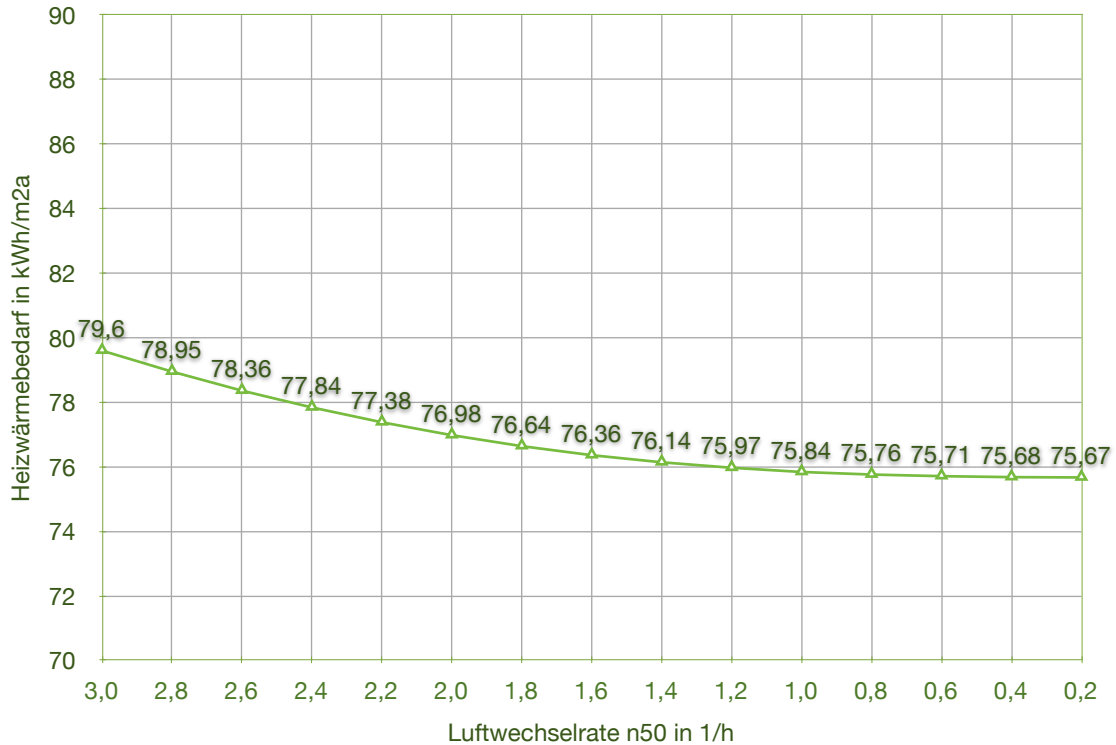


Abbildung 6.6.: Auswirkung der Änderung der Luftwechselrate n_{50} auf den Heizwärmebedarf

Berechnet wurde die Auswirkung der Luftwechselrate auf den Heizwärmebedarf mit dem Passivhaus-Projektierungspaket. Stellt man hier von balancierter Passivhauslüftung um auf reine Abluftlüftung, wie sie im LIDL-Markt eingebaut ist, so berechnet das Programm den Infiltrationsluftwechsel $n_{L,Rest}$ nach folgender Gleichung:

$$n_{L,Rest} = \frac{n_{50} * e * \frac{v_{n50}}{v_L}}{1 + \frac{f}{e} * \left(\frac{n_{Abluft}}{n_{50}}\right)^2}$$

Dies erklärt den nicht linearen Verlauf des Graphen. Variiert man die Luftwechselrate zwischen 0,2/h und 3/h ergibt sich ein Unterschied im Heizwärmebedarf von 3,93 kWh/m²a. Auf die Fläche des Marktes umgerechnet ergibt das einen zusätzlichen Heizenergiebedarf von 4.393 kWh/a, der durch eine möglichst luftdichte Gebäudehülle eingespart werden könnte.

Für die Bewertung im klima:aktiv Kriterienkatalog gelten die folgenden n_{50} -Werte:

- „klima:aktiv Dienstleistungsgebäude $n_{50} \leq 1,5 h^{-1}$
- klima:aktiv Dienstleistungsgebäude mit Komfortlüftung mit WRG⁷
 $n_{50} \leq 1,0 h^{-1}$
- klima:aktiv passivhaus Dienstleistungsgebäude $n_{50} \leq 0,6 h^{-1}$

Die Bepunktung erfolgt in Abhängigkeit vom nachgewiesenen Luftdichtheitswert n_{50} . Gebäude mit einem n_{50} -Wert von $1,5 h^{-1}$ erhalten 0 Punkte, Gebäude mit Werten unter $0,6 h^{-1}$ erhalten 30 Punkte, Zwischenwerte werden linear interpoliert.“[10, S.19]

Für die Bewertung des hier untersuchten Gebäudes liegt kein Blower-Door-Test vor. Es können also für den Ist-Zustand auch keine Punkte vergeben werden. Bei einem Neubau würde eine möglichst luftdichte Gebäudehülle, wie anfangs schon erwähnt, keine großen Mehrkosten verursachen, aber für eine höhere Gebäudequalität und größere Bauschadenssicherheit sorgen. Es wäre also sehr im Interesse des Bauherren hier einen möglichst guten Punktstand zu erreichen.

Erfassung Energieverbräuche

Das zweite Muss-Kriterium in der ersten Bewertungskategorie ist die detaillierte Erfassung der Energieverbräuche im Gebäude über separate Subzähler. Die verbrauchte Energiemenge ist dabei mindestens einmal am Tag aufzuzeichnen. Zusätzlich müssen 90% der Verbräuche von Heizung, Klima, Lüftung, und Sanitär in einem Energiebuchhaltungssystem erfasst werden.

Wie im Kapitel 3.2.1 bereits erläutert gibt es solch ein System bei LIDL Austria GmbH bereits und ist unter anderem in der Filiale in Salzburg aktiv. Dort wird mit zwölf Zählern für die wesentlichen Energieverbraucher sowie einem Zähler für den Gesamtverbrauch der Strombedarf der Filiale täglich erfasst.

Für dieses Kriterium kann man die 20 zu vergebenden Punkte dem Gebäude daher zusprechen. Auch wenn sich die detaillierte Erfassung der Stromverbräuche im Markt in der Puchstraße noch nicht etabliert hat, so ist sie doch gängige Praxis des Unternehmens in neueren Märkten.

6.2. Zwischenbilanz Planung und Ausführung

Einen Zwischenstand nach der Beurteilung der ersten Bewertungs-Kategorie sieht man in Tabelle 6.4.

Beim ersten Kriterium konnte das Gebäude vor allem durch die sehr gute öffentliche Verkehrsanbindung sowie die gute Infrastruktur punkten. Bei den Punkten für die Fahrradabstellplätze gibt es hingegen noch Potential um hier vielleicht sogar die maximale Punktzahl zu erreichen.

Auch die Lebenszykluskostenrechnung mittels dem Excel-Tool des Lebensministeriums wäre bei einem Neubau leicht zu realisieren und würde weitere 30 Punkte bringen. Bei der Beauftragung eines externen Beraters würde man hier sogar 50 Punkte bekommen können.

⁷WRG = Wärmerückgewinnung

Tabelle 6.4.: Ergebnis der ersten Bewertungskategorie

Kriterienkatalog klima:aktiv haus					klima:aktiv					
Dienstleistungs- und Verkaufsgebäude										
Der Kriterienkatalog benötigt an 4 Stellen Ihre Aufmerksamkeit!					Punkte		1.000		261	
Nr.	Titel	Muss-kriterium	erreichbare Punkte	Lidl-Markt Puchstraße						
				Punkte						
A	Planung und Ausführung		max. 100	61						
A 1.	Planung		max. 90	40,6						
A 1. 1	Vermeidung von motorisiertem Individualverkehr		max. 40	x	21					
A 1. 2	vereinfachende Berechnung der Lebenszykluskosten		max. 50	x	-					
A 1. 3	Produktmanagement - Einsatz schadstoffarmer und emissionsarmer Bauprodukte		max. 50	x	-					
A 1. 4	Gebäudehülle wärmebrückenoptimiert ΔU_{VE}	0,026 W/m^2K	max. 30	x	19,6					
A 2.	Ausführung		max. 40	20						
A 2. 1	Gebäudehülle luftdicht	n_{50}	1,5 h^{-1}	M	max. 30	x	0			
A 2. 2	Erfassung Energieverbräuche		M	max. 20	x	20				

Beim Kriterium einer wärmebrückenoptimierten Gebäudehülle konnten bereits 2/3 der Punkte erreicht werden. Bei weiteren Verbesserungen können auch hier die vollen Punkte erreicht werden.

Für die Bewertung der luftdichten Gebäudehülle ist ein Blower-Door-Test notwendig. Bei einem sorgfältigen Neubau erreicht man allerdings auch hier Punkte.

In dem Punkt zur Erfassung der Energieverbräuche wiederum hat LIDL bereits die volle Punktzahl erhalten, da eine Dokumentation der Strom- und Energieverbräuche bereits gängige Praxis im Unternehmen ist.

6.3. Energie und Versorgung

Die zweite Rubrik beschreibt mit den Teilbereichen Nutzenergiebedarf und Primärenergiebedarf die zentralen Themen des Kriterienkatalogs. Entsprechend wird hier mit maximal 600 erreichbaren Punkten auch ein starker Schwerpunkt in der Bewertung gelegt.

6.3.1. Nutzenergiebedarf

Zu der Rubrik Nutzenergiebedarf zählt sowohl der Heizwärmebedarf, als auch der Kühlbedarf und die Tageslichtversorgung.

Heizwärmebedarf

Der Heizwärmebedarf wurde bereits ausführlich in den vorangegangenen Kapitel erläutert. Mit der in Kapitel 5.2 ermittelten optimalen Dämmhöhe von 16 cm an den Außenwänden, 14 cm auf der Bodenplatte und 22 cm am Dach erreicht das Gebäude bereits einen Heizwärmebedarf von $64 kWh/m^2a$. Mit der Formel zur Berechnung des Grenzwertes für den Heizwärmebedarf nach klima:aktiv Kriterien aus Kapitel 3.4 ergibt sich somit ein Heizwärmebedarf von:

$$spez.HWB^* = 12 kWh/m^3a$$

$12 kWh/m^3a$ entspricht den Mindestanforderungen nach klima:aktiv. Damit erreicht der LIDL-Markt bereits 50% der möglichen Punkte. Mit weiteren Verbesserungsmaßnahmen

wie beispielsweise einer wärmebrückenfreien Konstruktion, eine möglichst luftdichte Gebäudehülle oder auch durch einen besseren U-Wert bei den Fenstern können noch höhere Punktzahlen erzielt werden.

Kühlbedarf

Ein weiteres Muss-Kriterium ist die Einhaltung des maximal erlaubten außeninduzierten Kühlbedarfs. Der Kühlbedarf KB ist dabei nach OIB Richtlinie 6 die „Wärmemenge, die den konditionierten Räumen entzogen werden muss, um deren vorgegebene Solltemperatur einzuhalten,“. [13, S.5] Der außeninduzierte Kühlbedarf KB^* ist der „Kühlbedarf, bei dessen Berechnung die inneren Wärmelasten und die Luftwechselrate null zu setzen sind (Infiltration n_x wird mit dem Wert 0,15 angesetzt)“ [13, S.2]

Beim hier geforderten außeninduzierten Kühlbedarf werden die internen Wärmelasten also nicht berücksichtigt. Es wird nur die Wärmemenge berechnet, die von außen durch Strahlung und Transmission in den Markt dringt.

Ermittelt werden kann der Kühlbedarf mittels dem Rechenverfahren nach ÖNORM B 8110-6 oder durch die Übernahme der Ergebnisse aus dem Energieausweis.

Die Energieausweissberechnung hat für den LIDL-Markt einen spezifischen außeninduzierten Kühlbedarf KB^* von $0,0265 \text{ kWh/m}^3\text{a}$ ergeben (siehe Anhang A). Das ist sehr wenig. So schreibt die OIB Richtlinie 6 einen maximal zulässigen Kühlbedarf von $1 \text{ kWh/m}^3\text{a}$ vor.

Die Bewertung nach klima:aktiv sieht folgende Grenzwerte für den außeninduzierten Kühlbedarf vor:

$$0,8 \text{ kWh/m}^3\text{a} \geq KB^*$$

Wird der Kühlbedarf also größer als $0,8 \text{ kWh/m}^3\text{a}$, so erhält man 0 Punkte. Bis zu einem Kühlbedarf $\leq 0,2 \text{ kWh/m}^3\text{a}$ erhält man die vollen 125 Punkte.

Der LIDL-Markt erhält daher mit einem Kühlbedarf von $KB^* = 0,0265 \text{ kWh/m}^3\text{a}$ die vollen 125 Punkte.

Tageslichtversorgung

Durch eine intelligente Nutzung von Tageslicht lässt sich viel Beleuchtungsenergie einsparen, was sich auch positiv auf die Stromkosten auswirkt. Verbesserungsvorschläge dazu wurden bereits in Kapitel 4 gemacht.

Für eine Bewertung nach klima:aktiv Kriterien kann eine Tageslichtsimulation gemacht werden oder der mittlere Tageslichtfaktor errechnet werden.

Für eine Tageslichtsimulation werden als primäre Nachweismethode 100 Punkte vergeben. „Als Ergebnis einer Simulation sind die Tageslichtverteilung in fotorealistic Darstellung, Berechnungen des Tageslichtquotienten und deren Verteilung sowie der Tageslichtautonomie zu ermitteln.“ [10, S.31]

Alternativ dazu kann auch der mittlere Tageslichtfaktor (mTF) nach einem Verfahren von klima:aktiv ermittelt werden. „Dieser Tageslichtfaktor beschreibt die Beleuchtungsstärke des Tageslichts im Gebäude als Anteil zur Beleuchtungsstärke unter freiem Himmel.“ [10, S.31]

Die maximale Punktzahl von 80 Punkten wird für einen Tageslichtfaktor von $3\% \leq mTF \leq 7\%$ vergeben. 0 Punkte erhält man für einen mTF unter $1,5\%$ sowie für einen

mTF über 11%. Dazwischen wird linear interpoliert. Die genaue Verteilung der Punkte sieht man in Abbildung 6.7.

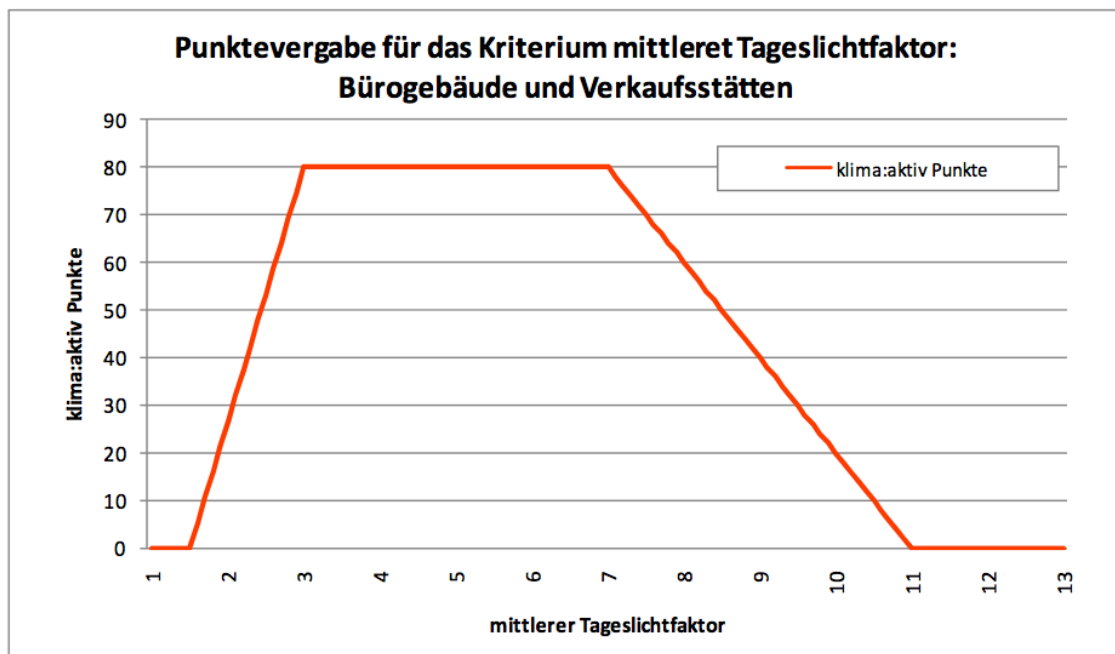


Abbildung 6.7.: Punktevergabe für das Kriterium mittlerer Tageslichtfaktor, Quelle: [10, S.32]

Für das Gebäude des LIDL-Marktes konnte in der Berechnung mittels des Passivhaus-Projektierungspaketes außer für das Archiv keine Tageslichtnutzung ermittelt werden (siehe dazu die Berechnung im Anhang B im Tabellenblatt Strombedarf Nichtwohngebäude). Die Räume sind für eine gute Tageslichtnutzung zu tief. Einzig das Archiv kann durch seine geringe Größe und das vorhandene Fenster eine geringe Tageslichtnutzung aufweisen. Es können hier entsprechend auch keine Punkte vergeben werden.

Die Tageslichtnutzung in einem Lebensmittelmarkt ist generell schwierig, da es zur optimalen Präsentation der Waren in der Regel nicht geeignet ist. Auch von klima:aktiv wurde dies erkannt, indem sie schreiben: „In Verkaufsstätten spielt die Tageslichtversorgung bisher nur eine untergeordnete Rolle. Hier wird zur Produktpräsentation vorwiegend künstliche Belichtung eingesetzt. In Verkehrszonen kann Tageslicht aber sehr wohl zur Reduktion des Energieeinsatzes für Beleuchtung führen.“[10, S. 30]

6.3.2. Primärenergiebedarf

Dieser setzt sich zusammen aus dem eigentlichen Primärenergiebedarf, aus der Energieeffizienz der Lüftung sowie alternativen Energiesystemen.

Primärenergiebedarf

Die Ermittlung des Primärenergiebedarfs für den klima:aktiv Kriterienkatalog erfolgt anhand des OIB-Leitfadens „Energietechnisches Verhalten von Gebäuden“. Hier werden die Energieaufwendungen für

- „Heizung,
- Raumlufttechnik,
- Klimatisierung (inkl. Kühlung, Be- und Entfeuchtung),
- Warmwasserversorgung [und]
- Beleuchtung“[11, S. 4]

erfasst.

Die Berechnung dieser Werte erfolgt für den Heizwärme- und Kühlbedarf nach ÖNORM B 8110-6, für den Raumlufttechnik-Energiebedarf nach ÖNORM H 5057, für den Heiztechnik-Energiebedarf nach ÖNORM H 5056, für den Kühl-Energiebedarf nach ÖNORM H 5058 und für den Beleuchtungs-Energiebedarf nach ÖNORM H 5059.[11]

Für die Primärenergiefaktoren zählen eigene Werte, die dem klima:aktiv Kriterienkatalog zu entnehmen sind. Dargestellt sind diese in Tabelle 6.5.

Tabelle 6.5.: Primärenergiefaktoren nach klima:aktiv, Quelle: nach [10, S. 34]

Energieträger	Primärenergiefaktor
Öl	1,35
Gas	1,36
Biogene Brennstoffe	1,10
Elektrische Energie	3,31
Nah- und Fernwärme	1,30

Den Heizwärme- und Kühlbedarf kann man der Energieausweisberechnung nach OIB entnehmen. Daraus ergibt sich ein Heizwärmebedarf von $73 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ und ein Kühlbedarf von $26 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.

Dieser Bedarf wird im Ist-Zustand mit Gas gedeckt, was mit einem Primärenergiefaktor von 1,36 bewertet wird. Daraus ergibt sich eine Primärenergie von:

$$(73 \text{ kWh/m}^2\text{a} + 26 \text{ kWh/m}^2\text{a}) * 1,36 = 135 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Für die Berechnung der Beleuchtungsenergie wird in der ÖNORM H 5059 der Default-Werte für Verkaufsstätten mit $70,6 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ angegeben. Daraus ergibt sich ein Primärenergiebedarf für die Beleuchtung von:

$$70,6 \text{ kWh/m}^2\text{a} * 3,31 = 234 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Die Summe aus dem Primärenergiebedarf für Heizwärme und Kühlung sowie Beleuchtung ergibt daher:

$$135 \text{ kWh/m}^2\text{a} + 234 \text{ kWh/m}^2\text{a} = 369 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Dies liegt bereits über dem geforderten Höchstwert von $300 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Eine Verbesserung der Gesamtenergieeffizienz des Gebäudes hätte auch positive Auswirkungen auf den Primärenergieverbrauch, um so bei einer geplanten Zertifizierung punkten zu können. Im Ist-Zustand können hier keine Punkte vergeben werden.

Lüftung energieeffizient

Um verbrauchte Luft, schädliches CO_2 sowie entstandene Geruchsstoffe aus der Raumluft zu filtern, braucht es ein effektives Lüftungssystem (siehe dazu Kapitel 4.2.3). In der Bewertung nach klima:aktiv Kriterien werden drei Lüftungssysteme bepunktet. Das ist

- eine „Komfortlüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung [die mit] 30 - 70 Punkten [bewertet wird. Weiters]
- [eine] automatisierte natürliche Belüftung mit Steuerung nach Temperatur sowie Luftgüte, Luftfeuchte und/oder Belegung sowie automatisierter Nachtkühlung, [die mit 30 Punkten bewertet wird und zu letzt auch]
- [eine] Komfortlüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung und natürlicher Belüftung mit Steuerung nach Temperatur sowie Luftgüte, Feuchte und/oder Belegung sowie automatisierter Nachtkühlung.“[10, S. 36], die mit 50 - 90 Punkten bewertet wird.

Eines dieser drei Lüftungssysteme zu installieren ist für eine Zertifizierung nach dem klima:aktiv Kriterienkatalog ein Muss. Im untersuchten Gebäude ist zwar bereits eine Lüftungsanlage installiert. Jedoch ist es weder eine mit Wärmerückgewinnung noch eine automatisierte natürliche Belüftung. Hier können also keine Punkte vergeben werden.

Alternative Energiesysteme

Klima:aktiv hat sich mit dem Umweltschutz auch die Stärkung alternativer Energiesysteme zum Ziel gesetzt. So werden zusätzliche Punkte für den Einsatz der folgenden Systeme vergeben:

- „Photovoltaik
- Thermische Solaranlage
- Fernwärme mit Erneuerbaren
- Wärmepumpen
- Energiebereitstellung mit biogenen Kraftstoffen
- Abwärmenutzung von Produktionsprozessen“[10, S. 39]

Dabei können die maximalen 50 Punkte erst ab einem Einsatz von mindestens zwei der angegebenen Systeme erreicht werden. In Tabelle 6.6 wird die Punktevergabe für alternative Energieträger zusammengefasst.

Tabelle 6.6.: Zusammenfassung der Punktevergabe für das Kriterium alternative Energien, Quelle: nach [10, S. 39]

Primärenergieträger	Bezugs- einheit	Grenzwerte		Maximal- Punkte
		Mindest- wert	Maximal- wert	
Photovoltaik	m ² PV/m ² NGF	--	0,05	30
Thermische Solaranlage	m ² SA/m ² NGF	--	0,015	20
Fernwärme mit Erneuerbaren				20
Wärmepumpe	COP	4,0	5,5	20
Energiebereitstellung mit biogenen Brennstoffen		--	--	30
Abwärmenutzung von Produktionsprozessen		--	--	30

Der LIDL-Markt hätte zum Beispiel die Möglichkeit eine Photovoltaikanlage am Dach zu installieren. Hier gibt es bereits ab einer Anlagengröße von 45 m² die volle Punktzahl. Die 45 m² ergeben sich aus dem Produkt der Nettogeschossfläche mit dem Maximalwert aus klima:aktiv:

$$1.117,8 \text{ m}^2 * 0,8 * 0,05 = 44,7 \text{ m}^2$$

Auch eine Abwärmenutzung der Kühlmöbel (siehe Kapitel 4.2.1) wäre denkbar.

Weiters werden Punkte für den Einsatz einer Wärmepumpe mit einer Leistungszahl⁸ von 4,0 - 5,5 vergeben. Der Einsatz von Wärmepumpen ist bei LIDL Austria GmbH in vielen Filialen bereits gängige Praxis. In der hier betrachteten Filiale wird die Wärmepumpe mit Gas betrieben. Es können daher in der Rubrik „Alternative Energien“ keine Punkte vergeben werden.

6.4. Zwischenbilanz Energie und Versorgung

Einen Zwischenstand nach der Beurteilung der zweiten Bewertungs-Kategorie sieht man in Tabelle 6.7.

Beim Heizwärmebedarf konnte das Gebäude mit den in Kapitel 3.3 ermittelten Dämmstoffdicken bereits 50% der möglichen Punkte erreichen. Im Kühlbedarf waren sogar 100% möglich, da der außeninduzierte Kühlbedarf des LIDL-Marktes sehr gering ist. In der Tageslichtversorgung steckt noch Verbesserungspotential (siehe dazu Kapitel 4.2.2), was

⁸Leistungszahl (engl. Coefficient of Performance (COP)) zeigt das Verhältnis von gewonnener Wärmeleistung zu eingesetzter Energie an.

Tabelle 6.7.: Ergebnis der zweiten Bewertungskategorie

Kriterienkatalog klima:aktiv haus					klima:aktiv		
Dienstleistungs- und Verkaufsgebäude							
Der Kriterienkatalog benötigt an 4 Stellen ihre Aufmerksamkeit!					Punkte	1.000	387
Nr.	Titel				Muss-kriterium	erreichbare Punkte	Lidl-Markt Puchstraße Punkte
B	Energie und Versorgung					max. 600	200
B 1.	Nutzenergiebedarf					max. 350	200
B 1. 1	Heizwärmebedarf	HWB _{Line}	5	kWh/(m ² a)	M	max. 150	x 75
B 1. 2	Kühlbedarf	HWB _{max (kühl)}	15,0	kWh/(m ² a)	M	max. 125	x 125
B 1. 3	Tageslichtversorgung	KB*	0,0265	kWh/(m ² a)	M	max. 100	x 0
		mittl. Tageslichtfaktor	0	%			
B 2.	Primärenergiebedarf und alternative Energiesysteme					max. 300	0
B 2. 2	Primärenergiebedarf		370	kWh/m ² a	M	max. 225	x 0
B 2. 2	Lüftung energieeffizient				M	max. 90	x 0
B 2. 2	alternative Energiesysteme					max. 50	x 0

sich auch in der Punktevergabe widerspiegelt. Ebenso verhält es sich mit dem Primärenergiebedarf. Der Einsatz einer energieeffizienten Lüftungsanlage nach den Vorgaben von klima:aktiv ist eine Muss-Bestimmung und ist in der Art im Markt bisher noch nicht ausgeführt. Auch der Einsatz alternativer Energien ist noch ausbaufähig. So wird im Gebäude zwar bereits eine Wärmepumpe eingesetzt, jedoch wird diese mit Erdgas angetrieben, was als nicht erneuerbarer Energieträger in dieser Kategorie nicht bewertet werden kann.

6.5. Baustoffe und Konstruktion

Die dritte Bewertungskategorie im klima:aktiv Kriterienkatalog bewertet zum einen den größtmöglichen Verzicht auf Umweltschadstoffe wie HFKW oder PVC und zum anderen die Verwendung von ökologischen Baustoffen und Konstruktionen.

6.5.1. Vermeidung von Umweltschadstoffen

Vermeidung von HFKW (Teilfluorierte Kohlenwasserstoffe)

Fluorkohlenwasserstoffen wird ein erheblicher Beitrag zur Erderwärmung zugesprochen. Die Reduzierung dieser Stoffe stellt also ein wesentliches Kriterium im umweltfreundlichen Bauen dar. Für eine Zertifizierung nach klima:aktiv ist es ein Muss-Kriterium keinerlei HFKW-haltige Produkte zu verwenden. Dazu zählen im Besonderen:

- „XPS-Dämmplatten (insbesondere über 8 cm Dicke)
- PU-Montageschäume, PU-Reiniger, Markierungssprays und ähnliche Produkte in Druckgasverpackungen
- PUR/PIR-Dämmstoffe (v.a. aus recyceltem PUR/PIR)“ [10, S. 42]

Produkte, die bedenkenlos für eine klima:aktiv Zertifizierung verwendet werden können, tragen zum Beispiel das Österreichische Umweltzeichen (siehe Abbildung 6.8) des Lebensministeriums. Oder sie sind gelistet in der klima:aktiv Kriterienplattform online unter URL: www.baubook.at/kahkp.

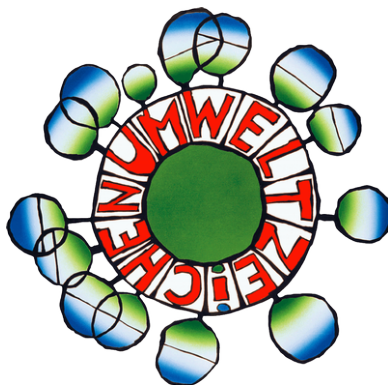


Abbildung 6.8.: Österreichisches Umweltzeichen,
Quelle: <http://presse.lebensministerium.at/article/articleview/62756/1/13970>

Vermeidung von PVC

Polyvinylchlorid (PVC) ist ein Kunststoff, der durch die Zugabe von Stabilisatoren und Weichmachern formbar gemacht werden kann und so vielfältige Anwendung im Bauwesen findet. So werden zum Beispiel Bodenbeläge, Rohre, Fensterprofile und Kabelisolierungen aus PVC hergestellt.

PVC wird aus Vinylchlorid hergestellt, das als krebserregend und erbgutverändernd eingestuft ist, zudem werden zum Beispiel PVC-Bodenbeläge mit Asthmaerkrankungen in Verbindung gebracht und auch die EU-Kommission bekennt sich dazu, dass "insbesondere die Bereiche PVC-Zusatzstoffe und PVC-Abfallbewirtschaftung als problematisch und ungelöst"[10, S. 44] eingestuft werden müssen.[10]

Für eine Zertifizierung nach klima:aktiv dürfen in „folgenden Bereichen ausschließlich PVC-freie Materialien eingesetzt werden (Muss-Kriterium):

- Kunststofffolien und Vliese jeglicher Art (Dampfbremsen, Abdichtungsbahnen, Trennschichten, Baufolien etc.) und Dichtstoffe Musskriterium (10 Punkte)
- Fußbodenbeläge und deren Bestandteile, inkl. Sockelleisten, Wandbeläge (Tapeten) Musskriterium (10 Punkte)

Für folgende Bereiche wird der Einsatz PVC-freier Materialien empfohlen und bepunktet:

- Elektroinstallationsmaterialien (Kabel, Leitungen, Rohre, Dosen etc) (20 Punkte)
- Fenster, Türen und Rolläden am Objekt (20 Punkte)
- Wasser-, Abwasser- sowie Zu- und Abluftrohre im Gebäude⁹ (10 Punkte)
[10, S. 44]

Diese hier beschriebenen Anforderungen werden im Ist-Zustand der Filiale in der Puchstraße noch nicht erfüllt. Es sind allerdings auch Anforderungen, auf die bereits in der Planungsphase in besonderem Maße eingegangen werden muss. Wird eine Zertifizierung nach klima:aktiv angestrebt so besteht die Verpflichtung, auf sämtliche HFKW-haltigen Produkte zu verzichten und in den oben beschriebenen Bereichen kein PVC zu verwenden.

Für den Ist-Zustand des Gebäudes werden hier null Punkte vergeben.

⁹Erdverlegte Rohre aus PVC sind zulässig

6.5.2. Einsatz ökologischer Baustoffe und Konstruktionen

Ökologischer Kennwert der thermischen Gebäudehülle (Ökoindex 3)

Der Ökoindex 3 (OI3) wurde vom Energieinstitut Vorarlberg entwickelt. Er bewertet Baustoffe hinsichtlich ihrer ökologischen Auswirkungen bei der Herstellung, der Nutzung, dem Rückbau sowie der Verwertung und Entsorgung, was dem gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes entspricht. Er setzt sich dabei zu je einem Drittel aus den Kennwerten Primärenergie nicht erneuerbar, Treibhauseffekt und Versäuerungspotential zusammen.¹⁰

Hintergrund dieses Bewertungskriteriums im klima:aktiv Katalog ist die Tatsache, dass der ökologische Aufwand zur Herstellung eines Gebäudes im heutigen Standard gleich hoch ist wie der ökologische Aufwand, um ein Passivhaus für 100 Jahre zu beheizen.[10]

Die maximal erreichbaren 100 Punkte werden in Abhängigkeit der erreichten Ökoindex 3 Punkte vergeben.

Da für die untersuchte Filiale in Graz kein Energieausweis vorhanden ist, werden hier die Daten der baugleichen LIDL-Filiale in Kalsdorf verwendet. Für diese Filiale wurde ein Ökoindex 3 von 68,83 errechnet. Das ergibt eine Bewertung nach klima:aktiv von 83 Punkten.

Entsorgungsindikator des Gebäudes

Im Bauwesen entstehen jährlich rund 6,6 Mio Tonnen Abfall. Damit hat der Bausektor den zweitgrößten Anteil am Abfallaufkommen in Österreich.[10]

Gute Entsorgungseigenschaften von Gebäuden spielen somit eine wesentliche Rolle beim klimafreundlichen Bauen, wobei der Vermeidung von Abfall die höchste Priorität zukommt. Ein weiterer wesentlicher Punkt ist eine gute Rückbaufähigkeit des Gebäudes, wobei darauf zu achten ist, dass die Stoffe möglichst sortenrein einem Recycling zugeführt werden können.

Für die Berechnung des Entsorgungsindikators wird die Methodik des IBO Passivhaus-Bauteilkatalogs herangezogen. Sie erfolgt in den sechs Stufen:

- „Berechnung des anfallenden Volumens
- Gewichtung mit der Entsorgungseinstufung der Baustoffe
- Gewichtung mit dem Verwertungspotential der Baustoffe
- Berechnung der Entsorgungskennzahl des Bauteils
- Berücksichtigung der Abfallfraktion
- Berücksichtigung der Schichtanzahl“[6, S. 6f]

Für das untersuchte Gebäude können hier keine Punkte vergeben werden, da das Programm zur Berechnung des Entsorgungsindikators noch nicht vorliegt und die Überarbeitung der Berechnungsmethodik derzeit stattfindet.[10]

Zertifizierte Produkte

Für eine Bewertung nach klima:aktiv wird der Einsatz von Produkten mit folgenden Zertifikaten bepunktet:

- Österreichisches Umweltzeichen,

¹⁰URL: <http://www.energieinstitut.at/hp/Upload/Dateien/Oekoindex3.pdf> [07.07.2010]

- natureplus und
- IBO-Prüfzeichen.

5 Punkte werden für die Verwendung eines zertifizierten Produktes zu mindestens 80% in einer der Bauteile

- Außenwand,
- Innenwand/Trennwand,
- Zwischendecke,
- Dach/Oberste Geschößdecke und
- Bodenplatte/Kellerdecke vergeben.

Maximal drei Produkte können pro Bauteil bewertet werden, so dass man auf eine maximale Punktzahl von 15 kommt. Besteht ein Bauteil allerdings aus weniger als drei Produkten, so werden auch hier die maximalen Punkte vergeben.

Insgesamt kann man in dieser Rubrik 50 Punkte erreichen.

Zur Erfüllung dieses Kriteriums ist eine sorgfältige Planung und Produktauswahl bereits in der Planungsphase notwendig. Da hier der Ist-Zustand des Gebäudes bewertet wird, können auch keine Punkte vergeben werden. Jedoch ergänzt sich diese Anforderung gut mit den Anforderungen aus der Rubrik Produktmanagement (siehe Seite 6.1.1) sowie Vermeidung von Umweltschadstoffen (siehe Seite 6.5.1). Bei einer sorgfältigen Planung von Anfang an werden bei dieser Anforderung daher relativ leicht Punkte zu bekommen sein.

6.6. Zwischenbilanz Baustoffe und Konstruktion

Die Zwischenbilanz nach der Beurteilung in der dritten Bewertungskategorie sieht man in der Tabelle 6.8.

Tabelle 6.8.: Ergebnis der dritten Bewertungskategorie

Kriterienkatalog klima:aktiv haus					klima:aktiv	
Dienstleistungs- und Verkaufsgebäude						
Der Kriterienkatalog benötigt an 4 Stellen ihre Aufmerksamkeit!				Punkte	1.000	387
Nr.	Titel			Musskriterium	erreichbare Punkte	Lidl-Markt Puchstraße
						Punkte
C	Baustoffe und Konstruktion				max. 200	83
C 1.	Vermeidung von Umweltschadstoffen				max. 70	0
C 1. 1	Vermeidung von klimaschädlichen Substanzen			M	0	x 0
C 1. 2	Vermeidung von PVC			thw. M	20-70	x
C 2.	Einsatz ökologischer Baustoffe und Konstruktionen				max. 170	83
C 2. 1	ökologischer Kennwert der thermischen Gebäudehülle			Ökologische	68,8	max. 100 x 83
C 2. 2	Entsorgungsindikator der thermischen Gebäudehülle			EI		max. 50 x 0
C 2. 3	zertifizierte Produkte				max. 50	x 0

Die Grundlagen für eine gute Bewertung in der dritten Kategorie müssen bereits in der Planungsphase für ein neues Gebäude gelegt werden. Daher verwundert es nicht, dass

das hier untersuchte Gebäude im Ist-Zustand nur sehr eingeschränkt bepunktet werden konnte. Die dritte Bewertungskategorie nach klima:aktiv erfordert eine sorgfältige Bauvorbereitung mit einer gewissenhaften Materialauswahl. Erfolgt dies gemäß den hier beschriebenen ökologischen Richtlinien, so sind die maximal zu erreichenden 200 Punkte leicht zu erzielen.

6.7. Komfort und Raumluftqualität

Die letzte Bewertungskategorie legt einen besonderen Schwerpunkt auf den thermischen Komfort im Sommer sowie auf eine sehr gute Raumluftqualität, durch die ein wesentlicher Beitrag zur Zufriedenheit im Gebäude geleistet werden kann, was sich schlussendlich auch auf eine hohe Kundenzufriedenheit auswirkt.

6.7.1. Thermischer Komfort

Thermischer Komfort im Sommer

Der thermische Komfort im Sommer kann zum einen über Systeme ohne aktive Kühlung bzw. mit einem Free-Cooling-System erfolgen und zum anderen über aktive Kühlung.

Passive Lüftungssysteme ohne aktive Kühlung sind zum Beispiel die Nachtlüftung, mit oder ohne Ventilatorunterstützung, oder Free-Cooling-Systeme. Diese funktionieren ohne zusätzliche Kälteaggregate zum Beispiel über Brunnenwasser oder Erdreichwärmetauscher.

Für die Zertifizierung bei einer passiven Lüftung wird eine dynamische Gebäudesimulation mit dem Nachweis, dass die Komfortbedingungen eingehalten werden, verlangt.

Als Alternative zu den passiven Lüftungssystemen kann man sich auch für eine aktive Kühlung als Flächen- oder Luftkühlung entscheiden. Hier ist für eine Zertifizierung eine „Kühllastberechnung gem. ÖN H 6040 oder VDI 2078, Kühlbedarf gem. ÖN B 81110-6, installierte Kühlleistung, Angabe über Art der Kühlung (Flächenkühlung, Luftkühlung)“ [10, S. 52] nötig.

Für eine Bewertung des Ist-Zustandes des untersuchten Gebäudes soll die mögliche Punktevergabe in dieser Kategorie mittels der Ergebnisse aus der Berechnung mit dem Passivhaus-Projektierungspaket abgeschätzt werden.

Die maximal erreichbare Punktezahl beträgt 45. Vergeben wird sie nach einem gewichteten System, bestehend aus den Kategorien Kältebedarf, installierte elektrische Kühlleistung und Art des Abgabesystems, dargestellt in der Tabelle 6.9.

Tabelle 6.9.: Bewertungsschema bei aktiver Kühlung Quelle: nach [10, S. 52]

Nutzkältebedarf Gesamtgebäude	Multiplika- tionsfaktor	Kühlleistung in typischen kritischen Räumen	Multiplika- tionsfaktor	Kälteabgabesysteme	Multiplika- tionsfaktor
kWh/m ² a		W/m ²			
< 5	1	< 25	1	Dralllüftung und Flächenkühlung	1
5 - 15	0,8	25 - 50	0,8	Quelllüftung und Flächenkühlung	0,95
15 - 30	0,4	50 - 75	0,4	Flächenkühlung (Decke, Fußboden)	0,9 / 0,85
30 - 50	0,2	75 - 100	0,2	Quelllüftung/Dralllüftung	0,9
50 - 100	0,1	100 - 150	0,1	Induktionssysteme abseits der Arbeitsplätze (z.B. über Bürotür)	0,5
> 100	0	> 150	0	Induktionssysteme am Fenster	0,1
Gewichtungsfaktor	0,2		0,3		0,5

Nach der Berechnung mit PhPP hat dieses Gebäude einen Energiekennwert Nutzkälte von $3 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Laut der Tabelle 6.9 erhält es also den Multiplikationsfaktor 1 mit der Gewichtung 0,2. Für die Kühllast von 11 W/m^2 gibt es ebenfalls den Multiplikationsfaktor 1 und die Gewichtung ist 0,3. Das Kälteabgabesystem fällt unter die Kategorie Quell-/Dralllüftung. Aus der Tabelle 6.9 ergibt sich daher der Multiplikationsfaktor 0,9 und die Gewichtung 0,5. Insgesamt ergibt dies den Wert von 0,95 und damit folgende Punkte:

$$0,95 * 45 \text{ Punkte} = 42,75 \text{ Punkte}$$

Für den Ist-Zustand des Gebäudes können somit für die aktive Kühlung 43 Punkte vergeben werden.

6.7.2. Raumlufqualität

Eine gute Raumluf, frei von CO_2 sowie gesundheitsschädlichen Substanzen wie Formaldehyden oder Lösungsmitteln aus den Bauteilen, ist der Grundpfeiler für ein gesundes Raumklima und wirkt sich so auch auf die Kunden aus. Bereits in der Kategorie 6.1.1 wurde auf die Vermeidung von Schadstoffen in der Luft durch die Auswahl geeigneter Bauprodukte aufmerksam gemacht. In dieser letzten Bewertungsruhrubrik des klima:aktiv Kriterienkatalogs werden nun die positiven Folgen einer sorgfältigen Planung und Auswahl der Bauprodukte in Form einer Qualitätskontrolle bepunktet sowie die Einhaltung

der Vorgaben für Schallschutz und Hygiene durch eine Komfortlüftung mit Wärmerückgewinnung bewertet.

Komfortlüftung mit Wärmerückgewinnung optimiert (Schall, Luftfilter etc.)

In diesem Punkt werden Mindestwerte für den Schallschutz, die Hygiene, die Luftwechselrate sowie die relative Luftfeuchte festgelegt, um einen hygienischen und störungsfreien Betrieb der Lüftungsanlage gewährleisten zu können. Es ist ein Musskriterium, falls eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung vorhanden ist.[10]

Da im Ist-Zustand keine Lüftung mit Wärmerückgewinnung installiert wurde, können hier auch keine Punkte vergeben werden.

Einhaltung der Richtwerte für Raumluftqualität

Die letzte Anforderung des klima:aktiv Kriterienkatalogs steht in direktem Zusammenhang mit der Anforderung des Produktmanagements aus der ersten Bewertungskategorie. Hier wird nun über Luftgüte-Messungen die tatsächliche Raumluftqualität im Hinblick auf die Konzentration von Lösungsmitteln oder Formaldehyden bepunktet. Die Tabelle 6.10 zeigt die zu vergebenden Punkte entsprechend der Schadstoffkonzentration im Raum.

Tabelle 6.10.: Einteilung der Raumluftqualität, Quelle: nach [10, S. 56]

Innenraumschadstoffe		KI IV	KI III	KI II	KI I
Summe-VOC	> 3.000 µg/m ³	1.000 - 3.000 µg/m ³	500 - 1.000 µg/m ³	300 - 500 µg/m ³	< 300 µg/m ³
Punkte	Quellensuche erforderlich	0 Punkte	10 Punkte	20 Punkte	30 Punkte
Formaldehyd		> 0,1 ppm	0,08 - 0,1 ppm	0,04 - 0,08 ppm	< 0,04 ppm
Punkte		0 Punkte	10 Punkte	20 Punkte	30 Punkte

Als Nachweis wird ein „Prüfgutachten / Chemische Untersuchung mit Gaschromatographie / Massenspektrometrie nach ÖNORM M5700 durch ein unabhängiges Labor“[10, S. 56] gefordert.

Um im letzten Kriterium Punkte zu bekommen ist bereits eine sorgfältige Bauplanung und Vorbereitung auf eine klima:aktiv Zertifizierung in der Planungsphase eines Gebäudes notwendig. Diese wurde auch diesbezüglich für den Ist-Zustand des untersuchten Gebäudes nicht durchgeführt und auch ein Prüfgutachten liegt nicht vor. Entsprechend können keine Punkte vergeben werden.

6.8. Zwischenbilanz Komfort und Raumluftqualität

Die Zwischenbilanz nach der Beurteilung in der letzten Bewertungskategorie sieht man in der Tabelle 6.11.

Da dieses Gebäude noch nicht für eine Zertifizierung nach klima:aktiv geplant wurde, können hier nur wenige Punkte vergeben werden. Die Anforderungen der Kategorie

Tabelle 6.11.: Ergebnis der dritten Bewertungskategorie

Kriterienkatalog klima:aktiv haus Dienstleistungs- und Verkaufsgebäude					klima:aktiv	
Der Kriterienkatalog benötigt an 4 Stellen ihre Aufmerksamkeit!			Punkte	1.000	387	
Nr.	Titel		Muss- kriterium	erreichbare Punkte	Lidl-Markt Puchstraße	Punkte
D	Komfort und Raumluftqualität			max. 100		43
D 1.	Thermischer Komfort			max. 50		43
D 1. 1	Thermischer Komfort im Sommer			50	x	43
D 2.	Raumluftqualität			max. 60		0
D 2. 1	Komfortlüftung optimiert (CO ₂ -Steuerung, Luftfilter, Schall etc.)		M	40		0
D 2. 2	Einhaltung der Richtwerte der Raumluftqualität			50	x	

Komfort und Raumluftqualität lassen sich leicht realisieren, wenn sie bereits in der Planungsphase berücksichtigt werden, während ein nachträgliches Erfüllen mit herkömmlichen Baustandards im Allgemeinen nicht gegeben ist.

6.9. Zusammenfassung Bewertung nach klima:aktiv

Die Tabelle 6.12 zeigt das Ergebnis der Bewertung des Gebäudes nach klima:aktiv. Bereits in der Aufnahme des Ist-Zustandes konnte der Markt über 50% der für eine „klima:aktiv haus Dienstleistungs- und Verkaufsgebäude“ benötigten Punkte erreichen.

Klammert man zudem sämtliche derzeit nicht bewerteten Rubriken aus, so kommt man auf eine mögliche Gesamtpunktzahl von 515, wovon 387 Punkte der LIDL-Markt bereits erreicht hat. Das sind im Ist-Zustand bereits 75% der erreichbaren Punkte.

Die hier durchgeführte Bewertung dient dabei einer Abschätzung des klima:aktiv Standards eines typischen Verkaufsgebäudes der Firma LIDL Austria GmbH. Sie wurde größtenteils am Ist-Zustand des Gebäudes durchgeführt. Es kann daher nicht verwundern, dass noch sehr viel Potential für eine ökologische Bauweise vorhanden ist.

Strebt man künftig eine klima:aktiv Zertifizierung an, so müssen die entsprechenden Überlegungen bereits in der Entwurfs- und Planungsphase stattfinden. Dadurch können viele Punkte des Kriterienkataloges wie zum Beispiel eine luftdichte und wärmebrückenoptimierte Gebäudehülle, oder eine energieeffiziente Lüftung sowie die Nutzung alternativer Energien viel leichter und weniger kostenintensiv berücksichtigt werden, als das an einem bestehenden Bauwerk der Fall ist.

Auch gibt es viele Kriterien, die beinahe ausschließlich in einer frühen Phase beeinflusst werden können, sodass in der Ist-Zustandsabschätzung in diesen Bereichen keine Punkte vergeben werden konnten. Ein gutes Beispiel dafür ist die Bewertungskategorie Baustoffe und Konstruktion. Die Wahl der Materialien und ein nach klima:aktiv Standards bewusster Verzicht auf PVC sowie klimaschädliche Substanzen findet in der Entwurfs- und Planungsphase eines Bauwerkes statt. In den derzeitigen Baustandards sind solche Kriterien noch nicht verankert. Da dieses Gebäude aber genau nach diesen Standards geplant und gebaut wurde, und daher in der ursprünglichen Planung diesen erhöhten Umweltaforderungen nicht genügen musste, können diese Anforderungen im Ist-Zustand auch nicht erfüllt werden.

Tabelle 6.12.: Ergebnis der klima:aktiv Bewertung

Kriterienkatalog klima:aktiv haus							klima:aktiv		
Der Kriterienkatalog benötigt an 4 Stellen Ihre Aufmerksamkeit!							Punkte	1.000	387
Nr.	Titel					Muss-kriterium	erreichbare Punkte	Lidl-Markt Puchstraße Punkte	
A	Planung und Ausführung						max. 100	61	
A 1.	Planung						max. 90	40,6	
A 1. 1	Vermeidung von motorisiertem Individualverkehr						max. 40	x 21	
A 1. 2	vereinfachende Berechnung der Lebenszykluskosten						max. 50	x -	
A 1. 3	Produktmanagement - Einsatz schadstoffarmer und emissionsarmer Bauprodukte						max. 50	x -	
A 1. 4	Gebäudehülle wärmebrückenoptimiert	ΔU_{WB}	0,026	W/m ² K		max 30	x 19,6		
A 2.	Ausführung						max. 40	20	
A 2. 1	Gebäudehülle luftdicht					M	max. 30	x 0	
A 2. 2	Erfassung Energieverbräuche					M	max. 20	x 20	
B	Energie und Versorgung						max. 600	200	
B 1.	Nutzenergiebedarf						max. 350	200	
B 1. 1	Heizwärmebedarf	HWB _{Linie} HWB _{max (kwh)}	5 15,0	kWh/(m ² a) kWh/(m ² a)	M	max. 150	x 75		
B 1. 2	Kühlbedarf	KB*	0,0265	kWh/(m ² a)	M	max. 125	x 125		
B 1. 3	Tageslichtversorgung	mittl. Tageslichtfaktor	0	%		max. 100	x 0		
B 2.	Primärenergiebedarf und alternative Energiesysteme						max. 300	0	
B 2. 2	Primärenergiebedarf					M	max. 225	x 0	
B 2. 2	Lüftung energieeffizient					M	max. 90	x 0	
B 2. 2	alternative Energiesysteme						max. 50	x 0	
C	Baustoffe und Konstruktion						max. 200	83	
C 1.	Vermeidung von Umweltschadstoffen						max. 70	0	
C 1. 1	Vermeidung von klimaschädlichen Substanzen					M	0	x 0	
C 1. 2	Vermeidung von PVC					tlw. M	20-70	x 0	
C 2.	Einsatz ökologischer Baustoffe und Konstruktionen						max. 170	83	
C 2. 1	ökologischer Kennwert der thermischen Gebäudehülle	Öl _{1,25H,BDFR}	68,8			max. 100	x 83		
C 2. 2	Entsorgungsindikator der thermischen Gebäudehülle	EI				max. 50	x 0		
C 2. 3	zertifizierte Produkte						max. 50	x 0	
D	Komfort und Raumluftqualität						max. 100	43	
D 1.	Thermischer Komfort						max. 50	43	
D 1. 1	Thermischer Komfort im Sommer						50	x 43	
D 2.	Raumluftqualität						max. 60	0	
D 2. 1	Komfortlüftung optimiert (CO ₂ -Steuerung, Luftfilter, Schall etc.)					M	40	x 0	
D 2. 2	Einhaltung der Richtwerte der Raumluftqualität						50	x 0	
Gesamt								387	

Bei der Vorbereitung einer klima:aktiv Zertifizierung sollte besonderes Augenmerk auf die Muss-Kriterien gelegt werden. So ist der Verzicht auf HFKW-haltige Baustoffe sowie der Verzicht auf PVC in bestimmten Bereichen ein absolutes Muss für eine Zertifizierung. Auch eine energieeffiziente Lüftung sowie die Einhaltung des Maximalwertes für den Primärenergiebedarf sind unbedingt zu berücksichtigen.

Insgesamt kann man festhalten, dass eine Zertifizierung des LIDL-Marktes nach klima:aktiv Standards mit der entsprechenden Planung aus Sicht des Verfassers der vorliegenden Arbeit ohne weiteres möglich ist. Es ist selbstverständlich erforderlich die hier erklärten Anforderungen bereits in der Planungsphase für einen neuen Markt zu berücksichtigen und die baulichen Standards entsprechend anzugleichen. Ist dies jedoch einmal geschehen,

können die gewonnen Erkenntnisse und eingesetzten Technologien auf weitere Märkte angewendet werden, wodurch sich ein Multiplikatoreffekt einstellt, der sich positiv auf die Kundenzufriedenheit und auch auf die Kosten auswirken wird.

Klima:aktiv als Initiative des Lebensministeriums bietet dabei größtmögliche Seriosität sowie Planungssicherheit. Als Regierungsinitiative steht ein kompetenter Partner hinter diesem Programm, was ebenfalls eine sehr positive Auswirkung auf die Glaubwürdigkeit dieser Auszeichnung gegenüber dem Kunden haben wird.

7. Fazit

7.1. Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurde ein typischer Lebensmittelmarkt der Firma LIDL Austria GmbH auf ein mögliches Verbesserungspotential im Bereich der Energieeffizienz hin untersucht. Dabei wurde ein besonderer Schwerpunkt auf die Gebäudehülle gelegt sowie Bereiche der Haustechnik analysiert und entsprechende Verbesserungen bzw. alternative Systeme aufgezeigt.

In den Analysen zur Verbesserung der Gebäudehülle wurden Dämmstoffdicken für die umschließenden Bauteile, die zusammengerechnet ca. 75% der Transmissionswärmeverluste verursachen, ermittelt, für die sich eine deutliche Verbesserung des Heizwärmebedarfs einstellt. So können als Ergebnis dieser Arbeit für die Außenwände eine Dämmstoffdicke von 16 cm, für die Bodenplatte von 14 cm und für das Dach von 22 cm empfohlen werden. Durch die Verbesserung der thermischen Hülle auf dieses Dämmniveau können jährliche Heizeneinsparungen von 17.807 kWh (13% der bisherigen Heizenergie) realisiert werden. Dies würde zusätzlich zu den monetären Ersparnissen einer Reduktion des CO₂-Ausstoßes dieses Marktes um 4.933 kg/a gleich kommen und so auch einen erheblichen Beitrag zum Umweltschutz leisten.

Fasst man nun die ermittelten Energieeinsparungen durch die Optimierung der Gebäudehülle zusammen, so ergeben sich die oben bereits beschriebenen 17.807 kWh/a durch die Optimierung der Dämmstoffdicken, weiters wie in Kapitel 4.3 analysiert, 5.466 kWh/a durch die ideale Ausrichtung der Fensterflächen und bei einer Verbesserung der Wärmebrücken auf das von klima:aktiv beschriebene Bestmaß eine weitere Einsparung von 2.224 kWh/a. In Summe ergeben bereits diese Verbesserungen Einsparungen in Höhe von 25.497 kWh/a und damit 18% der jährlichen Heizenergie.

Damit sind die Möglichkeiten bei der Einsparung von Heizenergie noch nicht ausgeschöpft. Weiteres Potential liegt, wie im Laufe dieser Arbeit beschrieben, unter anderem auch in einer luftdichten Gebäudehülle sowie der Installation einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung. Genaue Angaben zu den möglichen Einsparungen können hier jedoch auf Grund fehlender Daten nicht gemacht werden.

Weiters wurden die großen Energieverbraucher unter den haustechnischen Geräten betrachtet und Vorschläge zur Steigerung der Energieeffizienz gemacht.

So gibt es bei den Kühlmöbeln mit Kälteanlage (MOPRO) die Möglichkeit, die anfallende Abwärme in einer Verbundanlage zum Heizen des Marktes zu nutzen. Ebenfalls viel Potential liegt im Einbau einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung. Hier wird der Abluft die Wärme entzogen, bevor sie nach außen geleitet wird und der Zuluft wird diese Wärme wieder zugeführt. Dadurch bleibt die thermische Energie der im Raum befindlichen Luft erhalten und der Heizenergiebedarf kann so gesenkt werden. In diesem Zusammenhang sei erwähnt, dass LIDL Austria GmbH für die genannten Alternativen bereits Versuchsmärkte betreibt, jedoch aus den laufenden Versuchen noch keine aussagekräftigen langfristigen Schlussfolgerungen möglich sind.

Auch die Installation einer Photovoltaikanlage am Dach ist eine Möglichkeit um die Umwelt zu schonen. Gleichzeitig können Gewinne durch den Verkauf des produzierten Stroms erzielt werden. Durch die Installation einer Photovoltaikanlage am Dach könnten nach einer groben Schätzung unter den derzeitigen Bedingungen jährlich ca. 33.000€ erwirtschaftet werden.

Wird sämtlicher erzeugter Strom verkauft, so lassen sich bei einer optimalen Ausführung der Anlage nach 16 Jahren Gewinne machen. 16 Jahre sind jedoch eine lange Zeit für die Amortisation einer solchen Investition. Auch die gesetzlichen Einspeisevergütungen sind nach der derzeitigen Rechtslage nur für 13 Jahre festgeschrieben und werden danach neu berechnet. Nach den hier angenommenen groben Randbedingungen lohnt sich die Anschaffung einer Photovoltaikanlage aus wirtschaftlicher Sicht also nicht, wobei zu beachten ist, dass es für eine zuverlässige Aussage einer exakten Berechnung bedarf.

Abschließend wurde das bestehende Gebäude einer Bewertung nach dem klima:aktiv haus Kriterienkatalog für Dienstleistungs- und Verkaufsgebäude unterzogen. Dabei wurden im Ist-Zustand mit 387 Punkten bereits 55% der für eine Zertifizierung erforderlichen Punktzahl von mindestens 700 Punkten erreicht. Dieses Ergebnis ist auf Grund der Tatsache, dass viele Rubriken nicht bewertet werden konnten, da die dort gestellten Anforderungen normalerweise bereits in der Planungsphase beachtet werden müssen, positiv zu werten und kann als gute Grundlage für eine Weiterentwicklung des Gebäudes nach dem klima:aktiv Kriterienkatalog angesehen werden. Klammert man all diese nicht bewerteten Rubriken aus, so erreicht das Gebäude im Ist-Zustand bereits 75% der möglichen Punkte.

7.2. Schlussfolgerung und Ausblick

Der derzeitige Stand der Entwicklungen ist ein erster Schritt in die richtige Richtung jedoch nicht zufriedenstellend. Eine Weiterentwicklung im Bereich der Energieeffizienz wird in der Lebensmittelbranche ausführlich diskutiert und teilweise bereits erprobt.

Auf Grund der Tatsache, dass die Rohstoffressourcen endlich sind und die Energiepreise steigen, hat in den letzten Jahren ein umwelt- und gesellschaftspolitisches Umdenken stattgefunden. Auch in der Wirtschaft hat dieses Umdenken Einzug gehalten und Unternehmen müssen auf diese Forderung der Gesellschaft reagieren.

Am Anfang dieser Arbeit wurde daher das Ziel formuliert das Potential für einen Nullenergiemarkt aufzuzeigen.

Das Nullenergiehaus ist eine technische Weiterentwicklung des Passivhauses. Es wird besonderer Wert auf eine energieeffiziente Bauweise sowie die Optimierung der haustechnischen Anlagen gelegt und zudem wird die benötigte Restenergie selbst, zum Beispiel mit einer Photovoltaikanlage, produziert.

Ein Nullenergiemarkt ist demnach zum einen den Energieverbrauch betreffend optimiert und produziert zum anderen übers Jahr gesehen sämtliche noch benötigte Energie selbst. Dies funktioniert durch eine Ausführung des Gebäudes in Passivhaus-Qualität sowie der Optimierung der haustechnischen Geräte und der Stromerzeugung, beispielsweise durch eine eigene Photovoltaikanlage. In einem Nullenergiemarkt müssen sämtliche Energieverbräuche sowie -verluste auf ein Minimum reduziert werden, um die selbstständige Produktion des eigenen Energiebedarfs möglich zu machen. Der hier untersuchte Markt kann selbst bei einer optimal ausgeführten Photovoltaikanlage nicht viel mehr als die Hälfte der von ihm benötigten Energie erzeugen.

Sämtliche Geräte müssten für einen Nullenergiemarkt auf ihre absolute Notwendigkeit hin untersucht werden und das Potential zur Nutzung von Synergien mit anderen Elementen

ten, wie zum Beispiel bei den Kühlmöbeln, muss konsequent ausgenutzt werden. Zudem würde dies bedeuten, dass etablierte Techniken, wie das Beleuchtungssystem kritisch hinterfragt und auch die Möglichkeit von Einsparungen durch Tageslichtnutzung umgesetzt werden müssen.

Im Vergleich mit den derzeitigen Standards würde die Umsetzung eines Nullenergiemarktes eine radikale Abkehr von den etablierten Shop-Konzepten im Lebensmitteleinzelhandel bedeuten.

Der hier betrachtete Lebensmittelmarkt erreicht mit den vorgeschlagenen Änderungen eine deutliche Steigerung seiner Energieeffizienz und kann bei entsprechenden Anstrengungen auch eine Zertifizierung nach klima:aktiv Standards erreichen. Die Senkung des Energiebedarfs auf ein Niveau, das es erlaubt den gesamten Energiebedarf selbst zu produzieren ist mit diesen Maßnahmen jedoch noch nicht möglich.

Aufbauend auf der Beurteilung nach dem klima:aktiv haus Kriterienkatalog ist LIDL Austria GmbH jedoch im Stande ohne allzu großen Aufwand energieeffiziente und umweltfreundlichere Verkaufsmärkte zu errichten und so den Forderungen von Politik und Gesellschaft gerecht zu werden.

Literaturverzeichnis

- [1] Anpassung der Klimastrategie Österreichs zur Erreichung des Kyoto-Zieles 2008-2012 / Vorlage zur Annahme im Ministerrat am 21.03.2007, Wien, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Online im WWW unter URL: <http://www.klimastrategie.at/article/articleview/67372/1/8790/> [30.04.2010]
- [2] Bundesgesetzblatt für die Republick Österreich, Ökostromverordnung 2010, ausgegeben am 02. Februar 2010
- [3] Cornelius, Wolfgang: Effiziente Alternative/Mit Dachoberlichtern können selbst tiefe Räume und große Hallen wirtschaftlich beleuchtet werden, in: Deutsches Ingenieurblatt 01-02|10 Seite 23-25
- [4] Fischer, Heinz-Martin/Freytmuth, Hanns/Häupl, Peter: Lehrbuch der Bauphysik/Schall - Wärme - Feuchte - Licht - Brand - Klima, 6. Auflage, Wiesbaden, 2008
- [5] Frischknecht, Rolf/Tuchschnid, Matthias: Primärenergiefaktoren von Energiesystemen, Version1.4, Uster, 2008, Online im WWW unter URL: <http://www.esu-services.ch/cms/fileadmin/download/frischknecht-2008-Energiesysteme.pdf> [05.08.2010]
- [6] IBO - Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie (Hrsg): Passivhaus-Bauteilkatalog. Ökologisch bewertete Konstruktionen, 3. Auflage, Wien, 2009
- [7] Kaufmann, Urs/Ackermann, Roland/ Pauli, Hans/Hrsg: Bundesamt für Konjunkturfragen (Schweiz): Kühlmöbel im Lebensmittelhandel (1992), Online im WWW unter URL: http://www.energie.ch/bfk/ravel/21_52D.PDF [28.06.2010]
- [8] Klimaschutzbericht 2010, Wien, Umweltbundesamt, Online im WWW unter URL: <http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0267.pdf> [25.06.2010]
- [9] Konrad, Frank: Planung von Photovoltaik-Anlagen/Grundlagen und Projektierung, Wiesbaden, 2007
- [10] Kriterienkatalog zum klima:aktiv haus Dienstleistungs- und Verkaufsgebäude Version 1.4 (26.01.2010) Online im WWW unter URL: <http://www.klimaaktiv.at/article/articleview/75401/1/27218> [30.04.2010]
- [11] Leitfaden Energietechnisches Verhalten von Gebäuden, Österreichisches Institut für Bautechnik, 2007
- [12] LIDL Austria GmbH, diverse Daten
- [13] OIB Richtlinien Begriffsbestimmungen, 2007
- [14] OIB Richtlinie 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz, 2007

- [15] ÖNorm B 8110-1 Wärmeschutz im Hochbau. Teil 1: Anforderungen an den Wärmeschutz und Deklaration des Wärmeschutzes von Gebäuden/Gebäudeteilen - Heizwärmebedarf und Kühlbedarf, 2008
- [16] ÖNorm B 8110-5 Wärmeschutz im Hochbau. Teil 5: Klimamodell und Nutzungsprofile, 2010
- [17] ÖNorm B 8110-6 Wärmeschutz im Hochbau. Teil 6: Grundlagen und Nachweisverfahren - Heizwärmebedarf und Kühlbedarf, 2008
- [18] ÖNorm EN ISO 10211-1 Wärmebrücken im Hochbau - Berechnung der Wärmeströme und Oberflächentemperaturen - Teil 1: Allgemeine Verfahren, 2002
- [19] ÖNorm EN ISO 10211-2 Wärmebrücken im Hochbau - Berechnung der Wärmeströme und Oberflächentemperaturen - Teil 2: Linienförmige Wärmebrücken, 2001
- [20] ÖNorm EN 15603 Energieeffizienz von Gebäuden - Gesamtenergieverbrauch und Festlegung der Energiekennwerte, 2008
- [21] ÖNorm H 5056 Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden, Heiztechnik-Energiebedarf, 2010
- [22] ÖNorm H 5057 Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden, Raumlufttechnik-Energiebedarf für Wohn- und Nichtwohngebäude, 2010
- [23] ÖNorm H 5058 Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden, Kühltechnik-Energiebedarf, 2010
- [24] ÖNorm H 5059 Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden, Beleuchtungsenergiebedarf, 2010
- [25] Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 19.Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Neufassung), Amtsblatt der Europäischen Union, 2010 Online im WWW unter URL: <http://www.enev-online.de/epbd> [25.06.2010]
- [26] Sommer, Adolf-W.: Passivhäuser/Planung - Konstruktion - Details - Beispiele, Köln, 2008

A. Energieausweisberechnung für den Ist-Zustand

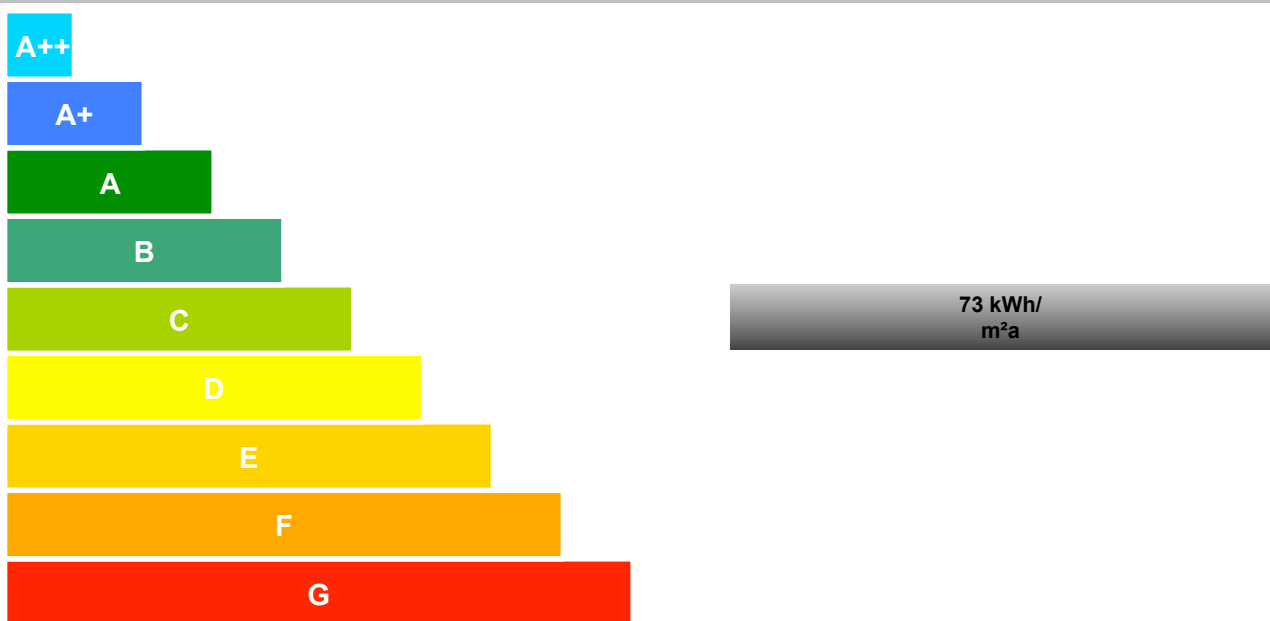
Energieausweis für Nicht-Wohngebäude

gemäß ÖNORM H 5055
und Richtlinie 2002/91/EG

EXCI
Schulu
Too

GEBÄUDE	Lidl Markt Puchstraße		
Gebäudeart:		Erbaut :	Dez 08
Gebäudezone:		Katastralgemeinde:	Rudersdorf
Straße:	Puchstraße 199	KG-Nummer:	63118
PLZ/Ort:	8055 Graz	Einlagezahl:	
EigentümerIn:	Lidl Austria GmbH	Grundstücksnummer:	367/3

SPEZIFISCHER HEIZWÄRMEBEDARF bei 3400 HEIZGRADTAGEN (REFERENZKLIMA)



ERSTELLT

ErstellerIn:		Organisation:	
ErstellerIn-Nr.:	---	Datum:	18.08.10
GWR-Zahl:	---	Gültigkeit:	keine
Geschäftszahl:		Unterschrift:	

Dieser Energieausweis entspricht den Vorgaben der Richtlinie 6 "Energieeinsparung und Wärmeschutz" des Österreichischen Instituts für Bautechnik in Umsetzung der Richtlinie 2002/91/EG über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und des Energieausweis-Vorlage-Gesetzes (EAVG).

Energieausweis für Nicht-Wohngebäude

gemäß ÖNORM H 5055
und Richtlinie 2002/91/EG

EXCI
Schulu
Toc

GEBÄUDEDATEN

Brutto-Grundfläche	1117,86 m ²
beheiztes Brutto-Volumen	5902,3 m ³
charakteristische Länge (lc)	1,90 m
Kompaktheit (A/V)	0,53 1/m
mittlerer U-Wert (Um)	0,32 W/m ² K
LEK-Wert	---

KLIMADATEN

Klimaregion	RK
Seehöhe	---
Heizgradtage	3399,75
Heiztage	225
Norm-Außentemperatur	-11 °C
Soll-Innentemperatur	20 °C

WÄRME- und ENERGIEBEDARF

	Referenzklima		Standortklima		Anforderung	
	zonenbezogen	spezifisch	zonenbezogen	spezifisch		
HWB*	81758,8 kWh/a	13,9 kWh/m ² a			18,5 kWh/m ² a erfüllt	
HWB	83214,2 kWh/a	74,44 kWh/m ² a	83214,2 kWh/a	74,44 kWh/m ² a		
WWWB			6201,3 kWh/a	5,55 kWh/m ² a		
NERLT-h			---	---		
KB*	156,5 kWh/a	0,0265 kWh/m ² a			1,0 kWh/m ² a erfüllt	
KB			28810,9 kWh/a	25,77 kWh/m ² a		
NERLT-k			---	---		
NERLT-d			---	---		
NE			---	---		
HTEB-RH			2077,6 kWh/a	1,86 kWh/m ² a		
HTEB-WW			971,8 kWh/a	0,87 kWh/m ² a		
HTEB			3049,5 kWh/a	2,73 kWh/m ² a		
KTEB			---	---		
HEB			92915,4 kWh/a	83,12 kWh/m ² a		
KEB			---	---		
RLTEB			---	---		
BeIEB			30204,4 kWh/a	27,02 kWh/m ² a		
EEB			123119,8 kWh/a	110,14 kWh/m ² a		
PEB						
CO2						

ERLÄUTERUNGEN

Heizwärmebedarf (HWB): Vom Heizsystem in die Räume abgegebene Wärmemenge, die benötigt wird, um während der Heizsaison bei einer standardisierten Nutzung eine Temperatur von 20 °C zu halten.

Heiztechnikenergiebedarf (HTEB): Energiemenge, die bei der Wärmeabgabe, -verteilung, -speicherung und -bereitstellung für Raumwärme und Warmwasser verloren geht.

Endenergiebedarf (EEB): Energiemenge, die dem Energiesystem des Gebäudes für Heizung und Warmwasserversorgung inklusive notwendiger Energiemengen für die Hilfsbetriebe bei einer typischen Standardnutzung zugeführt werden muss.

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

Flächen (1)

GF	Grundfläche	1117,86 m ²		
V	Volumen(GF-gekoppelt)	5902,30 m ³		
Kürzel	Beschreibung	A	BT - Kürzel	U
OD	Oberste Geschosdecke abgehängt	908,00 m ²	BT01	◆ 0,16 W/m ² K
OD nab	Oberste Geschosdecke nicht abgehängt	209,86 m ²	BT02	◆ 0,18 W/m ² K
FS	Fassade Süd	103,65 m ²	BT04	◆ 0,36 W/m ² K
FN	Fassade Nord	103,65 m ²	BT04	◆ 0,36 W/m ² K
FO	Fassade Ost	319,58 m ²	BT04	◆ 0,36 W/m ² K
FW	Fassade West	344,75 m ²	BT04	◆ 0,36 W/m ² K
EB	Erdberührter Boden	1117,86 m ²	BT03	◆ 0,46 W/m ² K
		0,00 m ²		◆ 0,00 W/m ² K
		0,00 m ²		◆ 0,00 W/m ² K
		0,00 m ²		◆ 0,00 W/m ² K
		0,00 m ²		◆ 0,00 W/m ² K
		0,00 m ²		◆ 0,00 W/m ² K
		0,00 m ²		◆ 0,00 W/m ² K
		0,00 m ²		◆ 0,00 W/m ² K
		0,00 m ²		◆ 0,00 W/m ² K
		0,00 m ²		◆ 0,00 W/m ² K
		0,00 m ²		◆ 0,00 W/m ² K
		0,00 m ²		◆ 0,00 W/m ² K
		0,00 m ²		◆ 0,00 W/m ² K
		0,00 m ²		◆ 0,00 W/m ² K
		0,00 m ²		◆ 0,00 W/m ² K
		0,00 m ²		◆ 0,00 W/m ² K
		0,00 m ²		◆ 0,00 W/m ² K
		0,00 m ²		◆ 0,00 W/m ² K
		0,00 m ²		◆ 0,00 W/m ² K
		0,00 m ²		◆ 0,00 W/m ² K
		0,00 m ²		◆ 0,00 W/m ² K
		0,00 m ²		◆ 0,00 W/m ² K
		0,00 m ²		◆ 0,00 W/m ² K

		f	Le+Lg	Le
OD	Außendecke	◆ 1,00	145,28 W/K	145,28 W/K
OD nab	Außendecke	◆ 1,00	37,77 W/K	37,77 W/K
FS	Außenwand	◆ 1,00	37,31 W/K	37,31 W/K
FN	Außenwand	◆ 1,00	37,31 W/K	37,31 W/K
FO	Außenwand	◆ 1,00	115,05 W/K	115,05 W/K
FW	Außenwand	◆ 1,00	124,11 W/K	124,11 W/K
EB	erdanliegender Fußboden (bis 1,5 m unter Niveau)	◆ 0,70	359,95 W/K	0,00 W/K
0		◆ 0,00	0,00 W/K	0,00 W/K
0		◆ 0,00	0,00 W/K	0,00 W/K
0		◆ 0,00	0,00 W/K	0,00 W/K
0		◆ 0,00	0,00 W/K	0,00 W/K
0		◆ 0,00	0,00 W/K	0,00 W/K
0		◆ 0,00	0,00 W/K	0,00 W/K
0		◆ 0,00	0,00 W/K	0,00 W/K
0		◆ 0,00	0,00 W/K	0,00 W/K
0		◆ 0,00	0,00 W/K	0,00 W/K
0		◆ 0,00	0,00 W/K	0,00 W/K
0		◆ 0,00	0,00 W/K	0,00 W/K
0		◆ 0,00	0,00 W/K	0,00 W/K
0		◆ 0,00	0,00 W/K	0,00 W/K
0		◆ 0,00	0,00 W/K	0,00 W/K
0		◆ 0,00	0,00 W/K	0,00 W/K
0		◆ 0,00	0,00 W/K	0,00 W/K
0		◆ 0,00	0,00 W/K	0,00 W/K
0		◆ 0,00	0,00 W/K	0,00 W/K
0		◆ 0,00	0,00 W/K	0,00 W/K
0		◆ 0,00	0,00 W/K	0,00 W/K

Flächen (2)

Sehr geehrte Damen und Herren,
liebe NutzerInnen!

Das gegenständliche Blatt ist der erste Entwurf für eine exakte Geometrieingabe. Dabei können die Bauteilflächen durch Kürzel dargestellt werden, wobei diese Kürzel für die anschließende Summenbildung verantwortlich zeichnen. Die beispielhafte Befüllung zeigt die Eingabe des Mustergebäudes aus der ÖNORM B 8110 mit den Abmessungen 12 m x 8 m x 6 m.

An den Stellen "dummy01" bis "dummy10" können beliebige andere Kürzel eingegeben werden.

Scrollt man die Seite weiter hinunter, so eröffnet sich folgende Eingabemöglichkeit:

*) Bauteilflächen können durch Eingabe des Kürzels, allenfalls drei Zählern (z.B. n1-Stiegen, n2-Geschoße und n3-Seiten) und der zugehörigen Abmessungen rasch erfasst werden.

*) Eine Besonderheit stellt die Erfassung der Brutto-Grundfläche dar, bei deren Erfassung auch gleich eine entsprechende Höhe für das Volumen eingegeben werden muss.

Rückmeldungen werden unter der E-Mail bauphysik@m39.magwien.gv.at gerne entgegen genommen.

Wien, im März 2007
Christian Pöhn, MA 39 - VFA

0,00

ZON Qopak

0,00	0,00	0,00	ZON	0	45	90
0,00	0,00	0,00	N	0,54	1,26	2,06
0,00	2,06	0,00	NO	0,82	1,4	2,06
0,00	2,06	0,00	O	1,13	1,73	2,06
0,00	1,00	0,00	SO	1,14	1,9	2,06
0,00	0,54	0,00	S	1	1,93	2,06
0,00	1,13	0,00	SW	1,14	1,9	2,06
0,00	1,13	0,00	W	1,13	1,73	2,06
0,00	0,00	0,00	NW	0,82	1,4	2,06
0,00	0,00	0,00				
0,00	0,00	0,00				
0,00	1,14	0,00				
0,00	0,82	0,00				
0,00	1,00	0,00				
0,00	1,00	0,00				
0,00	1,00	0,00				
0,00	1,00	0,00				
0,00	1,00	0,00				
0,00	1,00	0,00				
0,00	1,00	0,00				
0,00	1,00	0,00				
0,00	1,00	0,00				
0,00	1,00	0,00				
0,00	1,00	0,00				
0,00	1,00	0,00				

Bauteile

BT	Beschreibung	U	Absorption	
BT01	OD	0,16	←	→
BT02	OD nab	0,18	←	→
BT03	EB	0,46	←	→
BT04	F	0,36	←	→
BT05		0,00	←	→
BT06		0,00	←	→
BT07		0,00	←	→
BT08		0,00	←	→
BT09		0,00	←	→
BT10		0,00	←	→
BT11		0,00	←	→
BT12		0,00	←	→
BT13		0,00	←	→
BT14		0,00	←	→
BT15		0,00	←	→
BT16		0,00	←	→
BT17		0,00	←	→
BT18		0,00	←	→
BT19		0,00	←	→
BT20		0,00	←	→
BT21		0,00	←	→
BT22		0,00	←	→
BT23		0,00	←	→
BT24		0,00	←	→
BT25		0,00	←	→
BT26		0,00	←	→
BT27		0,00	←	→
BT28		0,00	←	→
BT29		0,00	←	→
BT30		0,00	←	→
BT31		0,00	←	→
BT32		0,00	←	→
BT33		0,00	←	→
BT34		0,00	←	→
BT35		0,00	←	→
BT36		0,00	←	→
BT37		0,00	←	→
BT38		0,00	←	→
BT39		0,00	←	→
BT40		0,00	←	→

AT	Beschreibung	U		
AT01		1,40	←	→
AT02		1,20	←	→
AT03		1,40	←	→
AT04		1,20	←	→
AT05		1,40	←	→
AT06		1,30	←	→
AT07		1,20	←	→
AT08		1,40	←	→
AT09		1,30	←	→
AT10		1,20	←	→

Fenster (1)

FE	Beschreibung	U		g	
FE01	Standardfenster	1,10	← [Pattern] →	0,63	← [Pattern] →
FE02	Milchglas	1,10	← [Pattern] →	0,50	← [Pattern] →
FE03	Tür	0,89	← [Pattern] →	0,00	← [Pattern] →
FE04	Sektionaltor	2,38	← [Pattern] →	0,00	← [Pattern] →
FE05		4,00	← [Pattern] →	1,00	← [Pattern] →
FE06		4,00	← [Pattern] →	1,00	← [Pattern] →
FE07		4,00	← [Pattern] →	1,00	← [Pattern] →
FE08		4,00	← [Pattern] →	1,00	← [Pattern] →
FE09		4,00	← [Pattern] →	1,00	← [Pattern] →
FE10		4,00	← [Pattern] →	1,00	← [Pattern] →

FEF	Anzahl	FE	BT	ON		
FEF01	27	FE01	BT04	W + O	geregelt	keine Verschattung
FEF02	1	FE01	BT04	N	geregelt	keine Verschattung
FEF03	2	FE01	BT04	N	geregelt	keine Verschattung
FEF04	1	FE01	BT04	N	geregelt	keine Verschattung
FEF05	3	FE01	BT04	W + O	geregelt	keine Verschattung
FEF06	4	FE01	BT04	W + O	geregelt	keine Verschattung
FEF07	1	FE01	BT04	W + O	geregelt	keine Verschattung
FEF08	4	FE01	BT04	S	geregelt	keine Verschattung
FEF09	2	FE01	BT04	W + O	geregelt	keine Verschattung
FEF10	1	FE03	BT04	W + O	geregelt	keine Verschattung
FEF11	1	FE03	BT04	W + O	geregelt	keine Verschattung
FEF12	1	FE03	BT04	N	geregelt	keine Verschattung
FEF13	1	FE04	BT04	W + O	geregelt	keine Verschattung
FEF14					gesteuert	keine Verschattung
FEF15					gesteuert	keine Verschattung
FEF16					gesteuert	keine Verschattung
FEF17					gesteuert	keine Verschattung
FEF18					gesteuert	keine Verschattung
FEF19					gesteuert	keine Verschattung
FEF20					gesteuert	keine Verschattung
FEF21					gesteuert	keine Verschattung
FEF22					gesteuert	keine Verschattung
FEF23					gesteuert	keine Verschattung
FEF24					gesteuert	keine Verschattung
FEF25					gesteuert	keine Verschattung
FEF26					gesteuert	keine Verschattung
FEF27					gesteuert	keine Verschattung
FEF28					gesteuert	keine Verschattung
FEF29					gesteuert	keine Verschattung
FEF30					gesteuert	keine Verschattung
FEF31					gesteuert	keine Verschattung
FEF32					gesteuert	keine Verschattung
FEF33					gesteuert	keine Verschattung
FEF34					gesteuert	keine Verschattung
FEF35					gesteuert	keine Verschattung
FEF36					gesteuert	keine Verschattung
FEF37					gesteuert	keine Verschattung
FEF38					gesteuert	keine Verschattung
FEF39					gesteuert	keine Verschattung
FEF40					gesteuert	keine Verschattung

Fenster (2)

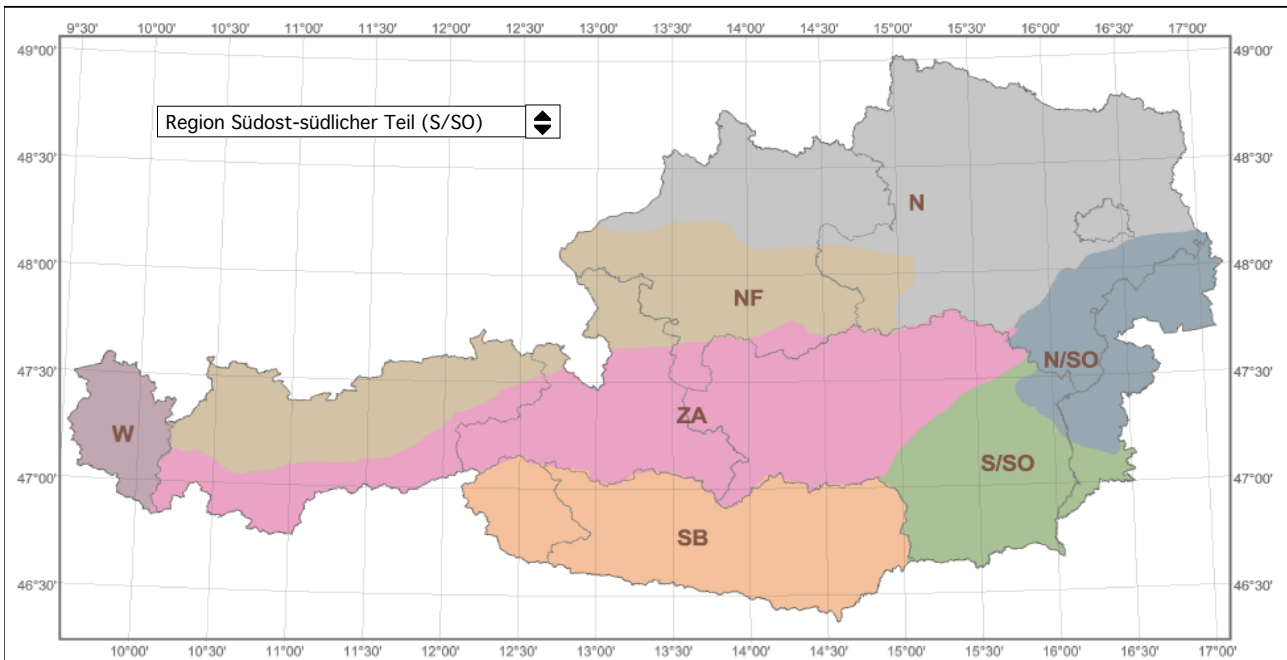
S			NWG			L
SW + SO	2	0,00 m ²	FE01	1	68,51 m ²	75,36 W/K
W + O	3	18,93 m ²	FE02	2	0,00 m ²	0,00 W/K
NW + NO	4	0,00 m ²	FE03	3	7,33 m ²	6,53 W/K
N	5	1,40 m ²	FE04	4	7,50 m ²	17,85 W/K
S 45	6	0,00 m ²	FE05	5	0,00 m ²	0,00 W/K
SW + SO 45	7	0,00 m ²	FE06	6	0,00 m ²	0,00 W/K
W + O 45	8	0,00 m ²	FE07	7	0,00 m ²	0,00 W/K
NW + N O 45	9	0,00 m ²	FE08	8	0,00 m ²	0,00 W/K
N 45	10	0,00 m ²	FE09	9	0,00 m ²	0,00 W/K
H	11	0,00 m ²	FE10	10	0,00 m ²	0,00 W/K

			gesteuert			
h	b	F _s	geregelt	in BT	S*A*g	g
1,57 m	1,00 m		1	0,00 m ²	12,37 m ²	0,63
1,20 m	1,40 m		2	0,00 m ²	0,49 m ²	0,63
0,60 m	0,60 m		3	0,00 m ²	0,21 m ²	0,63
2,40 m	1,00 m		4	125,73 m ²	0,70 m ²	0,63
2,40 m	1,00 m		5	0,00 m ²	2,10 m ²	0,63
2,20 m	1,00 m		6	0,00 m ²	2,57 m ²	0,63
1,00 m	1,40 m		7	0,00 m ²	0,41 m ²	0,63
3,17 m	3,25 m		8	0,00 m ²	12,02 m ²	0,63
2,13 m	1,20 m		9	0,00 m ²	1,49 m ²	0,63
2,18 m	1,20 m		10	0,00 m ²	0,00 m ²	0,00
2,00 m	0,80 m		11	0,00 m ²	0,00 m ²	0,00
2,21 m	1,41 m		12	0,00 m ²	0,00 m ²	0,00
3,00 m	2,50 m		13	0,00 m ²	0,00 m ²	0,00
			14	0,00 m ²	0,00 m ²	0,00
			15	0,00 m ²	0,00 m ²	0,00
			16	0,00 m ²	0,00 m ²	0,00
			17	0,00 m ²	0,00 m ²	0,00
			18	0,00 m ²	0,00 m ²	0,00
			19	0,00 m ²	0,00 m ²	0,00
			20	0,00 m ²	0,00 m ²	0,00
			21	0,00 m ²	0,00 m ²	0,00
			22	0,00 m ²	0,00 m ²	0,00
			23	0,00 m ²	0,00 m ²	0,00
			24	0,00 m ²	0,00 m ²	0,00
			25	0,00 m ²	0,00 m ²	0,00
			26	0,00 m ²	0,00 m ²	0,00
			27	0,00 m ²	0,00 m ²	0,00
			28	0,00 m ²	0,00 m ²	0,00
			29	0,00 m ²	0,00 m ²	0,00
			30	0,00 m ²	0,00 m ²	0,00
			31	0,00 m ²	0,00 m ²	0,00
			32	0,00 m ²	0,00 m ²	0,00
			33	0,00 m ²	0,00 m ²	0,00
			34	0,00 m ²	0,00 m ²	0,00
			35	0,00 m ²	0,00 m ²	0,00
			36	0,00 m ²	0,00 m ²	0,00
			37	0,00 m ²	0,00 m ²	0,00
			38	0,00 m ²	0,00 m ²	0,00
			39	0,00 m ²	0,00 m ²	0,00
			40	0,00 m ²	0,00 m ²	0,00

Standortklima

Standort

Seehöhe Validierung θ_{ne}



	1	2	3	4	5	6
Temperatur	-1,53 °C	0,73 °C	4,81 °C	9,62 °C	14,20 °C	17,33 °C
S	39,63 kWh/m ²	60,16 kWh/m ²	78,39 kWh/m ²	78,96 kWh/m ²	87,41 kWh/m ²	77,61 kWh/m ²
SW + SO	31,95 kWh/m ²	49,49 kWh/m ²	68,80 kWh/m ²	77,27 kWh/m ²	91,63 kWh/m ²	86,15 kWh/m ²
W + O	19,51 kWh/m ²	32,14 kWh/m ²	52,12 kWh/m ²	67,68 kWh/m ²	88,18 kWh/m ²	88,48 kWh/m ²
NW + NO	13,78 kWh/m ²	22,62 kWh/m ²	35,03 kWh/m ²	50,76 kWh/m ²	70,16 kWh/m ²	74,12 kWh/m ²
N	13,11 kWh/m ²	21,08 kWh/m ²	28,36 kWh/m ²	39,48 kWh/m ²	55,21 kWh/m ²	58,99 kWh/m ²
S 45						
SW + SO 45						
W + O 45						
NW + N O 45						
N 45						
H						
	7	8	9	10	11	12
Temperatur	19,12 °C	18,56 °C	15,03 °C	9,64 °C	4,16 °C	0,19 °C
S	81,90 kWh/m ²	87,25 kWh/m ²	82,14 kWh/m ²	70,14 kWh/m ²	41,85 kWh/m ²	34,39 kWh/m ²
SW + SO	91,93 kWh/m ²	89,68 kWh/m ²	74,97 kWh/m ²	59,04 kWh/m ²	33,35 kWh/m ²	26,91 kWh/m ²
W + O	93,14 kWh/m ²	81,71 kWh/m ²	60,37 kWh/m ²	40,86 kWh/m ²	20,14 kWh/m ²	14,63 kWh/m ²
NW + NO	75,87 kWh/m ²	59,90 kWh/m ²	43,30 kWh/m ²	26,87 kWh/m ²	13,92 kWh/m ²	9,94 kWh/m ²
N	59,41 kWh/m ²	44,32 kWh/m ²	35,63 kWh/m ²	23,81 kWh/m ²	13,21 kWh/m ²	9,60 kWh/m ²
S 45						
SW + SO 45						
W + O 45						
NW + N O 45						
N 45						
H						

GEBÄUDETYP - NWG

2	Bürogebäude
3	Kindergarten oder Pflichtschule
4	Höhere Schule oder Hochschule
5	Krankenhaus
6	Pflegeheim
7	Pension
8	Hotel
9	Gaststätte
10	Veranstaltungsstätte
11	Sportstätte
12	Verkaufsstätte
12	Verkaufsstätte

d [d/M]	d _{Nutz} [d/M]
31,00 d/M	27,00 d/M
28,00 d/M	24,00 d/M
31,00 d/M	27,00 d/M
30,00 d/M	26,00 d/M
31,00 d/M	27,00 d/M
30,00 d/M	26,00 d/M
31,00 d/M	27,00 d/M
31,00 d/M	27,00 d/M
31,00 d/M	27,00 d/M
30,00 d/M	26,00 d/M
31,00 d/M	27,00 d/M
30,00 d/M	26,00 d/M
31,00 d/M	27,00 d/M
t _{Nutz,d}	12,0 h/d
d _{Nutz,a}	317,0 d/a
t _{Tag,a}	2970,0 h/a
t _{Nacht,a}	834,0 h/a
t _{RLT,d}	14,0 h/d
d _{RLT,a}	317,0 d/a
t _{h,d}	14,0 h/d
d _{h,a}	317,0 d/a
t _{c,d}	14,0 h/d
d _{c,a}	317,0 d/a
θ _{ih}	20,00 °C
θ _{ic}	26,00 °C
θ _{iu}	13,00 °C
x	m.T.
n _{L,RLT}	3,00
n _{L,FL}	1,80
n _{L,NL}	1,50
E _m	215
h _{Ne}	0,70
k _A	0,9
C _{A,m}	0,4
k _R	2,1
F _{t,n,m}	1,0
q _{i,HWB}	3,75 W/m ²
q _{i,KB}	7,50 W/m ²
wwwb	17,50 Wh/m ² d

	θ _e [°C]	θ _{h,i} [°C]	θ _{c,i} [°C]
Jänner	-1,53 °C	20,00 °C	26,00 °C
Februar	0,73 °C	20,00 °C	26,00 °C
März	4,81 °C	20,00 °C	26,00 °C
April	9,62 °C	20,00 °C	26,00 °C
Mai	14,20 °C	20,00 °C	26,00 °C
Juni	17,33 °C	20,00 °C	26,00 °C
Juli	19,12 °C	20,00 °C	26,00 °C
August	18,56 °C	20,00 °C	26,00 °C
September	15,03 °C	20,00 °C	26,00 °C
Oktober	9,64 °C	20,00 °C	26,00 °C
November	4,16 °C	20,00 °C	26,00 °C
Dezember	0,19 °C	20,00 °C	26,00 °C

Transmission

Bruttovolumen	5902,30 m³	Nettogeschossfläche	80%	894,29 m²
Bruttogeschossfläche	1117,86 m²	Lüftungsvolumen	2,60 m	2325,15 m³
A	3107,34 m²	Le		551,31 W/K
chrakteristische Länge	1,90 m	Le+Lg		911,26 W/K

Leitwert außenluftberührter Bauteile	$L_e =$	911,26 W/K
Leitwertkorrektur infolge Wärmebrücken	$L_y + L_c =$	83,24 W/K
Transmissionsleitwert	$L_T =$	994,50 W/K

Bauweise	mittelschwer	$\rho =$	118045,9	$\tau =$	90,1
				$a =$	6,6
				$\eta_o =$	0,8689

Lüftung WG

$n_{L,Winter} =$	0,40 1/h
$n_x =$	0,04 1/h

$n_{L,Sommer} =$	1,50 1/h
$n_{50} =$	0,60 1/h

keine Wärmerückgewinnung	\diamond	0,00%
--------------------------	------------	-------

kein Erdwärmetauscher	\diamond	0,00%
-----------------------	------------	-------

$\eta_{ges} =$	0,00%
$V_{gesamt} =$	930,06 m³/h
$L_V =$	316,22 W/K

$v_V = n_L \cdot V_L =$	930,06 m³/h
$v_x = n_x \cdot V_L =$	0,00 m³/h
$v_{mech} = n_{mech} \cdot (1 - \eta_{ges}) \cdot V_L =$	0,00 m³/h

Lüftung - NWG

BGF	1117,86 m²	$\theta_{i,h} =$	20,0 °C
$V_V =$	2325,15 m³	$\theta_{i,c} =$	26,0 °C
V =	5902,30 m³		
$n_{50} =$	\leftarrow \rightarrow		6,00 1/h
		$n_x =$	0,11 1/h

Innere Gewinne

Innere Wärme	$q_i =$	3,75 W/m²
Innere Wärme	$q_i =$	7,50 W/m²

Solare Gewinne

	N	NO/NW	OW	SO/SW	S
$A_{trans,h}$	1,87 m²	0,00 m²	25,24 m²	0,00 m²	16,03 m²
$A_{trans,c}$	1,87 m²	0,00 m²	25,24 m²	0,00 m²	16,03 m²
Glasanteil				$f_g =$	70,00%
Berücksichtigung des Strahlungsdurchganges				$f_{\perp} =$	90,00%
Berücksichtigung der Verschmutzung				$f_{verschmutzung} =$	98,00%

Fensterlüftung

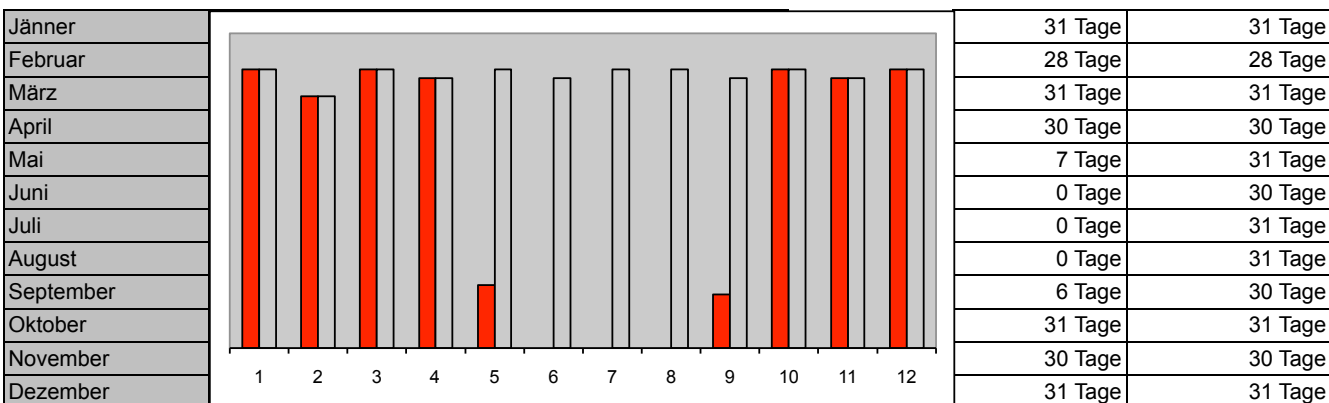
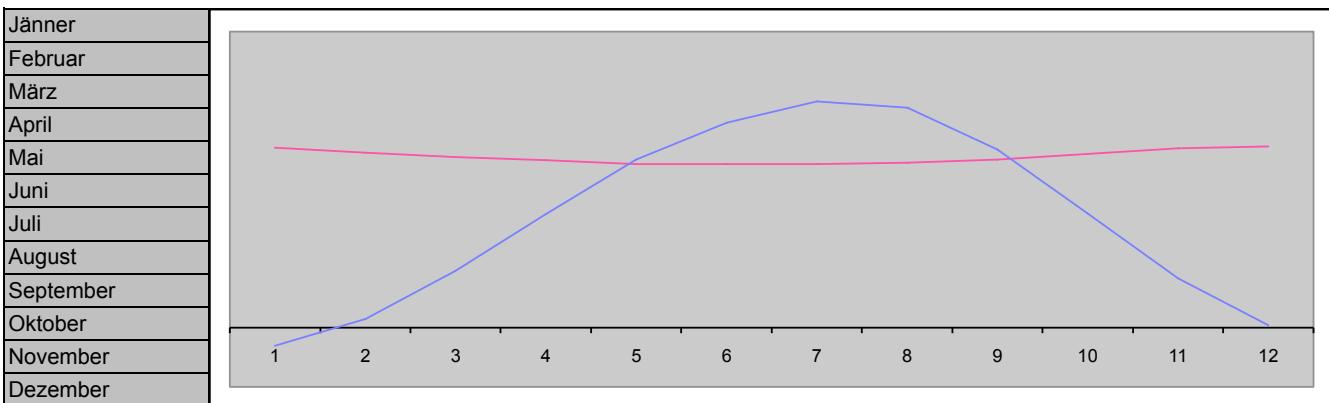
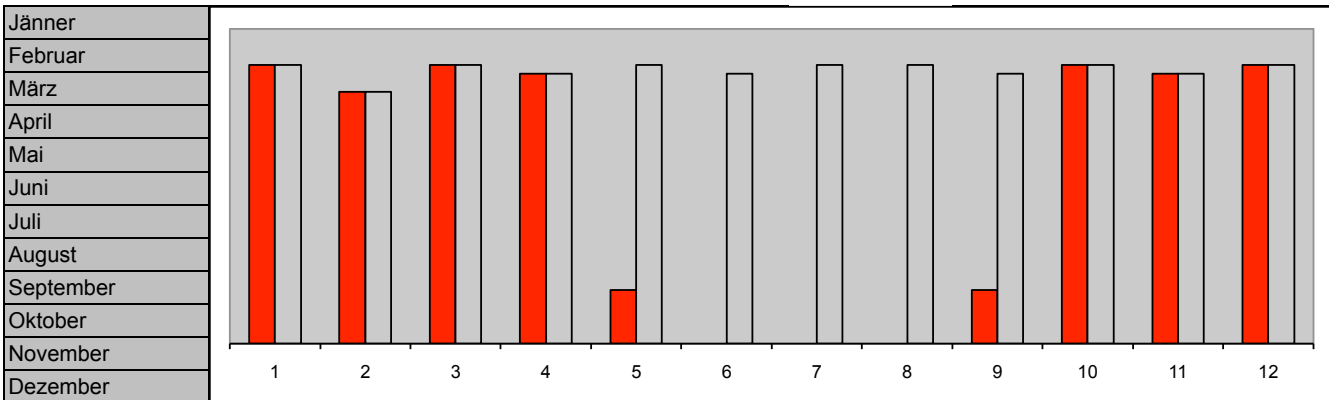
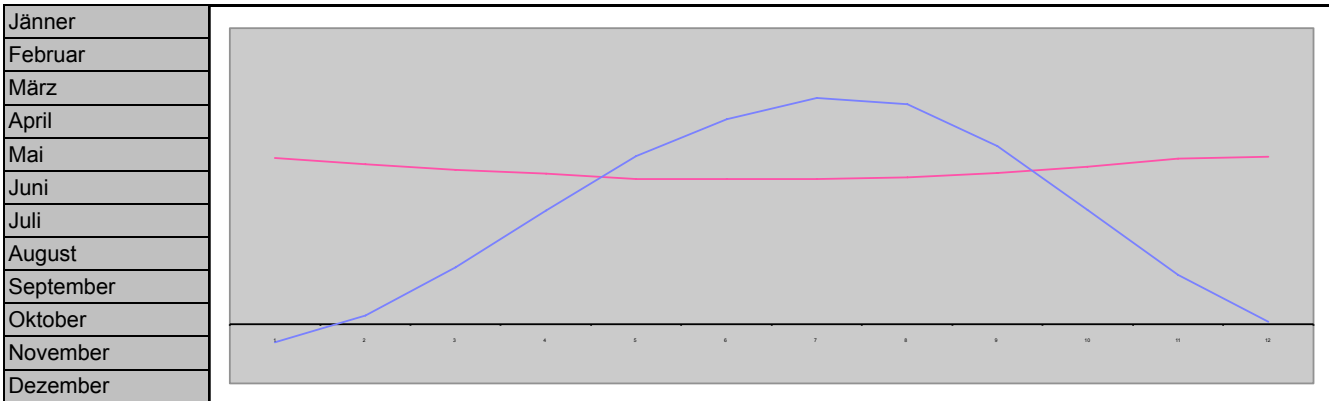
$n_{L,RLT}$	3,00 1/h	t_{RLT}	14 h/d
$n_{L,FL}$	1,80 1/h	t_{Nutz}	12 h/d
$n_{L,NL}$	1,50 1/h	t_{NL}	8 h/d

	d	d _{Nutz}	$n_{L,h}$	$n_{L,c}$	$L_{V,h}$	$L_{V,c}$
Jänner	31 d/M	27 d/M	0,78 1/h	1,22 1/h	619,69 W/K	963,96 W/K
Februar	28 d/M	24 d/M	0,77 1/h	1,20 1/h	609,85 W/K	948,66 W/K
März	31 d/M	27 d/M	0,78 1/h	1,22 1/h	619,69 W/K	963,96 W/K
April	30 d/M	26 d/M	0,78 1/h	1,21 1/h	616,63 W/K	959,20 W/K
Mai	31 d/M	27 d/M	0,78 1/h	1,22 1/h	619,69 W/K	963,96 W/K
Juni	30 d/M	26 d/M	0,78 1/h	1,21 1/h	616,63 W/K	959,20 W/K
Juli	31 d/M	27 d/M	0,78 1/h	1,22 1/h	619,69 W/K	963,96 W/K
August	31 d/M	27 d/M	0,78 1/h	1,22 1/h	619,69 W/K	963,96 W/K
September	30 d/M	26 d/M	0,78 1/h	1,21 1/h	616,63 W/K	959,20 W/K
Oktober	31 d/M	27 d/M	0,78 1/h	1,22 1/h	619,69 W/K	963,96 W/K
November	30 d/M	26 d/M	0,78 1/h	1,21 1/h	616,63 W/K	959,20 W/K
Dezember	31 d/M	27 d/M	0,78 1/h	1,22 1/h	619,69 W/K	963,96 W/K

	th	tc	ah	ac		
Jänner	73,12997895	60,27471441	5,57062	4,76717	1,400	118,582493
Februar	73,57833992	60,7493328	5,59865	4,79683	1,400	118,582493
März	73,12997895	60,27471441	5,57062	4,76717	1,400	118,582493
April	73,26888236	60,42157681	5,57931	4,77635	1,400	118,582493
Mai	73,12997895	60,27471441	5,57062	4,76717	1,400	118,582493
Juni	73,26888236	60,42157681	5,57931	4,77635	1,400	118,582493
Juli	73,12997895	60,27471441	5,57062	4,76717	1,400	118,582493
August	73,12997895	60,27471441	5,57062	4,76717	1,400	118,582493
September	73,26888236	60,42157681	5,57931	4,77635	1,400	118,582493
Oktober	73,12997895	60,27471441	5,57062	4,76717	1,400	118,582493
November	73,26888236	60,42157681	5,57931	4,77635	1,400	118,582493
Dezember	73,12997895	60,27471441	5,57062	4,76717	1,400	118,582493

Jänner	106,0527715	7,62829822	1,697252856	0,847807446	0,82660472
Februar	106,0527715	7,62829822	1,692506672	0,848453764	0,82749202
März	106,0527715	7,62829822	1,697252856	0,847807446	0,82660472
April	106,0527715	7,62829822	1,695784232	0,848008266	0,82688025
Mai	106,0527715	7,62829822	1,697252856	0,847807446	0,82660472
Juni	106,0527715	7,62829822	1,695784232	0,848008266	0,82688025
Juli	106,0527715	7,62829822	1,697252856	0,847807446	0,82660472
August	106,0527715	7,62829822	1,697252856	0,847807446	0,82660472
September	106,0527715	7,62829822	1,695784232	0,848008266	0,82688025
Oktober	106,0527715	7,62829822	1,697252856	0,847807446	0,82660472
November	106,0527715	7,62829822	1,695784232	0,848008266	0,82688025
Dezember	106,0527715	7,62829822	1,697252856	0,847807446	0,82660472

AUFTEILUNG DER HEIZTAGE



225 Tage 365 Tage

HEIZWÄRMEBEDARF- NWGw (Referenzklima)

L_T	994,50 W/K
L_V	316,22 W/K
θ_{in}	20,00 °C
$t_{Heiz,d}$	24,00 h/d

q_{int}	3,75 W/m ²
BF	894,29 m ²
Q_h	81758,8 kWh/a
HWB _{V(RK)}	13,9 kWh/m ² a

$A_{trans,sh}$	1,40 m ²	0,00 m ²	18,93 m ²	0,00 m ²	12,02 m ²
----------------	---------------------	---------------------	----------------------	---------------------	----------------------

$\Delta\theta$	γ	η	Q_h
----------------	----------	--------	-------

Monat	Dauer	h/M	K	γ	η	Q_h
Jänner	31 d/M	744,00 h/M	21,53 K	0,16	100,00%	17636,4 kWh/M
Februar	28 d/M	672,00 h/M	19,27 K	0,21	100,00%	13358,5 kWh/M
März	31 d/M	744,00 h/M	15,19 K	0,30	99,98%	10350,3 kWh/M
April	30 d/M	720,00 h/M	10,38 K	0,48	99,60%	5114,4 kWh/M
Mai	31 d/M	744,00 h/M	5,80 K	0,94	89,59%	914,4 kWh/M
Juni	30 d/M	720,00 h/M	2,67 K	2,03	49,12%	11,9 kWh/M
Juli	31 d/M	744,00 h/M	0,88 K	6,21	16,11%	0,0 kWh/M
August	31 d/M	744,00 h/M	1,44 K	3,67	27,25%	0,2 kWh/M
September	30 d/M	720,00 h/M	4,97 K	0,98	87,77%	657,6 kWh/M
Oktober	31 d/M	744,00 h/M	10,36 K	0,41	99,84%	5964,4 kWh/M
November	30 d/M	720,00 h/M	15,84 K	0,22	100,00%	11631,2 kWh/M
Dezember	31 d/M	744,00 h/M	19,81 K	0,17	100,00%	16119,4 kWh/M

$\Delta\theta$	I_{NORD}	$I_{NO/NW}$	$I_{OST/WEST}$	$I_{SO/SW}$	$I_{SÜD}$
----------------	------------	-------------	----------------	-------------	-----------

Monat	$\Delta\theta$	I_{NORD}	$I_{NO/NW}$	$I_{OST/WEST}$	$I_{SO/SW}$	$I_{SÜD}$
Jänner	-1,53 °C	13,11 kWh/m ²	13,78 kWh/m ²	19,51 kWh/m ²	31,95 kWh/m ²	39,63 kWh/m ²
Februar	0,73 °C	21,08 kWh/m ²	22,62 kWh/m ²	32,14 kWh/m ²	49,49 kWh/m ²	60,16 kWh/m ²
März	4,81 °C	28,36 kWh/m ²	35,03 kWh/m ²	52,12 kWh/m ²	68,80 kWh/m ²	78,39 kWh/m ²
April	9,62 °C	39,48 kWh/m ²	50,76 kWh/m ²	67,68 kWh/m ²	77,27 kWh/m ²	78,96 kWh/m ²
Mai	14,20 °C	55,21 kWh/m ²	70,16 kWh/m ²	88,18 kWh/m ²	91,63 kWh/m ²	87,41 kWh/m ²
Juni	17,33 °C	58,99 kWh/m ²	74,12 kWh/m ²	88,48 kWh/m ²	86,15 kWh/m ²	77,61 kWh/m ²
Juli	19,12 °C	59,41 kWh/m ²	75,87 kWh/m ²	93,14 kWh/m ²	91,93 kWh/m ²	81,90 kWh/m ²
August	18,56 °C	44,32 kWh/m ²	59,90 kWh/m ²	81,71 kWh/m ²	89,68 kWh/m ²	87,25 kWh/m ²
September	15,03 °C	35,63 kWh/m ²	43,30 kWh/m ²	60,37 kWh/m ²	74,97 kWh/m ²	82,14 kWh/m ²
Oktober	9,64 °C	23,81 kWh/m ²	26,87 kWh/m ²	40,86 kWh/m ²	59,04 kWh/m ²	70,14 kWh/m ²
November	4,16 °C	13,21 kWh/m ²	13,92 kWh/m ²	20,14 kWh/m ²	33,35 kWh/m ²	41,85 kWh/m ²
Dezember	0,19 °C	9,60 kWh/m ²	9,94 kWh/m ²	14,63 kWh/m ²	26,91 kWh/m ²	34,39 kWh/m ²

Q_T	Q_{Vw}	Q_{loss}	Q_{sol}	Q_{int}	Q_{gain}
-------	----------	------------	-----------	-----------	------------

Monat	Q_T	Q_{Vw}	Q_{loss}	Q_{sol}	Q_{int}	Q_{gain}
Jänner	15930,3 kWh/M	5065,3 kWh/M	20995,6 kWh/M	864,1 kWh/M	2495,1 kWh/M	3359,2 kWh/M
Februar	12878,3 kWh/M	4094,9 kWh/M	16973,1 kWh/M	1361,2 kWh/M	2253,6 kWh/M	3614,8 kWh/M
März	11239,2 kWh/M	3573,7 kWh/M	14813,0 kWh/M	1968,7 kWh/M	2495,1 kWh/M	4463,8 kWh/M
April	7432,5 kWh/M	2363,3 kWh/M	9795,8 kWh/M	2285,7 kWh/M	2414,6 kWh/M	4700,3 kWh/M
Mai	4291,5 kWh/M	1364,6 kWh/M	5656,0 kWh/M	2797,4 kWh/M	2495,1 kWh/M	5292,4 kWh/M
Juni	1911,8 kWh/M	607,9 kWh/M	2519,7 kWh/M	2690,5 kWh/M	2414,6 kWh/M	5105,1 kWh/M
Juli	651,1 kWh/M	207,0 kWh/M	858,2 kWh/M	2830,9 kWh/M	2495,1 kWh/M	5326,0 kWh/M
August	1065,5 kWh/M	338,8 kWh/M	1404,3 kWh/M	2657,7 kWh/M	2495,1 kWh/M	5152,8 kWh/M
September	3558,7 kWh/M	1131,6 kWh/M	4690,3 kWh/M	2180,2 kWh/M	2414,6 kWh/M	4594,7 kWh/M
Oktober	7665,5 kWh/M	2437,4 kWh/M	10102,9 kWh/M	1650,0 kWh/M	2495,1 kWh/M	4145,1 kWh/M
November	11342,1 kWh/M	3606,4 kWh/M	14948,5 kWh/M	902,9 kWh/M	2414,6 kWh/M	3317,4 kWh/M
Dezember	14657,6 kWh/M	4660,7 kWh/M	19318,3 kWh/M	703,8 kWh/M	2495,1 kWh/M	3198,9 kWh/M

HEIZWÄRMEBEDARF- NWG (Standortklima)

L_T	994,50 W/K
θ_{in}	20,00 °C
$t_{Heiz,d}$	24,00 h/d

q_{int}	3,75 W/m ²
BF	894,29 m ²
Q_h	83214,2 kWh/a
HWB _{V(SK)}	74,4 kWh/m ² a

$A_{trans,sh}$	1,40 m ²	0,00 m ²	18,93 m ²	0,00 m ²	12,02 m ²
$A_{trans,c}$	1,40 m ²	0,00 m ²	18,93 m ²	0,00 m ²	12,02 m ²

Monat	d/M	h/M	K		%	kWh/M
Jänner	31	744,00	21,53	0,2599	99,96%	19139,3
Februar	28	672,00	19,27	0,3178	99,89%	14180,6
März	31	744,00	15,19	0,4289	99,49%	10458,0
April	30	720,00	10,38	0,6591	96,44%	4386,8
Mai	31	744,00	5,80	1,2423	74,32%	534,0
Juni	30	720,00	2,67	2,6932	37,04%	7,8
Juli	31	744,00	0,88	8,2197	12,17%	0,0
August	31	744,00	1,44	4,9230	20,31%	0,2
September	30	720,00	4,97	1,3583	69,56%	317,8
Oktober	31	744,00	10,36	0,6033	97,53%	5120,9
November	30	720,00	15,84	0,3567	99,80%	11834,1
Dezember	31	744,00	19,81	0,2757	99,94%	17234,8

$\Delta\theta$	I_{NORD}	$I_{NO/NW}$	$I_{OST/WEST}$	$I_{SO/SW}$	I_{SUD}
----------------	------------	-------------	----------------	-------------	-----------

Jänner	-1,53 °C	13,11 kWh/m ²	13,78 kWh/m ²	19,51 kWh/m ²	31,95 kWh/m ²	39,63 kWh/m ²
Februar	0,73 °C	21,08 kWh/m ²	22,62 kWh/m ²	32,14 kWh/m ²	49,49 kWh/m ²	60,16 kWh/m ²
März	4,81 °C	28,36 kWh/m ²	35,03 kWh/m ²	52,12 kWh/m ²	68,80 kWh/m ²	78,39 kWh/m ²
April	9,62 °C	39,48 kWh/m ²	50,76 kWh/m ²	67,68 kWh/m ²	77,27 kWh/m ²	78,96 kWh/m ²
Mai	14,20 °C	55,21 kWh/m ²	70,16 kWh/m ²	88,18 kWh/m ²	91,63 kWh/m ²	87,41 kWh/m ²
Juni	17,33 °C	58,99 kWh/m ²	74,12 kWh/m ²	88,48 kWh/m ²	86,15 kWh/m ²	77,61 kWh/m ²
Juli	19,12 °C	59,41 kWh/m ²	75,87 kWh/m ²	93,14 kWh/m ²	91,93 kWh/m ²	81,90 kWh/m ²
August	18,56 °C	44,32 kWh/m ²	59,90 kWh/m ²	81,71 kWh/m ²	89,68 kWh/m ²	87,25 kWh/m ²
September	15,03 °C	35,63 kWh/m ²	43,30 kWh/m ²	60,37 kWh/m ²	74,97 kWh/m ²	82,14 kWh/m ²
Oktober	9,64 °C	23,81 kWh/m ²	26,87 kWh/m ²	40,86 kWh/m ²	59,04 kWh/m ²	70,14 kWh/m ²
November	4,16 °C	13,21 kWh/m ²	13,92 kWh/m ²	20,14 kWh/m ²	33,35 kWh/m ²	41,85 kWh/m ²
Dezember	0,19 °C	9,60 kWh/m ²	9,94 kWh/m ²	14,63 kWh/m ²	26,91 kWh/m ²	34,39 kWh/m ²

Q_T	Q_{Vn}	Q_{loss}	Q_{sol}	Q_{int}	Q_{gain}
-------	----------	------------	-----------	-----------	------------

Jänner	15930,3 kWh/M	9926,4 kWh/M	25856,7 kWh/M	864,1 kWh/M	5856,0 kWh/M	6720,1 kWh/M
Februar	12878,3 kWh/M	7897,3 kWh/M	20775,5 kWh/M	1361,2 kWh/M	5241,1 kWh/M	6602,3 kWh/M
März	11239,2 kWh/M	7003,3 kWh/M	18242,6 kWh/M	1968,7 kWh/M	5856,0 kWh/M	7824,8 kWh/M
April	7432,5 kWh/M	4608,4 kWh/M	12041,0 kWh/M	2285,7 kWh/M	5651,1 kWh/M	7936,8 kWh/M
Mai	4291,5 kWh/M	2674,1 kWh/M	6965,6 kWh/M	2797,4 kWh/M	5856,0 kWh/M	8653,4 kWh/M
Juni	1911,8 kWh/M	1185,4 kWh/M	3097,2 kWh/M	2690,5 kWh/M	5651,1 kWh/M	8341,6 kWh/M
Juli	651,1 kWh/M	405,7 kWh/M	1056,8 kWh/M	2930,9 kWh/M	5856,0 kWh/M	8686,9 kWh/M
August	1065,5 kWh/M	663,9 kWh/M	1729,4 kWh/M	2657,7 kWh/M	5856,0 kWh/M	8513,8 kWh/M
September	3558,7 kWh/M	2206,5 kWh/M	5765,3 kWh/M	2180,2 kWh/M	5651,1 kWh/M	7831,2 kWh/M
Oktober	7665,5 kWh/M	4776,5 kWh/M	12441,9 kWh/M	1650,0 kWh/M	5856,0 kWh/M	7506,1 kWh/M
November	11342,1 kWh/M	7032,5 kWh/M	18374,7 kWh/M	902,9 kWh/M	5651,1 kWh/M	6553,9 kWh/M
Dezember	14657,6 kWh/M	9133,4 kWh/M	23791,0 kWh/M	703,8 kWh/M	5856,0 kWh/M	6559,9 kWh/M

außeninduzierter KÜHLBEDARF (Referenzklima)

L_T	994,50 W/K
θ_{ic}	26,00 °C
	24,00 h/d

q_{int}	0,00 W/m ²
BF	894,29 m ²
$Q_{c,ai,RK}$	156,5 kWh/a
$KB_{v,ai,RK}$	0,0 kWh/m ² a

$A_{trans,sh}$	1,87 m ²	0,00 m ²	25,24 m ²	0,00 m ²	16,03 m ²
$A_{trans,c}$	1,87 m ²	0,00 m ²	25,24 m ²	0,00 m ²	16,03 m ²

Monat	d/M	h/M	K		%	kWh/M
Jänner	31	744,00	27,53	0,05054	100,00000%	0,0000
Februar	28	672,00	25,27	0,10	100,00000%	0,0000
März	31	744,00	21,19	0,15	99,99996%	0,0019
April	30	720,00	16,38	0,23	99,99889%	0,0576
Mai	31	744,00	11,80	0,38	99,96015%	2,5227
Juni	30	720,00	8,67	0,52	99,68673%	19,0572
Juli	31	744,00	6,88	0,66	98,49764%	96,2465
August	31	744,00	7,44	0,58	99,36989%	37,8972
September	30	720,00	10,97	0,33	99,98557%	0,7112
Oktober	31	744,00	16,36	0,16	99,99992%	0,0030
November	30	720,00	21,84	0,07	100,00000%	0,0000
Dezember	31	744,00	25,81	0,04	100,00000%	0,0000

$\Delta\theta$	I_{NORD}	$I_{NO/NE}$	$I_{OST/WEST}$	$I_{SO/SW}$	$I_{SÜD}$
----------------	------------	-------------	----------------	-------------	-----------

Jänner	-1,53 °C	13,11 kWh/m ²	13,78 kWh/m ²	19,51 kWh/m ²	31,95 kWh/m ²	39,63 kWh/m ²
Februar	0,73 °C	21,08 kWh/m ²	22,62 kWh/m ²	32,14 kWh/m ²	49,49 kWh/m ²	60,16 kWh/m ²
März	4,81 °C	28,36 kWh/m ²	35,03 kWh/m ²	52,12 kWh/m ²	68,80 kWh/m ²	78,39 kWh/m ²
April	9,62 °C	39,48 kWh/m ²	50,76 kWh/m ²	67,68 kWh/m ²	77,27 kWh/m ²	78,96 kWh/m ²
Mai	14,20 °C	55,21 kWh/m ²	70,16 kWh/m ²	88,18 kWh/m ²	91,63 kWh/m ²	87,41 kWh/m ²
Juni	17,33 °C	58,99 kWh/m ²	74,12 kWh/m ²	88,48 kWh/m ²	86,15 kWh/m ²	77,61 kWh/m ²
Juli	19,12 °C	59,41 kWh/m ²	75,87 kWh/m ²	93,14 kWh/m ²	91,93 kWh/m ²	81,90 kWh/m ²
August	18,56 °C	44,32 kWh/m ²	59,90 kWh/m ²	81,71 kWh/m ²	89,68 kWh/m ²	87,25 kWh/m ²
September	15,03 °C	35,63 kWh/m ²	43,30 kWh/m ²	60,37 kWh/m ²	74,97 kWh/m ²	82,14 kWh/m ²
Oktober	9,64 °C	23,81 kWh/m ²	26,87 kWh/m ²	40,86 kWh/m ²	59,04 kWh/m ²	70,14 kWh/m ²
November	4,16 °C	13,21 kWh/m ²	13,92 kWh/m ²	20,14 kWh/m ²	33,35 kWh/m ²	41,85 kWh/m ²
Dezember	0,19 °C	9,60 kWh/m ²	9,94 kWh/m ²	14,63 kWh/m ²	26,91 kWh/m ²	34,39 kWh/m ²

Q_T	Q_v	Q_{loss}	Q_{sol}	Q_{int}	Q_{gain}
-------	-------	------------	-----------	-----------	------------

Jänner	20369,8 kWh/M	2428,8 kWh/M	22798,6 kWh/M	1152,1 kWh/M	0,0 kWh/M	1152,1 kWh/M
Februar	16888,1 kWh/M	2013,7 kWh/M	18901,8 kWh/M	1814,9 kWh/M	0,0 kWh/M	1814,9 kWh/M
März	15678,7 kWh/M	1869,5 kWh/M	17548,2 kWh/M	2625,0 kWh/M	0,0 kWh/M	2625,0 kWh/M
April	11728,8 kWh/M	1398,5 kWh/M	13127,3 kWh/M	3047,6 kWh/M	0,0 kWh/M	3047,6 kWh/M
Mai	8731,0 kWh/M	1041,1 kWh/M	9772,0 kWh/M	3729,8 kWh/M	0,0 kWh/M	3729,8 kWh/M
Juni	6208,1 kWh/M	740,2 kWh/M	6948,3 kWh/M	3587,4 kWh/M	0,0 kWh/M	3587,4 kWh/M
Juli	5090,6 kWh/M	607,0 kWh/M	5697,6 kWh/M	3774,5 kWh/M	0,0 kWh/M	3774,5 kWh/M
August	5504,9 kWh/M	656,4 kWh/M	6161,3 kWh/M	3543,6 kWh/M	0,0 kWh/M	3543,6 kWh/M
September	7855,0 kWh/M	936,6 kWh/M	8791,6 kWh/M	2906,9 kWh/M	0,0 kWh/M	2906,9 kWh/M
Oktober	12104,9 kWh/M	1443,4 kWh/M	13548,3 kWh/M	2200,0 kWh/M	0,0 kWh/M	2200,0 kWh/M
November	15638,4 kWh/M	1864,7 kWh/M	17503,1 kWh/M	1203,8 kWh/M	0,0 kWh/M	1203,8 kWh/M
Dezember	19097,1 kWh/M	2277,1 kWh/M	21374,2 kWh/M	938,4 kWh/M	0,0 kWh/M	938,4 kWh/M

KÜHLBEDARF (Standortklima)

L_T	994,50 W/K
θ_{ic}	26,00 °C
	24,00 h/d

q_{int}	7,50 W/m ²
BF	894,29 m ²
$Q_{c,SK}$	28810,9 kWh/a
$KB_{v,SK}$	25,8 kWh/m ³ a

$A_{trans,sh}$	1,87 m ²	0,00 m ²	25,24 m ²	0,00 m ²	16,03 m ²
$A_{trans,c}$	1,87 m ²	0,00 m ²	25,24 m ²	0,00 m ²	16,03 m ²

Monat	d/M	h/M	K			
Jänner	31	744,00	27,53	0,32	0,30%	54,2 kWh/M
Februar	28	672,00	25,27	0,37	0,55%	95,2 kWh/M
März	31	744,00	21,19	0,46	1,40%	280,9 kWh/M
April	30	720,00	16,38	0,62	4,20%	844,1 kWh/M
Mai	31	744,00	11,80	0,90	13,22%	2857,0 kWh/M
Juni	30	720,00	8,67	1,22	26,44%	5511,6 kWh/M
Juli	31	744,00	6,88	1,54	38,39%	8324,2 kWh/M
August	31	744,00	7,44	1,41	33,63%	7182,2 kWh/M
September	30	720,00	10,97	0,92	14,09%	2802,1 kWh/M
Oktober	31	744,00	16,36	0,58	3,35%	651,6 kWh/M
November	30	720,00	21,84	0,41	0,81%	142,7 kWh/M
Dezember	31	744,00	25,81	0,34	0,37%	65,4 kWh/M

$\Delta\theta$	I_{NORD}	$I_{NO/NW}$	$I_{OSTWEST}$	$I_{SO/SW}$	I_{SUD}
----------------	------------	-------------	---------------	-------------	-----------

Jänner	-1,53 °C	13,11 kWh/m ²	13,78 kWh/m ²	19,51 kWh/m ²	31,95 kWh/m ²	#####
Februar	0,73 °C	21,08 kWh/m ²	22,62 kWh/m ²	32,14 kWh/m ²	49,49 kWh/m ²	#####
März	4,81 °C	28,36 kWh/m ²	35,03 kWh/m ²	52,12 kWh/m ²	68,80 kWh/m ²	#####
April	9,62 °C	39,48 kWh/m ²	50,76 kWh/m ²	67,68 kWh/m ²	77,27 kWh/m ²	#####
Mai	14,20 °C	55,21 kWh/m ²	70,16 kWh/m ²	88,18 kWh/m ²	91,63 kWh/m ²	#####
Juni	17,33 °C	58,99 kWh/m ²	74,12 kWh/m ²	88,48 kWh/m ²	86,15 kWh/m ²	#####
Juli	19,12 °C	59,41 kWh/m ²	75,87 kWh/m ²	93,14 kWh/m ²	91,93 kWh/m ²	#####
August	18,56 °C	44,32 kWh/m ²	59,90 kWh/m ²	81,71 kWh/m ²	89,68 kWh/m ²	#####
September	15,03 °C	35,63 kWh/m ²	43,30 kWh/m ²	60,37 kWh/m ²	74,97 kWh/m ²	#####
Oktober	9,64 °C	23,81 kWh/m ²	26,87 kWh/m ²	40,86 kWh/m ²	59,04 kWh/m ²	#####
November	4,16 °C	13,21 kWh/m ²	13,92 kWh/m ²	20,14 kWh/m ²	33,35 kWh/m ²	#####
Dezember	0,19 °C	9,60 kWh/m ²	9,94 kWh/m ²	14,63 kWh/m ²	26,91 kWh/m ²	#####

Q_T	Q_v	Q_{loss}	Q_{sol}	Q_{int}	Q_{gain}
-------	-------	------------	-----------	-----------	------------

Jänner	20369,8 kWh/M	19744,2 kWh/M	40113,9 kWh/M	1152,1 kWh/M	11712,1 kWh/M	12864,2 kWh/M
Februar	16888,1 kWh/M	16109,6 kWh/M	32997,7 kWh/M	1814,9 kWh/M	10482,3 kWh/M	12297,2 kWh/M
März	15678,7 kWh/M	15197,2 kWh/M	30875,9 kWh/M	2625,0 kWh/M	11712,1 kWh/M	14337,1 kWh/M
April	11728,8 kWh/M	11312,4 kWh/M	23041,2 kWh/M	3047,6 kWh/M	11302,2 kWh/M	14349,8 kWh/M
Mai	8731,0 kWh/M	8462,8 kWh/M	17193,8 kWh/M	3729,8 kWh/M	11712,1 kWh/M	15441,9 kWh/M
Juni	6208,1 kWh/M	5987,7 kWh/M	12195,8 kWh/M	3587,4 kWh/M	11302,2 kWh/M	14889,5 kWh/M
Juli	5090,6 kWh/M	4934,2 kWh/M	10024,8 kWh/M	3774,5 kWh/M	11712,1 kWh/M	15486,6 kWh/M
August	5504,9 kWh/M	5335,9 kWh/M	10840,8 kWh/M	3543,6 kWh/M	11712,1 kWh/M	15255,7 kWh/M
September	7855,0 kWh/M	7576,2 kWh/M	15431,1 kWh/M	2906,9 kWh/M	11302,2 kWh/M	14209,0 kWh/M
Oktober	12104,9 kWh/M	11733,2 kWh/M	23838,1 kWh/M	2200,0 kWh/M	11712,1 kWh/M	13912,1 kWh/M
November	15638,4 kWh/M	15083,2 kWh/M	30721,6 kWh/M	1203,8 kWh/M	11302,2 kWh/M	12506,0 kWh/M
Dezember	19097,1 kWh/M	18510,6 kWh/M	37607,7 kWh/M	938,4 kWh/M	11712,1 kWh/M	12650,5 kWh/M

Beleuchtungsenergiebedarf in Anlehnung an die ÖNORM H 5059:2007

Wahl des Gebäudes zur Ermittlung der Standardbetriebsstunden

Gebäudetyp	12	Verkaufsstätte
Zeit der Tageslichtnutzung		$t_D = 2970,0 \text{ h/a}$
Zeit der Kunstlichtnutzung		$t_N = 834,0 \text{ h/a}$
Jährliche Standardbetriebsstunden		$t_{\text{total}} = 3804,0 \text{ h/a}$
Notbeleuchtung vorhanden		$E_m = 215 \text{ lux}$

Bestimmung des Tageslicht-Teilbetriebsfaktors (Abschnitt 8)

Handschtaltung	1,00
Dimmen m. Photozellen - konst. Bel.stärke	0,90
---	xxx
Handschtaltung	<input type="checkbox"/>
Tageslicht-Versorgungsfaktor	$F_D = 1,00$

Bestimmung des Belegungs-Teilbetriebsfaktors (Abschnitt 9)

Handschtaltung	1,00
---	xxx
Handschtaltung	<input type="checkbox"/>
Nutzungsabhängigkeitsfaktor	$F_O = 1,00$

Bestimmung des Konstantlichtfaktors (Abschnitt 10)

Konstantlichtfaktor (Defaultwert)	$F_c = 0,83$
-----------------------------------	--------------

Leerlaufverlust-Leistungen

Leerlaufverlust-Leistung der Leuchten für Notbeleuchtung	$P_{em} = 0,0 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Leerlaufverlust-Leistung der Beleuchtungskontrollgeräte im Standby	$P_{pc} = 0,0 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Auswahl 1 (Hauptbeleuchtung)

←	90%	Metallhalogenid-Hochdruck mit KVG	$\eta_{\text{RAUM}} = 0,80$
		geschlossene Wannenleuchten mit opalem Kunststoff	$\eta_{\text{LAMPE}} = 85,00$
			$\eta_{\text{LEUCHE}} = 0,40$

Auswahl 2

←	10%	Standard-Glühlampe	$\eta_1 = 0,03$
		indirekte Wandleuchten, Indirektleuchten	$\eta_{\text{RAUM}} = 0,80$
			$\eta_{\text{LAMPE}} = 15,00$
			$\eta_{\text{LEUCHE}} = 0,50$

Auswahl 3

Rest	0%	keine Auswahl	$\eta_2 = 0,02$
o.k.		Rasterleuchten, Leuchten mit lichtlenkenden Prismen	$\eta_{\text{RAUM}} = 0,80$
			$\eta_{\text{LAMPE}} = 0,00$
			$\eta_{\text{LEUCHE}} = 0,60$
			$\eta_3 = 0,00$

spezifische elektrische Bewertungsleistung	$p_{\text{spez}} = 10,70 \text{ W/m}^2$
	$BGF = 1118 \text{ m}^2$
Gesamtleuchtenleistung	$P_N = 9566 \text{ W}$
effektive jährliche Betriebsstunden	$t_u = 3804 \text{ Stunden}$
jährlicher Energiebedarf für Beleuchtung	$LENI = 30204 \text{ kWh/a}$
spezifischer jährlicher Energiebedarf für Beleuchtung	$Q_{LENI} = 27 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Aufteilung (Heizen und Kühlen)

Heizperiode	$Q_{LENI,h} =$	2,94 kWh/m ² M
Kühlperiode	$Q_{LENI,c} =$	5,88 kWh/m ² M

spezifischer jährlicher Energiebedarf für Beleuchtung	$Q_{LENI,Benchmark} = 71 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
---	---

Warmwasser-Eingabe

Warmwasser-Wärmeabgabe

Regelfähigkeit

Verbrauchserfassung

Zweigriffarmature <input type="checkbox"/>	$q_{TW,WA,1}$	0,083 W/m ²	individuelle WW-Verbrauchsermittlung <input type="checkbox"/>	$q_{TW,WA,2}$	0,000 W/m ²
--	---------------	------------------------	---	---------------	------------------------

Warmwasser-Wärmeverteilung

Verteilungen	$l_{Verteill.} =$	0,00 m	$\theta_{Verteill.} =$	55,00 °C
	$d_{Verteill.} =$	70 mm	$\Delta\theta_{Verteill.} =$	35,00 K
	Lage	Dämmung		Dämmung der Armaturen
	konditionierte Lage (Verteill.) <input type="checkbox"/>	3/3 gedämmt	Armaturen ungedämmt	
	$\theta_{Verteill.,Lage} =$	20 °C	$q_{Verteill.} =$	0,24 W/mK
			$f_{ero,1} =$	1,70
Steigleitung	$l_{Steigl.} =$	0 m	$\theta_{Steigl.} =$	55,00 °C
	$d_{Steigl.} =$	40 mm	$\Delta\theta_{Steigl.} =$	35,00 K
	Lage	Dämmung		Dämmung der Armaturen
	konditionierte Lage (Steigl.) <input type="checkbox"/>	3/3 gedämmt	Armaturen ungedämmt	
	$\theta_{Steigl.,Lage} =$	20 °C	$q_{Steigl.} =$	0,24 W/mK
			$f_{ero,2} =$	1,35
Stichleitung	$l_{Stichl.} =$	54 m	$\theta_{Stichl.} =$	25,00 °C
	$d_{Stichl.} =$	20 mm	Rohrmaterial	
			Stahl (Stichl.) <input type="checkbox"/>	$n_{Arm} =$
			$f_{stichl.,A} =$	2,42 W/m
Zirkulation	mit Zirkulation <input type="checkbox"/>		$l_{Zirk-Verteill.} =$	0 m
			$l_{Zirk-Steigl.} =$	0 m
			$d_{Zirk-Verteill.} =$	25 mm
			$d_{Zirk-Steigl.} =$	25 mm
			$\theta_{Zirk-Verteill.} =$	55,00 °C
			$\theta_{Zirk-Steigl.} =$	55,00 °C
			$\Delta\theta_{Zirk-Verteill.} =$	35,00 K
			$\Delta\theta_{Zirk-Steigl.} =$	35,00 K
		$q_{Zirk-Verteill.} =$	0,24 W/mK	
		$q_{Zirk-Steigl.} =$	0,24 W/mK	
		$f_{ero,1} =$	1,70	
		$f_{ero,2} =$	1,35	

Warmwasser-Wärmebereitstellung

$P_{TW,KN} =$	94 kW	$BGF_{TW} =$	894,3 m ²	$wwwb =$	#####	
WW- und RH-WB getrennt		WW-WB dezentral				
Warmwasserwärmebereitstellungssystem		Aufstellungsort		Betriebsweise		
Stromdirektheizung		konditioniert <input type="checkbox"/>		nicht modulierend <input type="checkbox"/>		
Volllast	$A =$	99,5	$B =$	0	$k_b =$	0,0000
	$\eta_{100\%} =$	99,50%	$\eta_{be,100\%} =$	99,50%	$k_r =$	0,0000
Teillast	$C =$	0	$D =$	0	$f_{eh} =$	0,00
	$\eta_{30\%} =$	0,00%	$\eta_{be,30\%} =$	0,00%	$f_{uw} =$	0,00
Bereitschaft	$E =$	0	$F =$	0	$f_{et} =$	0,00
	$q_{bb,Pb} =$	0,00%	$\theta_{TW,K} =$	55,00 °C	Energieträger	6

Warmwasser-Wärmespeicherung

Speicher					
kein Warmwasserspeicher <input type="checkbox"/>					
Anschlusssteile ungedämmt <input type="checkbox"/>		mit E-Patrone <input type="checkbox"/>		konditioniert <input type="checkbox"/>	
$V_{TW,WS} =$	0 l	$\theta_{TW,WS} =$	0,00 °C	$\Delta\theta_{SD} =$	7,00 K
$q_{b,WS} =$	0,000	$\Delta\theta_{TW,WS} =$	0,00 K	$\theta_{UPb} =$	20,00 °C
$\Sigma q_{at,WS} =$	1,320	$t_{SD} =$	0,00	$\theta_{Pb} =$	70,00 °C

Hilfsenergie - Warmwasser

BFTW =	894,3 m ²		1	heizöl
P _{TW,WW,p} =	36,8 W	Zirkulation	ja	
P _{TW,WS,p} =	112,0 W	WW-Speicher	nein	
P _{TW,WT,p} =	112,0 W	WW-WT	nein	
P _{TW,K,p} =	18,4 W	modulierend	nein	
P _{TW,K,Ölp} =	0,0 W	ET	6	
P _{TW,K,Geb} =	0,0 W	Gebläse	1	gebläse
P _{TW,BE} =	0,0 W		1	biomasse

Gebläse für Brenner

<input checked="" type="radio"/> Heizkessel ohne Gebläseunterstützung
Gebläsebrenner

Heizöl-Art

<input checked="" type="radio"/> Heizöl extraleicht
Heizöl leicht

Fördergerät Biomasse

<input checked="" type="radio"/> Förderschnecke
Fördergebläse

1	gas
2	öl
3	kohle
4	biomasse
5	fw
6	strom

	t _{TW,K,be}	Q _{TW,WT,HE}	Q _{TW,K,HE}	Q _{TW,OV,HE}	Q _{TW,BE,HE}
Jänner	6,4 h	0,0 kWh/M	0,1 kWh/M	0,0 kWh/M	0,0 kWh/M
Februar	5,7 h	0,0 kWh/M	0,1 kWh/M	0,0 kWh/M	0,0 kWh/M
März	6,4 h	0,0 kWh/M	0,1 kWh/M	0,0 kWh/M	0,0 kWh/M
April	6,1 h	0,0 kWh/M	0,1 kWh/M	0,0 kWh/M	0,0 kWh/M
Mai	6,4 h	0,0 kWh/M	0,1 kWh/M	0,0 kWh/M	0,0 kWh/M
Juni	6,1 h	0,0 kWh/M	0,1 kWh/M	0,0 kWh/M	0,0 kWh/M
Juli	6,4 h	0,0 kWh/M	0,1 kWh/M	0,0 kWh/M	0,0 kWh/M
August	6,4 h	0,0 kWh/M	0,1 kWh/M	0,0 kWh/M	0,0 kWh/M
September	6,1 h	0,0 kWh/M	0,1 kWh/M	0,0 kWh/M	0,0 kWh/M
Oktober	6,4 h	0,0 kWh/M	0,1 kWh/M	0,0 kWh/M	0,0 kWh/M
November	6,1 h	0,0 kWh/M	0,1 kWh/M	0,0 kWh/M	0,0 kWh/M
Dezember	6,4 h	0,0 kWh/M	0,1 kWh/M	0,0 kWh/M	0,0 kWh/M

	Q _{TW,WA,HE}	Q _{TW,WW,HE}	Q _{TW,WS,HE}	Q _{TW,WB,HE}	
Jänner	378,0 h	0 kWh/M	14 kWh/M	0 kWh/M	14 kWh/M
Februar	336,0 h	0 kWh/M	12 kWh/M	0 kWh/M	12 kWh/M
März	378,0 h	0 kWh/M	14 kWh/M	0 kWh/M	14 kWh/M
April	364,0 h	0 kWh/M	13 kWh/M	0 kWh/M	14 kWh/M
Mai	378,0 h	0 kWh/M	14 kWh/M	0 kWh/M	14 kWh/M
Juni	364,0 h	0 kWh/M	13 kWh/M	0 kWh/M	14 kWh/M
Juli	378,0 h	0 kWh/M	14 kWh/M	0 kWh/M	14 kWh/M
August	378,0 h	0 kWh/M	14 kWh/M	0 kWh/M	14 kWh/M
September	364,0 h	0 kWh/M	13 kWh/M	0 kWh/M	14 kWh/M
Oktober	378,0 h	0 kWh/M	14 kWh/M	0 kWh/M	14 kWh/M
November	364,0 h	0 kWh/M	13 kWh/M	0 kWh/M	14 kWh/M
Dezember	378,0 h	0 kWh/M	14 kWh/M	0 kWh/M	14 kWh/M

Raumheizung-Eingabe

Raumheizung - Wärmeabgabe

Art der Regelung										
Einzelraumregelung mit elektronischem Regelgerät mit Optimierungsfunktion						↕	$q_{H,WA,1} =$	0,380 W/m ²		
Art des Wärmeabgabesystems										
Kleinflächige Wärmeabgabe wie Radiatoren, Einzelraumheizer						↕	$q_{H,WA,2} =$	0,250 W/m ²		
Art der Wärmeverbrauchsfeststellung										
individuelle Wärmeverbrauchsermittlung						↕	$q_{H,WA,3} =$	0,000 W/m ²		
Systemtemperaturen						$\theta_{VL,Ne}$	$\theta_{RL,Ne}$	η_{HK}		
Heizkörper (40 °C / 30 °C)						↕	40 °C	30,0 °C	1,3	143,37 W 200,00 W

Raumheizung - Wärmeverteilung

Verteilleitungen	Lage	Dämmung	Dämmung der Armaturen
$l_{Verteill.} =$ 50,43 m	konditioniert	↕ 3/3 gedämmt	↕ Armaturen ungedämmt
$d_{Verteill.} =$ 70,00 mm	$q_{Verteill.} =$ 0,24 W/mK	$\theta_{Verteill., Lage} =$ 20 °C	
	$f_{ero,1} =$ 1,70		
Steigleitung	Lage	Dämmung	Dämmung der Armaturen
$l_{Steigl.,k} =$ 89,43 m	konditioniert	↕ 3/3 gedämmt	↕ Armaturen ungedämmt
$d_{Steigl.} =$ 40,00 mm	$q_{Steigl.} =$ 0,24 W/mK	$\theta_{Steigl., Lage} =$ 20 °C	$f_{ero,2} =$ 1,35
Anbindeleitungen	Lage	Dämmung	Dämmung der Armaturen
$l_{Anbindel.,k} =$ 626,00 m		↕ 0/3 gedämmt	↕ Armaturen ungedämmt
$d_{Anbindel.} =$ 20,00 mm	$q_{Anbindel.} =$ 0,84 W/mK	$\theta_{Anbindel., Lage} =$ 20 °C	$f_{ero,2} =$ 1,10

Raumheizung - Wärmebereitstellung

PRH,KN = 42 kW		BGFRH = 1117,9 m ²	
RH-WB dezentral			
Raumheizungwärmebereitstellungssystem			
Fernwärme (sekundär)			↕ ET 5
Aufstellungsort		Betriebsweise	
nicht konditioniert		↕ nicht modulierend	
↕		↕ gleitende Betriebsweise	
↕ p.k.			
Volllast	A = 98	B = 0	$k_b = 0,000$
	$\eta_{100\%} = 98,0\%$	$\eta_{be,100\%} = 98,00\%$	$k_r = 0,0000$
Teillast	C = 0	D = 0	$f_{et} = 1,000$
	$\eta_{30\%} = 0,0\%$	$\eta_{be,30\%} = 0,0\%$	$f_{eh} = 0,271$
Bereitschaft	E = 0	F = 0	$f_{uw} = 1,400$
	$q_{bb,Pb} = 0,0\%$	$\theta_{UPb} = 20,00$ °C	$t_{SD} = 0,000$
	$\Delta\theta_{SD} = 7,00$ K	$\theta_{Pb} = 70,00$ °C	

Raumheizung-Wärmespeicherung

Art des Wärmespeichers		$V_{H,WS} =$	0 l	$q_{b,WS} =$	0,00 kWh/d
kein Speicher		↕	$\theta_{H,WS,Ort} =$	20,00 °C	$\Sigma q_{at,WS,Basis} =$ 0,48 W/K
Anschlusssteile gedämmt		↕	$\theta_{H,WS} =$	0,00 °C	$\Sigma q_{at,WS,kombiniert} =$ 0,00 W/K
ohne E-Patrone		↕	$\Delta\theta_{H,WS} =$	-20,00 K	$\Sigma q_{at,WS,E-Patrone} =$ 0,00 W/K
konditioniert		↕	$\Delta\theta_{H,WS,Pb} =$	45,00 K	

Hilfsenergie - Raumheizung

BFRH =	894,3 m ²
P _{H,Vent} =	0,0 W
P _{H,WV,p} =	143,4 W
P _{H,WS,p} =	0,0 W
P _{H,K,p} =	0,0 W
P _{H,K,Ölp} =	0,0 W
P _{H,K,Geb} =	0,0 W
P _{H,BE} =	0,0 W

6	1	heizöl
WW-Speicher	nein	
modulierend	nein	
ET	5	
Gebläse	1	gebläse
	1	biomasse

Gebläse für Brenner

- Heizkessel ohne Gebläseunterstützung

Gebläsebrenner

Heizöl-Art

- Heizöl extraleicht
- Heizöl leicht

Fördergerät Biomasse

- Förderschnecke
- Fördergebläse

1	gas
2	öl
3	kohle
4	biomasse
5	fw
6	strom

	t _{H,K,be}	Q _{H,K,HE}	Q _{H,ÖV,HE}	Q _{H,BE,HE}
Jänner	454,5 h	0,0 kWh/M	0,0 kWh/M	0,0 kWh/M
Februar	337,1 h	0,0 kWh/M	0,0 kWh/M	0,0 kWh/M
März	250,2 h	0,0 kWh/M	0,0 kWh/M	0,0 kWh/M
April	110,5 h	0,0 kWh/M	0,0 kWh/M	0,0 kWh/M
Mai	13,4 h	0,0 kWh/M	0,0 kWh/M	0,0 kWh/M
Juni	0,0 h	0,0 kWh/M	0,0 kWh/M	0,0 kWh/M
Juli	0,0 h	0,0 kWh/M	0,0 kWh/M	0,0 kWh/M
August	0,0 h	0,0 kWh/M	0,0 kWh/M	0,0 kWh/M
September	8,3 h	0,0 kWh/M	0,0 kWh/M	0,0 kWh/M
Oktober	126,7 h	0,0 kWh/M	0,0 kWh/M	0,0 kWh/M
November	281,6 h	0,0 kWh/M	0,0 kWh/M	0,0 kWh/M
Dezember	409,3 h	0,0 kWh/M	0,0 kWh/M	0,0 kWh/M

	Q _{H,WA,HE}	Q _{H,WV,HE}	Q _{H,WS,HE}	Q _{H,WB,HE}	
Jänner	0 kWh/M	65 kWh/M	0 kWh/M	0 kWh/M	65 kWh/M
Februar	0 kWh/M	48 kWh/M	0 kWh/M	0 kWh/M	48 kWh/M
März	0 kWh/M	36 kWh/M	0 kWh/M	0 kWh/M	36 kWh/M
April	0 kWh/M	16 kWh/M	0 kWh/M	0 kWh/M	16 kWh/M
Mai	0 kWh/M	2 kWh/M	0 kWh/M	0 kWh/M	2 kWh/M
Juni	0 kWh/M	0 kWh/M	0 kWh/M	0 kWh/M	0 kWh/M
Juli	0 kWh/M	0 kWh/M	0 kWh/M	0 kWh/M	0 kWh/M
August	0 kWh/M	0 kWh/M	0 kWh/M	0 kWh/M	0 kWh/M
September	0 kWh/M	1 kWh/M	0 kWh/M	0 kWh/M	1 kWh/M
Oktober	0 kWh/M	18 kWh/M	0 kWh/M	0 kWh/M	18 kWh/M
November	0 kWh/M	40 kWh/M	0 kWh/M	0 kWh/M	40 kWh/M
Dezember	0 kWh/M	59 kWh/M	0 kWh/M	0 kWh/M	59 kWh/M

B. PhPP-Berechnung für den Ist-Zustand

Passivhaus Nachweis

Objekt:	Lidl-Markt		
Standort und Klima:	Graz	St - Graz	
Straße:	Puchstraße 199		
PLZ/Ort:	8055 Graz		
Land:	Österreich		
Objekt-Typ:	Lebensmittelmarkt		
Bauherr(en):			
Straße:			
PLZ/Ort:			
Architekt:			
Straße:			
PLZ/Ort:			
Haustechnik:			
Straße:			
PLZ/Ort:			
Baujahr:	2009		
Zahl WE:		Innentemperatur:	20,0 °C
Umbautes Volumen V _e :	5902,0 m ³	Interne Wärmequellen:	3,8 W/m ²
Personenzahl:	29,7		

Kennwerte mit Bezug auf Energiebezugsfläche			
Energiebezugsfläche:	1039,7 m ²		
Verwendet:	Jahresverfahren	PH-Zertifikat:	Erfüllt?
Energiekennwert Heizwärme:	80 kWh/(m²a)	15 kWh/(m²a)	nein
Drucktest-Ergebnis:	h⁻¹	0,6 h ⁻¹	
Primärenergie-Kennwert (WW, Heizung, Kühlung, Hilfs- u. Haushalts-Strom):	574 kWh/(m²a)	120 kWh/(m ² a)	nein
Primärenergie-Kennwert (WW, Heizung und Hilfsstrom):	2 kWh/(m ² a)		
Primärenergie-Kennwert Einsparung durch solar erzeugten Strom:	kWh/(m ² a)		
Heizlast:	31 W/m ²		
Übertemperaturhäufigkeit:	%	über 25 °C	
Energiekennwert Nutzkälte:	3 kWh/(m ² a)	15 kWh/(m ² a)	ja
Kühllast:	11 W/m ²		

Kennwert mit Bezug auf Nutzfläche nach EnEV			
Nutzfläche nach EnEV:	1888,6 m ²		
Primärenergie-Kennwert (WW, Heizung und Hilfsstrom):	1 kWh/(m²a)	Anforderung: 40 kWh/(m²a)	ja

Wir versichern, dass die hier angegebenen Werte nach dem Verfahren PHPP auf Basis der Kennwerte des Gebäudes ermittelt wurden. Die Berechnungen mit PHPP liegen diesem Antrag bei.

Ausgestellt am: _____
gezeichnet: _____

Passivhaus-Projektierung

FLÄCHENERMITTLUNG

Objekt: Lidl-Markt

Heizwärme 80 kWh/(m²a)

Zusammenstellung						Bauteil-Übersicht	U-Mittel-Wert [W/(m²K)]	
Gruppe Nr.	Flächengruppe	Temperaturzone	Fläche	Einheit	Bemerkung			
1	Energiebezugsfläche		1039,66	m²	Wohnfläche nach Wollf bzw. Nutzfläche nach DIN 277 innerhalb der thermischen Hülle			
2	Fenster Nord	A	4,80	m²	Ergebnisse kommen aus dem Blatt "Fenster"	Fenster Nord	1,927	
3	Fenster Ost	A	17,36	m²		Fenster Ost	1,789	
4	Fenster Süd	A	41,21	m²		Fenster Süd	1,474	
5	Fenster West	A	47,37	m²		Fenster West	1,800	
6	Fenster horizontal	A	0,00	m²		Fenster horizontal		
7	Außentür	A	15,58	m²		Fläche der Außentür bitte selbst im entsprechenden Bauteil abziehen	Außentür	1,607
8	Außenwand Außenluft	A	745,28	m²		Fensterflächen werden bei den Einzelflächen abgezogen, die im Blatt "Fenster" angegeben sind.	Außenwand Außenluft	0,356
9	Außenwand Erdreich	B	0,00	m²		Temperaturzone "A" ist Außenluft	Außenwand Erdreich	
10	Dach/Decken Außenluft	A	1117,86	m²		Temperaturzone "B" ist Erdreich	Dach/Decken Außenluft	0,160
11	Bodenplatte/Kellerdecke	B	1117,86	m²			Bodenplatte/Kellerdecke	0,460
12			0,00	m²		Temperaturzone "A", "B", "P" und "X" dürfen verwendet werden. NICHT "I"		
13			0,00	m²		Temperaturzone "A", "B", "P" und "X" dürfen verwendet werden. NICHT "I"		
14		X	0,00	m²		Temperaturzone "X": Bitte Temperaturgewichtfaktor hier selbst eingeben (0 < f < 1): Faktor zu X = 0,95		
						WBV - Übersicht	U (W/(m²K))	
15	Wärmebrücken Außenluft	A	175,83	m	Einheit in lfm	Wärmebrücken Außenluft	0,089	
16	Wärmebrücken Perimeter	P	0,00	m	Einheit in lfm; Temperaturzone "P" ist Perimeter (siehe Erdreichblatt)	Wärmebrücken Perimeter		
17	Wärmebrücken Bodenplatte	B	165,10	m	Einheit in lfm	Wärmebrücken Bodenplatte	0,170	
18	Wand zum Nachbarn	I	0,00	m²	kein Wärmeverlust, nur für die Heizlastauslegung berücksichtigen	Wand zum Nachbarn		
Summe thermische Hülle						Mittel thermische Hülle	0,390	

Flächeneingabe												Auswahl des zugehörigen Bauteilaufbaus	Nr.	U-Wert [W/(m²K)]	
Fläche Nr.	Bauteil Bezeichnung	zu Gruppe Nr.	Zuordnung zu Gruppe	Anzahl	x (l)	a [m]	x	b [m]	x	Eigene Ermittlung [m²]	eigener Abzug [m²]	Abzug Fenster [m²]	Fäche [m²]		
	Energiebezugsfläche	1	Energiebezugsfläche	1	x		x			1039,66	-		=	1039,7	
	Fenster Nord	2	Fenster Nord										=	4,8	Wert aus Fensterblatt
	Fenster Ost	3	Fenster Ost										=	17,4	Wert aus Fensterblatt
	Fenster Süd	4	Fenster Süd										=	41,2	Wert aus Fensterblatt
	Fenster West	5	Fenster West										=	47,4	Wert aus Fensterblatt
	Fenster horizontal	6	Fenster horizontal										=	0,0	Wert aus Fensterblatt
	Außentür	7	Außentür										=	0,0	U-Wert Außentür
1	Außenwand Ost	8	Außenwand Außenluft	1	x	62,91	x	5,08	++			-	=	302,2	Außenwand
2	Außenwand Süd	8	Außenwand Außenluft	1	x	19,63	x	5,28	++			-	=	62,4	Außenwand
3	Außenwand west	8	Außenwand Außenluft	1	x	62,91	x	5,48	++		12,50	-	=	284,9	Außenwand
4	Außenwand Nord	8	Außenwand Außenluft	1	x	19,63	x	5,28	++		3,10	-	=	95,7	Außenwand
5	Boden Verkauf und Lager	11	Bodenplatte/Kellerdecke	1	x	54,53	x	19,63	++			-	=	1070,4	Bodenaufbau
6	Boden Laderampe	11	Bodenplatte/Kellerdecke	1	x	6,10	x	5,41	++			-	=	33,0	Bodenaufbau
7	Boden Archiv	11	Bodenplatte/Kellerdecke	1	x	4,86	x	2,97	++			-	=	14,4	Bodenaufbau
8	Decke Verkaufsräum	10	Dach/Decken Außenluft	1	x	19,63	x	43,90	++			-	=	861,8	Decke Verkaufsräum
9	Decke Laderampe	10	Dach/Decken Außenluft	1	x	5,41	x	6,10	++			-	=	33,0	Decke nicht abgehend
10	Decke Lager 1	10	Dach/Decken Außenluft	1	x	12,70	x	10,63	++			-	=	135,0	Decke nicht abgehend
11	Decke Lager 2	10	Dach/Decken Außenluft	1	x	6,93	x	6,04	++			-	=	41,9	Decke nicht abgehend
12	Decke Sozialräume	10	Dach/Decken Außenluft	1	x	4,59	x	6,93	++			-	=	31,8	Decke Sozialräume
13	Decke Archiv	10	Dach/Decken Außenluft	1	x	2,97	x	4,86	++			-	=	14,4	Decke Archiv
14	Sektionaltor	7	Außentür	1	x	3,00	x	2,50	++			-	=	7,5	Sektionaltor
15	Panikttür	7	Außentür	1	x	1,20	x	2,80	++			-	=	3,4	Tür
16	Tür Lager	7	Außentür	1	x	0,80	x	2,00	++			-	=	1,6	Tür
17	Tür Lager	7	Außentür	1	x	1,41	x	2,21	++			-	=	3,1	Tür
18					x		x		++			-	=	0,0	
19					x		x		++			-	=	0,0	
20					x		x		++			-	=	0,0	
21					x		x		++			-	=	0,0	
22					x		x		++			-	=	0,0	
23					x		x		++			-	=	0,0	
24					x		x		++			-	=	0,0	
25					x		x		++			-	=	0,0	
26					x		x		++			-	=	0,0	
27					x		x		++			-	=	0,0	
28					x		x		++			-	=	0,0	
29					x		x		++			-	=	0,0	
30					x		x		++			-	=	0,0	
31					x		x		++			-	=	0,0	
32					x		x		++			-	=	0,0	
33					x		x		++			-	=	0,0	
34					x		x		++			-	=	0,0	
35					x		x		++			-	=	0,0	
36					x		x		++			-	=	0,0	
37					x		x		++			-	=	0,0	
38					x		x		++			-	=	0,0	
39					x		x		++			-	=	0,0	
40					x		x		++			-	=	0,0	
41					x		x		++			-	=	0,0	
42					x		x		++			-	=	0,0	
43					x		x		++			-	=	0,0	
44					x		x		++			-	=	0,0	
45					x		x		++			-	=	0,0	
46					x		x		++			-	=	0,0	
47					x		x		++			-	=	0,0	
48					x		x		++			-	=	0,0	
49					x		x		++			-	=	0,0	
50					x		x		++			-	=	0,0	
FLend					x		x		++			-	=	0,0	

Passivhaus-Projektierung

FLÄCHENERMITTLUNG

Objekt: Lidl-Markt

Heizwärme: 80 kWh/(m²a)

Zusammenstellung						Bauteil-Übersicht	U-Mittel-Wert [W/(m²K)]
Gruppe Nr.	Flächengruppe	Temperaturzone	Fläche	Einheit	Bemerkung		
1	Energiebezugsfläche		1039,66	m²	Wohnfläche nach Wollf bzw. Nutzfläche nach DIN 277 innerhalb der thermischen Hülle		
2	Fenster Nord	A	4,90	m²	Ergebnisse kommen aus dem Blatt "Fenster"	Fenster Nord	1,927
3	Fenster Ost	A	17,36	m²		Fenster Ost	1,769
4	Fenster Süd	A	41,21	m²		Fenster Süd	1,474
5	Fenster West	A	47,37	m²		Fenster West	1,800
6	Fenster horizontal	A	0,00	m²		Fenster horizontal	
7	Außentür	A	15,58	m²	Fläche der Außentür bitte selbst im entsprechenden Bauteil abziehen	Außentür	1,607
8	Außenwand Außenluft	A	745,28	m²	Fensterflächen werden bei den Einzelflächen abgezogen, die im Blatt "Fenster" angegeben sind.	Außenwand Außenluft	0,356
9	Außenwand Erdreich	B	0,00	m²	Temperaturzone "A" ist Außenluft	Außenwand Erdreich	
10	Dach/Decken Außenluft	A	1117,86	m²	Temperaturzone "B" ist Erdreich	Dach/Decken Außenluft	0,160
11	Bodenplatte/Kellerdecke	B	1117,86	m²		Bodenplatte/Kellerdecke	0,460
12			0,00	m²	Temperaturzone "A", "B", "P" und "X" dürfen verwendet werden. NICHT "I"		
13			0,00	m²	Temperaturzone "A", "B", "P" und "X" dürfen verwendet werden. NICHT "I"		
14		X	0,00	m²	Temperaturzone "X". Bitte Temperaturgewichtfaktor hier selbst eingeben (0 < f < 1): 0,95		
						WBV - Übersicht	ψ [W/(mK)]
15	Wärmebrücken Außenluft	A	175,83	m	Einheit in lfm	Wärmebrücken Außenluft	0,089
16	Wärmebrücken Perimeter	P	0,00	m	Einheit in lfm; Temperaturzone "P" ist Perimeter (siehe Erdreichblatt)	Wärmebrücken Perimeter	
17	Wärmebrücken Bodenplatte	B	165,10	m	Einheit in lfm	Wärmebrücken Bodenplatte	0,170
18	Wand zum Nachbarn	I	0,00	m²	kein Wärmeverlust, nur für die Heizlastauslegung berücksichtigen	Wand zum Nachbarn	
Summe thermische Hülle						Mittel thermische Hülle	0,390

Wärmebrückeneingabe											
Nr. WBV	Wärmebrücken Anschluss- bzw. Fehlstellen-Bezeichnung	Gruppe Nr.	Zuordnung an Gruppe	Anzahl	x	Eigene Ermittlung Länge [m]	Abzug Länge eigene Ermittlung [m]	=	Länge l [m]	Eingabe des Wärmebrücken-Verlust-Koeffizienten W/(mK)	ψ [W/(mK)]
1	Attika	15	Wärmebrücken Außenluft	1	x	165,10	-	=	165,10	Attika	0,090
2	Kante außen	1	Energiebezugsfläche	1	x	31,85	-	=	31,85	Kante außen	-0,122
3	Boden	17	Wärmebrücken Bodenplatte	1	x	165,10	-	=	165,10	Boden	0,170
4	Kante Innen	15	Wärmebrücken Außenluft	1	x	10,73	-	=	10,73	Kante Innen	0,068
5					x		-	=			
6					x		-	=			
7					x		-	=			
8					x		-	=			
9					x		-	=			
10					x		-	=			
11					x		-	=			
12					x		-	=			
13					x		-	=			
14					x		-	=			
15					x		-	=			
16					x		-	=			
17					x		-	=			
18					x		-	=			
19					x		-	=			
20					x		-	=			
21					x		-	=			
22					x		-	=			
23					x		-	=			
24					x		-	=			
25					x		-	=			
26					x		-	=			
27					x		-	=			
28					x		-	=			
29					x		-	=			
30					x		-	=			
31					x		-	=			
32					x		-	=			
33					x		-	=			
34					x		-	=			
35					x		-	=			
36					x		-	=			
37					x		-	=			
38					x		-	=			
39					x		-	=			
40					x		-	=			
41					x		-	=			
42					x		-	=			
43					x		-	=			
44					x		-	=			
45					x		-	=			
46					x		-	=			
47					x		-	=			
48					x		-	=			
49					x		-	=			
50					x		-	=			
WBend											

Passivhaus-Projektierung

U - LISTE

Zusammenstellung der im Blatt U-Werte berechneten Aufbauten und weiterer Aufbauten aus Datenbanken.

TYP			
Aufbau Nr.	Aufbau-Bezeichnung	Gesamtdicke	U-Wert
		m	W/(m ² K)
1	Bodenaufbau	0,400	0,46
2	Außenwand	0,400	0,36
3	Decke nicht abgehängt	0,238	0,18
4	Decke Verkaufsraum	1,803	0,16
5	Decke Archiv	2,481	0,17
6	Decke Sozialräume	2,581	0,17
7	Sektionaltor	0,070	2,38
8	Tür	0,050	0,89
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

Passivhaus-Projektierung

U-WERTE DER BAUTEILE

Objekt: Lidl-Markt

Keilförmige Bauteilschichten (Gefälldämmung) und ruhende Luftschichten -> Hilfsmittel rechts

1 Bodenaufbau						
Bauteil Nr. Bauteil-Bezeichnung		Wärmeübergangswiderstand [m ² K/W]		innen R _{si} :		0,17
				außen R _{sa} :		0,00
Teilfläche 1	λ [W/(mK)]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Summe Breite
						Dicke [mm]
1. Fliesen	1,000					20
2. Estrichbeton 2000 kg/m ³	1,300					40
3. Stahlbeton 2400 kg/m ³	2,300					180
4. Trennschicht PVC-Folie	0,200					0
5. Styrodur 5000 S	0,032					60
6. Trennschicht PVC-Folie	0,200					0
7. Kies, Splitt, trocken 1800kg/m ³						100
8.						
		Flächenanteil Teilfläche 2		Flächenanteil Teilfläche 3		Summe
						40,0 cm
U-Wert: 0,460 W/(m ² K)						

2 Außenwand						
Bauteil Nr. Bauteil-Bezeichnung		Wärmeübergangswiderstand [m ² K/W]		innen R _{si} :		0,13
				außen R _{sa} :		0,04
Teilfläche 1	λ [W/(mK)]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Summe Breite
						Dicke [mm]
1. Stahlbeton 2400 kg/m ³	2,300					250
2. Styrodur 5000 S	0,032					80
3. Stahlbeton 2400 kg/m ³	2,300					70
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
		Flächenanteil Teilfläche 2		Flächenanteil Teilfläche 3		Summe
						40,0 cm
U-Wert: 0,356 W/(m ² K)						

3 Decke nicht abgehängt						
Bauteil Nr. Bauteil-Bezeichnung		Wärmeübergangswiderstand [m ² K/W]		innen R _{si} :		0,10
				außen R _{sa} :		0,04
Teilfläche 1	λ [W/(mK)]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Summe Breite
						Dicke [mm]
1. Sarnafill TG 66	0,200					1
2. OSB-Platte	0,130					22
3. Uniroll Klemmfilz 20	0,038					200
4. Airstop Aludampfsperre	0,170					0
5. OSB-Platte	0,130					15
6.						
7.						
8.						
		Flächenanteil Teilfläche 2		Flächenanteil Teilfläche 3		Summe
						23,8 cm
U-Wert: 0,176 W/(m ² K)						

Passivhaus-Projektierung

U-WERTE DER BAUTEILE

Objekt: Lidl-Markt

Keilförmige Bauteilschichten (Gefälldämmung) und ruhende Luftschichten -> Hilfsmittel rechts

4 Decke Verkaufsraum						
Bauteil Nr. Bauteil-Bezeichnung		Wärmeübergangswiderstand [m ² K/W]		innen R _{si} :		
				außen R _{se} :		
				0,10		
				0,04		
Teilfläche 1	λ [W/(mK)]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Summe Breite
						Dicke [mm]
1. Sarnafill TG 66	0,200					1
2. OSB-Platte	0,130					22
3. Uniroll Klemmfilz 20	0,038					200
4. Airstop Aludampfsperre	0,170					0
5. OSB-Platte	0,130					15
6. Luftraum horizontal	999,999	Leimholzbinder	0,950			1443
7. Luftraum horizontal	0,160					107
8. Gipsfaserplatte	0,580					15
		Flächenanteil Teilfläche 2		Flächenanteil Teilfläche 3		Summe
		3,2%				180,3 cm
U-Wert:				0,156		W/(m ² K)

5 Decke Archiv						
Bauteil Nr. Bauteil-Bezeichnung		Wärmeübergangswiderstand [m ² K/W]		innen R _{si} :		
				außen R _{se} :		
				0,10		
				0,04		
Teilfläche 1	λ [W/(mK)]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Summe Breite
						Dicke [mm]
1. Sarnafill TG 66	0,200					1
2. OSB-Platte	0,130					22
3. Uniroll Klemmfilz 20	0,038					200
4. Airstop Aludampfsperre	0,170					0
5. OSB-Platte	0,130					15
6. Luftraum horizontal	13,641					2228
7. Gipsfaserplatte	0,580					15
		Flächenanteil Teilfläche 2		Flächenanteil Teilfläche 3		Summe
						248,1 cm
U-Wert:				0,170		W/(m ² K)

6 Decke Sozialräume						
Bauteil Nr. Bauteil-Bezeichnung		Wärmeübergangswiderstand [m ² K/W]		innen R _{si} :		
				außen R _{se} :		
				0,10		
				0,04		
Teilfläche 1	λ [W/(mK)]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Summe Breite
						Dicke [mm]
1. Sarnafill TG 66	0,200					1
2. OSB-Platte	0,130					22
3. Uniroll Klemmfilz 20	0,038					200
4. Airstop Aludampfsperre	0,170					0
5. OSB-Platte	0,130					15
6. Luftraum horizontal	14,254					2328
7. Gipsfaserplatte	0,580					15
		Flächenanteil Teilfläche 2		Flächenanteil Teilfläche 3		Summe
						258,1 cm
U-Wert:				0,170		W/(m ² K)

Passivhaus-Projektierung

U-WERTE DER BAUTEILE

Objekt: Lidl-Markt

Keilförmige Bauteilschichten (Gefälldämmung) und ruhende Luftschichten -> Hilfsmittel rechts

7 Sektionaltor						
Bauteil Nr.	Bauteil-Bezeichnung	Wärmeübergangswiderstand [m ² K/W]	innen R _{si} :	außen R _{sa} :		
Teilfläche 1	λ [W/(mK)]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Summe Breite Dicke [mm]
1. Sektionaltor	0,167					70
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
		Flächenanteil Teilfläche 2			Flächenanteil Teilfläche 3	Summe
		<input type="text"/>			<input type="text"/>	7,0 cm
U-Wert:						2,380 W/(m ² K)

8 Tür						
Bauteil Nr.	Bauteil-Bezeichnung	Wärmeübergangswiderstand [m ² K/W]	innen R _{si} :	außen R _{sa} :		
Teilfläche 1	λ [W/(mK)]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Summe Breite Dicke [mm]
1. Tür	0,045					50
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
		Flächenanteil Teilfläche 2			Flächenanteil Teilfläche 3	Summe
		<input type="text"/>			<input type="text"/>	5,0 cm
U-Wert:						0,890 W/(m ² K)

Hilfsmittel: Äquivalente Wärmeleitfähigkeit ruhender Luftschichten

Dicke der Luftschicht	1550	mm			λ	
Richtung des Wärmestroms	<input checked="" type="checkbox"/>	Aufwärts	h_a	1,95 W/(m ² K)	9,490	W/(mK)
	<input type="checkbox"/>	Horizontal	h_r	4,17 W/(m ² K)		
(nur ein Feld ankreuzen)	<input type="checkbox"/>	Abwärts				

Hilfsmittel: Äquivalente Wärmeleitfähigkeit ruhender Luftschichten

Dicke der Luftschicht	2328	mm			λ	
Richtung des Wärmestroms	<input checked="" type="checkbox"/>	Aufwärts	h_a	1,95 W/(m ² K)	14,254	W/(mK)
	<input type="checkbox"/>	Horizontal	h_r	4,17 W/(m ² K)		
(nur ein Feld ankreuzen)	<input type="checkbox"/>	Abwärts				

Passivhaus-Projektierung

WÄRMEVERLUSTE GEGEN ERDREICH

Eigenschaften des Erdreichs			
Wärmeleitfähigkeit	λ	2,0	W/(mK)
Wärmekapazität	ρc	2,0	MJ/(m³K)
periodische Eindringtiefe	δ	3,17	m

Klimadaten			
mittl. Innentemperatur Winter	T_i	20,0	°C
mittl. Innentemperatur Sommer	T_i	25,0	°C
mittl. Erdoberflächentemp.	$T_{e,m}$	9,6	°C
Amplitude von $T_{e,m}$	$T_{e,\Delta}$	10,8	°C
Länge der Heizperiode	n	6,7	Monate
Heizgradstunden außen	G_s	85,1	kKh/a

Gebäudedaten				U-Wert Bodenplatte / Kellerdecke			
Fläche Bodenplatte	A	1117,9	m²	U-Wert Bodenplatte / Kellerdecke	U_f	0,460	W/(m²K)
Umfang Bodenplatte	P	165,1	m	Wärmebrücken BP / Kellerdecke	Ψ_{B*1}	28,07	W/K
charakt. Bodenplattenmaß	B'	13,54	m	U-Wert BP / KD incl. WB	U_f'	0,485	W/(m²K)
				wirksame Dicke des Bodens	d_t	4,1	m

Art der Bodenplatte (nur ein Feld ankreuzen)			
<input type="checkbox"/>	Beheizter Keller oder Bodenplatte im Erdreich	<input type="checkbox"/>	Unbeheizter Keller
<input checked="" type="checkbox"/>	Bodenplatte auf Erdreich	<input type="checkbox"/>	Aufgeständerte Bodenplatte

Bei Unterkellerung oder Bodenplatte im Erdreich							
Tiefe Keller	Z		m	U Kellerwand unterirdisch	U_{WK}		W/(m²K)
Zusätzlich bei unbeheiztem Keller				Höhe Kellerwand oberirdisch	h		m
Luftwechsel im unbeh. Keller	n	0,20	h⁻¹	U Kellerwand oberirdisch	U_{WV}		W/(m²K)
Kellervolumen	V		m³	U-Wert Kellerboden	U_{K}		W/(m²K)

Bei Randdämmung für Bodenplatte auf Erdreich				Bei aufgeständerte Bodenplatte			
Breite/Tiefe Randdämmung	D		m	U-Wert Hohlraumboden	U_{Hohl}		W/(m²K)
Dicke Randdämmung	d_n		m	Höhe Hohlraumwand	h		m
Wärmeleitfähigkeit Randdämmung	λ_n		W/(mK)	U-Wert Hohlraumwand	U_{WV}		W/(m²K)
Lage Randdämmung	waagrecht	<input type="checkbox"/>		Fläche Lüftungsöffnungen	ϵP		m²
(nur ein Feld ankreuzen)	senkrecht	<input type="checkbox"/>		Windgeschw. in 10 m Höhe	v	4,0	m/s
				Windabschirmungsfaktor	f_W	0,05	-

Zusätzlicher Wärmebrückenverlust am Perimeter				stationärer Anteil			
Phasenverschiebung	β		Monate	stationärer Anteil	$\Psi_{Pstat*1}$	0,000	W/K
				harmonischer Anteil	$\Psi_{Pharm*1}$	0,000	W/K

Grundwasser-Korrektur				Leitwert erdb. Bauteile (ohne Erdreich)			
Tiefe Grundwasserspiegel	z_w	3,0	m	relativer Dämmstandard	d_w/B'	0,30	-
Fließgeschwindigkeit	q_w	0,05	m/d	relative Grundwassertiefe	z_w/B'	0,22	-
Korrekturfaktor Grundwasser	G_w	1,1531569	-	relative Grundwassergeschwindigkeit	l/B'	0,06	-

Keller oder Bodenplatte im Erdreich				Phasenverschiebung			
wirksame Dicke Kellerboden	d_t		m	Phasenverschiebung	β		Monate
U-Wert Boden	U_{bf}		W/(m²K)	äußerer harmonischer Leitwert	L_{pe}		W/K
wirksame Dicke Kellerwand	d_w		m				
U-Wert Wand	U_{bw}		W/(m²K)				
stationärer Leitwert	L_s		W/K				

Unbeheizter Keller				Phasenverschiebung			
stationärer Leitwert	L_s		W/K	Phasenverschiebung	β		Monate
				äußerer harmonischer Leitwert	L_{pe}		W/K

Bodenplatte auf Erdreich				Phasenverschiebung			
Wärmedurchgangskoeffizient	U_0	0,21	W/(m²K)	Phasenverschiebung	β	1,26	Monate
wirks. Dicke Randdämmung	d'	0,00	m	äußerer harmonischer Leitwert	L_{pe}	69,60	W/K
Korrektur Randdämmung	$\Delta\Psi$		W/(mK)				
stationärer Leitwert	L_s	267,98	W/K				

Aufgeständerte Bodenplatte über belüftetem Hohlraum (höchstens 0,5 m unter OK Erdreich)				Phasenverschiebung			
wirksame Dicke Hohlraumdämmung	d_a		m	Phasenverschiebung	β		Monate
U-Wert Hohlraumboden	U_a		W/(m²K)	äußerer harmonischer Leitwert	L_{pe}		W/K
U-Wert Hohlraumwand & Lüftung	U_x		W/(m²K)				
stationärer Leitwert	L_s		W/K				

Zwischenergebnisse				stationärer Wärmestrom			
Phasenverschiebung	β	1,26	Monate	stationärer Wärmestrom	Φ_{stat}	2775,1	W
stationärer Leitwert	L_s	267,98	W/K	periodischer Wärmestrom	Φ_{harm}	329,7	W
äußerer harmonischer Leitwert	L_{pe}	69,60	W/K	Wärmeverlust während der Heizperiode	Q_{tot}	15240	kWh

Reduktionsfaktor Grund für Blatt "Heizwärme" 0,330

Monatsmitteltemperaturen im Erdreich für Monatsverfahren

Monat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Mittelwert
Winter	13,8	13,5	13,6	14,0	14,7	15,4	16,0	16,2	16,2	15,7	15,1	14,4	14,9
Sommer	16,3	16,0	16,1	16,6	17,2	17,9	18,5	18,8	18,7	18,3	17,6	16,9	17,4

Auslegungstemperatur Erdreich für Heizlastblatt 13,5 für Kühllastblatt 18,8

Passivhaus-Projektierung

REDUKTIONSFAKTOR SOLARE EINSTRahlung, FENSTER-U-WERT

Objekt: **Lidl-Markt**

Holzart: **80** (Nicht/mb)

Holzartkategorie: **85.1**

Klima:	St - Graz
Ausrichtung der Fensterfläche (Ausrichtung)	Globale Einstrahlung (W/m²)
Nord	180
Ost	259
Süd	527
West	270
Horizontal	394
Summe bzw. Mittelwert über alle Fenster	

g-Wert	Abminderungs-faktor solare Einstrahlung	Fenster-Fläche	Fenster-U-Wert	Vergle- sungs- Fläche	mittlere Global- strahlung
0.63	0.60	4.90	1.79	3.7	268
0.63	0.63	47.36	1.47	13.9	527
0.63	0.53	41.21	1.80	35.8	527
0.63	0.56	47.37	1.80	37.0	270
0.60	0.60	0.00	0.00	0.0	394
0.63	0.57	110.74	1.68	90.4	

Transmissions- verluste	Wärme- anbot Solarstrah- lung
197%	197%
2644	1771
5170	7196
7260	4713
0	0
18861	13871

An- zahl	Bezeichnung	Abweichung zur Nordrichtung Grad	Neigung gegen die Horizontale Grad	Rohbaumaße Fenster		eingebaut		Verglasung		Rahmen		g-Wert Einstrah- lung	U-Wert	Rahmenmaße				Einbau		U-Werte		Ergebnisse					
				Breite m	Höhe m	in Fläche im Flächenblatt auswählen:	Nr	Verglasung aus FenTyp	Nr	Rahmen aus FenTyp	auswählen:			auswählen:	Breite links m	Breite rechts m	Breite unten m	Breite oben m	links 1/0	rechts 1/0	unten 1/0	oben 1/0	U-Wert W(m²K)	U-Wert W(m²K)	Fenster- fläche m²	Ergebnis- sungs- fläche m²	U-Wert Fenster W(m²K)
6	Schaufenster	180	90	1.585	3.250	Aufwand	2	8-14.8 VSG	1	Rahmen	1	0.63	1.10	2.40	0.07	0.07	0.07	0.07	0	1	1	0.080	0.080	30.9	26.85	1.46	87%
1	Schaufenster	180	90	1.585	3.250	Aufwand	2	8-14.8 VSG	1	Rahmen	1	0.63	1.10	2.40	0.07	0.07	0.07	0.07	0	1	1	0.080	0.080	5.2	4.48	1.51	87%
1	Personalraum	0	90	1.200	1.400	Aufwand	4	4-16-4 Flo	2	Rahmen	1	0.63	1.10	2.40	0.07	0.07	0.07	0.07	1	1	1	0.080	0.080	5.2	4.48	1.51	87%
1	Archivfenster	90	90	1.000	1.400	Aufwand	4	4-16-4 Flo	2	Rahmen	1	0.63	1.10	2.40	0.07	0.07	0.07	0.07	1	1	1	0.080	0.080	1.7	1.33	1.84	79%
2	WC-Fenster	0	90	0.600	0.600	Aufwand	4	4-16-4 Flo	2	Rahmen	1	0.63	1.10	2.40	0.07	0.07	0.07	0.07	1	1	1	0.080	0.080	1.4	1.08	1.92	77%
1	A.11.03 Oberli	0	90	2.400	1.000	Aufwand	4	4-16-4 Flo	2	Rahmen	1	0.63	1.10	2.40	0.07	0.07	0.07	0.07	1	1	1	0.080	0.080	0.7	0.42	2.59	58%
2	A.12a Oberli	270	90	1.587	1.000	Aufwand	3	4-16-4 Flo	2	Rahmen	1	0.63	1.10	2.40	0.07	0.07	0.07	0.07	0	1	1	0.080	0.080	2.4	1.93	1.79	80%
14	A.12 b/c Ober	270	90	1.574	1.000	Aufwand	3	4-16-4 Flo	2	Rahmen	1	0.63	1.10	2.40	0.07	0.07	0.07	0.07	0	1	1	0.080	0.080	3.2	2.47	1.83	78%
7	A.12 d Oberli	270	90	1.570	1.000	Aufwand	3	4-16-4 Flo	2	Rahmen	1	0.63	1.10	2.40	0.07	0.07	0.07	0.07	0	1	1	0.080	0.080	1.6	1.22	1.78	78%
2	A.12 e Oberli	270	90	1.497	1.000	Aufwand	3	4-16-4 Flo	2	Rahmen	1	0.63	1.10	2.40	0.07	0.07	0.07	0.07	0	1	1	0.080	0.080	22.0	17.13	1.83	78%
4	A.13 a/b Ober	270	90	1.514	1.000	Aufwand	3	4-16-4 Flo	2	Rahmen	1	0.63	1.10	2.40	0.07	0.07	0.07	0.07	0	1	1	0.080	0.080	11.0	8.54	1.78	78%
1	A.13 c Ober	270	90	2.190	1.000	Aufwand	3	4-16-4 Flo	2	Rahmen	1	0.63	1.10	2.40	0.07	0.07	0.07	0.07	0	1	1	0.080	0.080	3.0	2.32	1.84	77%
3	Eintrittsbereich	270	90	2.400	1.000	Aufwand	3	4-16-4 Flo	2	Rahmen	1	0.63	1.10	2.40	0.07	0.07	0.07	0.07	1	1	1	0.080	0.080	1.5	1.17	1.79	80%
2	Eingangstüren	270	90	1.200	2.125	Aufwand	3	4-16-4 Flo	2	Rahmen	1	0.63	1.10	2.40	0.07	0.07	0.07	0.07	0	1	1	0.080	0.080	7.2	5.79	1.79	80%

Passivhaus-Projektierung ERGLASUNGSTYP NACH ZERTIFIKA

Zu den Posten Regel-Fassaden, Fensterrahmen ab Zeile 29

Aufbau Nr.	Vergütung	TYP		U _f -Wert
		g-Wert	U _f -Wert	
1	3-14-8 VSGx2, Unisun Neutral 50/25,	0,630	1,100	1,100
2	4-16-4 Floatx2, Klarglas	0,630	1,100	1,100
3	4-16-4 Floatx2, Satinato	0,630	1,100	1,100
4	6-14-4 Floatx2, Unisun Neutral 50/25	0,630	1,100	1,100
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				

Passivhaus-Projektierung

FOSTEN-RIEGEL-FASSADE / FENSTERRAHMEN NACH ZERTIFIKAT

Zu den Nachträgen ab Seite 2

Aufbau Nr.	Fensterahmen Profen-Riegl-Fassade	TYP	Uj-Wert		Rahmenmaße						Wärmebrücken		
			Rahmen	Profen-Riegl	Breite links	Breite rechts	Breite unten	Breite oben	Ψ_{Eisbaue}	Ψ_{Eisbaue}	Ψ_{Eisbaue}	λ_{Eisbaue} -Wert	Glastäger
		W/(m ² K)		m		m		m		W/(m ² K)		W/(m ² K)	
1	Rahmen		2,40	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,080	0,080	0,080
2	Schaufenster regel		2,40	0,036	0,036	0,072	0,072	0,036	0,072	0,036	0,080	0,080	0,080
3	Schaufenster einbau		2,40	0,036	0,072	0,072	0,072	0,036	0,072	0,036	0,080	0,080	0,080
4	Schaufenster oben regel		2,40	0,036	0,036	0,072	0,036	0,072	0,072	0,080	0,080	0,080	0,080
5	Schaufenster oben einbau		2,40	0,036	0,072	0,072	0,036	0,072	0,072	0,080	0,080	0,080	0,080
6	Oberlichte einbau		2,40	0,036	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,080	0,080	0,080	0,080
7	Oberlichte regel		2,40	0,036	0,036	0,072	0,072	0,072	0,072	0,080	0,080	0,080	0,080
8	Doppelfenster		2,40	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,080	0,080	0,080	0,080
9	Einfachfenster		2,40	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,080	0,080	0,080	0,080
10	Eingangstür		2,40	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,080	0,080	0,080	0,080

Passivhaus-Projektierung

BERECHNUNG VON VERSCHATTUNGSFAKTOREN

Klima: St - Graz
 Objekt: I.d.I.-Markt
 Geogr. Breite: 47,08

Orientierung	Verglasungsfläche m ²	Abminderungs- faktor f _v
Nord	3,67	97%
Ost	13,87	97%
Süd	35,81	75%
West	37,04	93%
Horizontal	0,00	100%

Anzahl	Bezeichnung	Abweichung zur Nordrichtung		Neigung gegen die Horizontale	Orientierung	Breite der Verglasung	Höhe der Verglasung	Verglasungsfläche	Höhe des Verschattungsobjekts	Horizontale Entfernung	Laibungstiefe	Abstand des Verglasungs-rands zur Laibung	Tiefe des Überstands	Abstand des Ausgangs zum Überstand	zusätzlicher Abminderungs-faktor Verschattung	Abminderungs-faktor Verschattung Horizont	Abminderungs-faktor Verschattung Laibung	Abminderungs-faktor Verschattung Überstand	Abminderungs-faktor Verschattung Gesamt
		Grad	Grad																
6	Schäufenster	180	90	90	Süd	1,44	3,71	26,9	6,20	0,00	0,07	0,970	0,24	2,95	20%	100%	98%	76%	75%
1	Schäufenster an	180	90	90	Süd	1,44	3,71	4,5	6,20	0,00	0,07	0,970	0,24	2,95	20%	100%	98%	86%	75%
1	Schäufenster an	180	90	90	Süd	1,44	3,71	4,5	6,20	0,00	0,07	0,970	0,24	2,95	20%	100%	98%	71%	75%
1	Personaltür an	0	90	90	Nord	1,06	1,25	1,3	6,20	0,00	0,07	0,970	0,62		100%	100%	97%	100%	97%
1	Schäufenster	90	90	90	Ost	0,86	1,75	1,7		0,00	0,07	0,970			100%	100%	84%	100%	84%
2	Schäufenster	0	90	90	Nord	0,46	0,46	0,4		0,00	0,07	0,970			100%	100%	93%	100%	93%
1	A-11.03 Oberlicht	0	90	90	Nord	2,26	0,86	1,9		0,00	0,07	0,970			100%	100%	96%	100%	96%
2	A-12a Oberlicht	270	90	90	West	1,43	0,86	2,5		0,00	0,07	0,970			100%	100%	96%	100%	96%
1	A-12a Oberlicht	270	90	90	West	1,43	0,86	2,5		0,00	0,07	0,970			100%	100%	96%	100%	96%
1	A-12b Oberlicht	270	90	90	West	1,43	0,86	1,7		0,00	0,07	0,970			100%	100%	96%	100%	96%
1	A-12b/c Oberlicht	270	90	90	West	1,43	0,86	3,5		0,00	0,07	0,970			100%	100%	96%	100%	96%
7	A-12b/c Oberlicht	270	90	90	West	1,43	0,86	3,5		0,00	0,07	0,970	6,02	2,95	20%	100%	96%	82%	79%
2	A-12.3 Oberlicht	270	90	90	West	1,39	0,86	2,3	3,95		0,07	0,970			100%	100%	96%	100%	96%
1	A-12.3 Oberlicht	270	90	90	West	1,39	0,86	2,3		0,00	0,07	0,970			100%	100%	97%	100%	97%
3	A-13.a/b Oberlicht	80	90	90	Ost	2,09	0,86	5,0		0,00	0,07	0,970			100%	100%	96%	100%	96%
1	A-13.a/b Oberlicht	80	90	90	Ost	2,09	0,86	5,0		0,00	0,07	0,970			100%	100%	96%	100%	96%
2	Eingangstüren	270	90	90	West	1,06	1,98	4,2	6,20	0,00	0,20	0,970	6,02	4,08	20%	100%	89%	72%	75%

Passivhaus-Projektierung BERECHNUNG VON VERSCHATTUNGSFAKTOREN FÜR DEN SOMMERFALL

Klima: ST - Grass

Objekt: LIDL-Markt
Geogr. Breite: 47.108

Sommer!

Orientierung	Verglasungsfläche m ²	Verschattungs- faktor SOMMER	Verschattungs- faktor SOMMER
Nord	3,87	97%	97%
Ost	13,87	99%	99%
Süd	35,81	100%	100%
West	37,04	98%	98%
Horizontal	0,00	100%	100%

Ergebnis aus dem Sommerblatt:
Übertemperaturhäufigkeit $h_{t, \text{max}}$ **13,5%**

Eingabefelder

Anzahl	Bezeichnung	Abweichung zur Nordrichtung		Neigung gegen die Horizontale	Orientierung	Breite der Verglasung	Höhe der Verglasung	Verglasungsfläche	Höhe des Verschattungsobjekts	Horizontale Entfernung	Laubungslänge	Abstand des Verschattungsobjekts zur Laibung	Tiefe des Überstands	Abstand des obersten Verschattungsobjekts zum Überstand	zusätzlicher Verschattungsfaktor (Sommer)	Sommer			
		Grad	Grad													Grad	Grad	Grad	Grad
6	Schaufenster	180	90	90	Süd	1,44	3,11	4,5	6,20	0,00	0,07	0,07	4,34	2,95	97%	100%	100%	97%	
1	Schaufenster außen	180	90	90	Süd	1,44	3,11	4,5	6,20	0,00	0,07	0,07	4,34	2,95	97%	100%	100%	97%	
1	Schaufenster außen	180	90	90	Süd	1,44	3,11	4,5	6,20	0,00	0,07	0,07	4,34	2,95	97%	100%	100%	97%	
1	Personalammenst	0	90	90	Nord	1,06	1,26	1,3	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	100%	100%	100%	98%	
1	Archivfenster	90	90	90	Ost	0,88	1,26	1,1	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	100%	100%	100%	98%	
2	WC-Fenster	0	90	90	Nord	0,46	0,46	0,4	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	100%	100%	100%	93%	
1	A.11.03 Oberlicht	0	90	90	Nord	0,86	0,86	1,9	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	100%	100%	100%	98%	
1	A.11.04 Oberlicht	0	90	90	West	1,28	0,86	2,2	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	100%	100%	100%	99%	
2	A.11.05 Oberlicht	270	90	90	West	1,43	0,86	2,2	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	100%	100%	100%	99%	
1	A.11.06 Oberlicht	270	90	90	West	1,43	0,86	2,2	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	100%	100%	100%	99%	
1	A.11.07 Oberlicht	270	90	90	West	1,43	0,86	2,2	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	100%	100%	100%	99%	
2	A.12.a Oberlichte	270	90	90	West	1,35	0,86	2,3	3,95	0,00	0,07	0,07	6,02	2,95	99%	100%	100%	98%	
1	A.12.d Oberlichte	270	90	90	West	1,37	0,86	1,2	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	100%	100%	100%	99%	
4	A.12.a/b Oberlicht	90	90	90	Ost	2,05	0,86	7,0	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	100%	100%	100%	99%	
3	Oberlichte Ost	90	90	90	Ost	2,28	0,86	5,8	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	100%	100%	100%	99%	
2	Eingangstüren	270	90	90	West	1,06	1,98	4,2	6,20	0,00	0,20	0,20	6,02	4,08	96%	89%	89%	95%	

Passivhaus-Projektierung

LÜFTUNGSDATEN

Objekt: Lidl-Markt

Energiebezugsfläche A_{EB} m² 1040 (Blatt Flächen)
 Raumhöhe h m 3,3 (Blatt Heizwärme)
 Raumluftvolumen Lüftung ($A_{EB} \cdot h$) = V_L m³ 3431 (Blatt Heizwärme)

Auslegung Lüftungsanlage Standard-Betriebsart

Personenbelegung m²/P 35
 Anzahl Personen P 29,7
 Frischluft pro Person m³/(P*h) 30
 Frischluftbedarf m³/h 891
 Ablufträume
 Anzahl
 Abluftbedarf pro Raum m³/h
 Abluftbedarf gesamt m³/h

	Küche	Bad	Dusche	WC
Anzahl	1	1	1	1
Abluftbedarf pro Raum m ³ /h	60	40	20	20
Abluftbedarf gesamt m ³ /h	140			

Auslegungsvolumenstrom (Maximum) m³/h 1489

Berechnung des mittleren Luftwechsels

Betriebsarten	tägl. Betriebszeiten	h/d	Faktoren bezügl. Maximum	Luftvolumenstrom m ³ /h	Luftwechsel 1/h
Maximum		14,0	1,00	1489	0,43
Standard		10,0	0,85	1266	0,37
Grundlüftung			0,70	1042	0,30
Minimum			0,50	745	0,22
Mittelwert			0,94	1396	0,41

mittlerer Luftaustausch (m³/h) 1396
 mittlerer Luftwechsel (1/h) 0,41

Infiltrationsluftwechsel

Windschutz-Koeffizienten e und f		
Koeffizient e für Abschirmungsklasse	mehrere Einwirkungsseiten	eine Einwirkungsseite
keine Abschirmung	0,10	0,03
mäßige Abschirmung	0,07	0,02
starke Abschirmung	0,04	0,01
Koeffizient f	15	20

Windschutzkoeffizient e für Jahresbedarf: 0,07 für Heizlastfall: 0,18
 Windschutzkoeffizient f für Jahresbedarf: 15 für Heizlastfall: 15
 Netto Luftvolumen für Drucktest $V_{n,50}$ m³
 Luftwechsel bei Drucktest n_{50} 1/h 0,00
 Luftdurchlässigkeit q_{50} m³/(hm²)

Art der Lüftungsanlage

Balancierte Passivhauslüftung bitte ankreuzen
 Reine Abluft
 Abluftüberschuss 1/h 0,41 für Jahresbedarf: 0,41 für Heizlastfall: 0,41
 Infiltrationsluftwechsel $n_{L,Rest}$ 1/h

Effektiver Wärmebereitstellungsgrad der Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung

Gerät innerhalb der thermischen Hülle
 Gerät außerhalb der thermischen Hülle
 Keine Wärmerückgewinnung, Eingabe nicht relevant

Wärmebereitstellungsgrad Gerät η_{WRG} 0,00 - Nutzerdefiniert -
 Leitwert Außenluftkanal Ψ W/(mK) 0,000 Berechnung siehe Nebenrechnung
 Länge des Außenluftkanals m
 Leitwert Fortluftkanal Ψ W/(mK) 0,000 Berechnung siehe Nebenrechnung
 Länge des Fortluftkanals m
 Temperatur des Aufstellraumes °C
 (nur eintragen falls Gerät außerhalb der thermischen Hülle)
 Innenraumtemperatur (°C) 20
 mittl. Außentemp. Heizp. (°C) 2,7
 mittl. Erdreichtemp. (°C) 9,6

Effektiver Wärmebereitstellungsgrad $\eta_{WRG,eff}$ 0,0%

Effektiver Wärmebereitstellungsgrad Erdreichwärmeübertrager

Wirkungsgrad Erdreichwärmeübertrager η_{EWO}
 Wärmebereitstellungsgrad EWU η_{EWO} 0%

Passivhaus-Projektierung

ENERGIEKENNWERT HEIZWÄRME

Klima: **St - Graz**
 Objekt: **Lidl-Markt**
 Standort: **Graz**

Innentemperatur: **20,0** °C
 Gebäudetyp/Nutzung: **Lebensmittelmarkt**
 Energiebezugsfläche A_{EB}: **1039,7** m²

Bauteile	Temperaturzone	Fläche m ²	U-Wert W/(m ² K)	Temp.-faktor f _t	G _t kWh/a	kWh/a	pro m ² Energiebezugsfläche
1. Außenwand Außenluft	A	745,3	0,356	1,00	85,1	22588	
2. Außenwand Erdbreich	B			0,33			
3. Dach/Decken Außenluft	A	1117,9	0,160	1,00	85,1	15255	
4. Bodenplatte/Kellerdecke	B	1117,9	0,460	0,33	85,1	14450	
5.	A			1,00			
6.	A			1,00			
7.	X			0,75			
8. Fenster	A	110,7	1,682	1,00	85,1	15861	
9. Außentür	A	15,6	1,607	1,00	85,1	2132	
10. Wbrücken außen (Länge/m)	A	175,8	0,089	1,00	85,1	1327	
11. Wbrücken Perimeter (Länge/m)	P			0,33			
12. Wbrücken Boden (Länge/m)	B	165,1	0,170	0,33	85,1	789	
Summe aller Hüllflächen		3107,3					

Transmissionswärmeverluste Q_T Summe **72402** kWh/a **69,6** kWh/(m²a)

Lüftungsanlage:
 effektiver Wärmebereitstellungsgrad der Wärmerückgewinnung η_{eff} **0%**
 Wärmebereitstellungsgrad des Erreichwärmeübertr. η_{EWÜ} **0%**

wirksames Luftvolumen V_L m³ **3431**
 energetisch wirksamer Luftwechsel n_L 1/h **0,407**

A_{EB} m² **1039,7** * lichte Raumhöhe m **3,30** = 3430,9 m³

Φ_{WRG} **0,00** + n_{L,Rest} 1/h **0,046** = 0,453 1/h

Lüftungswärmeverluste Q_L V_L m³ * n_L 1/h * C_{Luft} Wh/(m³K) * G_t kWh/a = **43673** kWh/a **42,0** kWh/(m²a)

Summe Wärmeverluste Q_V (Q_T kWh/a + Q_L kWh/a) * Reduktionsfaktor Nacht-/Wochenend-absenkung = **116075** kWh/a **111,6** kWh/(m²a)

Ausrichtung der Fläche	Abminderungsfaktor vgl. Blatt Fenster	g-Wert (senkr. Einstr.)	Fläche m ²	Globalstr. Heizzeit kWh/(m ² a)	kWh/a	kWh/(m ² a)
1. Nord	0,60	0,63	4,80	105	191	
2. Ost	0,63	0,63	17,36	258	1771	
3. Süd	0,53	0,63	41,21	527	7196	
4. West	0,58	0,63	47,37	270	4713	
5. Horizontal	0,00	0,00	0,00	394	0	

Wärmeangebot Solarstrahlung Q_S Summe **13871** kWh/a **13,3** kWh/(m²a)

Interne Wärmequellen Q_I kh/d **0,024** * Länge Heizzeit d/a **205** * spezif. Leistung q_i W/m² **3,75** * A_{EB} m² **1039,7** = **19136** kWh/a **18,4** kWh/(m²a)

Freie Wärme Q_F Q_S + Q_I = **33007** kWh/a **31,7** kWh/(m²a)

Verhältnis Freie Wärme zu Verlusten Q_F / Q_V = **0,28**

Nutzungsgrad Wärmegewinne η_G (1 - (Q_F / Q_V)⁵) / (1 - (Q_F / Q_V)⁶) = **100%**

Wärmegewinne Q_G η_G * Q_F = **32964** kWh/a **31,7** kWh/(m²a)

Heizwärmebedarf Q_H Q_V - Q_G = **83112** kWh/a **80** kWh/(m²a)

Grenzwert kWh/(m²a) **15** Anforderung erfüllt? **nein** (ja/nein)

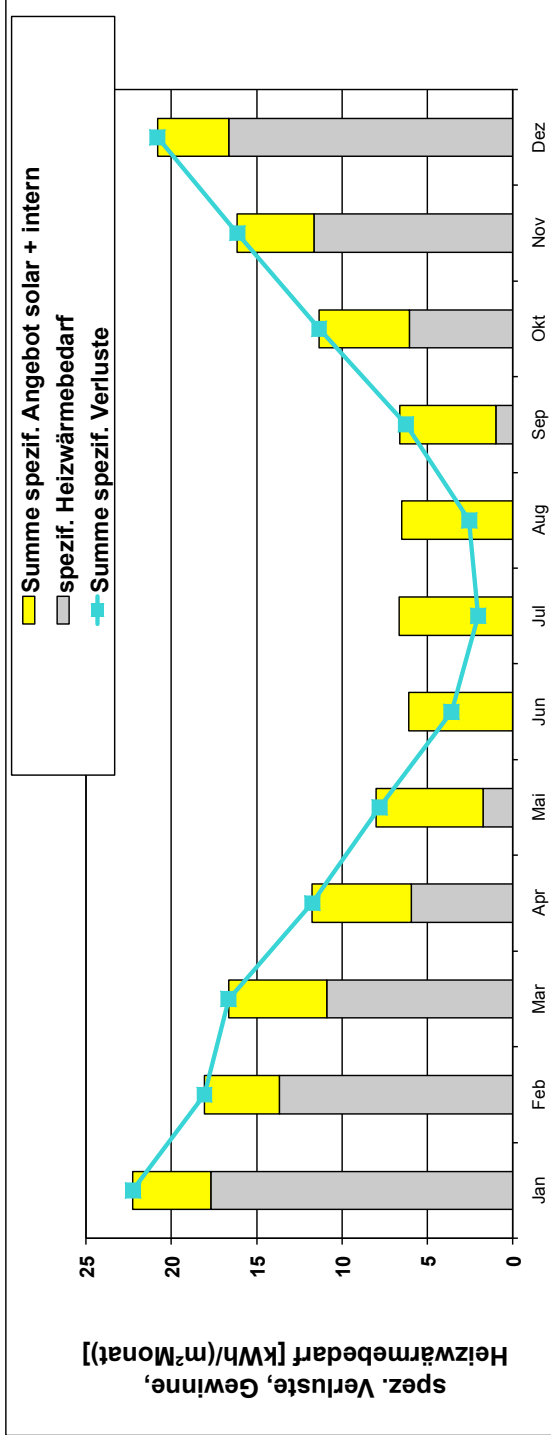
PASSIVHAUS-PROJEKTIERUNG

ENERGIEKENNWERT HEIZWÄRME MONATSVERFAHREN

Klima: **St - Graz**
 Objekt: **Idi-Waritt**
 Standort: **Graz**

Innentemperatur: **20** °C
 Gebäudetyp/Nutzung: **Lebensmittelmarkt**
 Energiebezugsfläche A_{EP}: **1040** m²

	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Oktober	Nov	Dez	Jahr
Heizgr.Std. Außen	17,4	13,9	12,4	8,3	5,0	2,5	1,3	1,8	4,2	8,5	12,5	16,4	104
Heizgr.Std. Grund	4,6	4,4	4,8	4,3	4,0	1,5	1,1	0,9	2,8	3,2	3,6	4,2	39
Verluste Außen	20639	16418	14732	9887	5971	2922	1498	2161	5002	10071	14846	19367	123515
Verluste Grund	2504	2363	2580	2328	2140	809	606	495	1499	1723	1925	2275	21248
Summe spezif. Verluste	22,3	18,1	16,7	11,7	7,8	3,6	2,0	2,6	6,3	11,3	16,1	20,8	139,2
Solare Gewinne Nord	18	25	42	54	74	82	85	69	49	33	20	16	566
Solare Gewinne Ost	185	233	384	480	583	603	638	590	418	309	192	144	4759
Solare Gewinne Süd	1052	970	1325	1148	1161	1079	1243	1366	1216	1243	1025	806	13634
Solare Gewinne West	488	593	1081	1273	1499	1430	1708	1499	1133	819	488	384	12395
Solare Gewinne Horiz.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Solare Gewinne opak	130	146	240	268	312	304	348	321	247	195	130	102	2743
Innere Wärmequellen	2901	2620	2901	2807	2901	2807	2901	2901	2807	2901	2807	2901	34153
Summe spezif. Angebot solar	4,6	4,4	5,7	5,8	6,3	6,1	6,7	6,5	5,6	5,3	4,5	4,2	65,6
Nutzungsgrad	100%	100%	100%	100%	97%	59%	30%	39%	94%	100%	100%	100%	82%
Heizwärmebedarf	18369	14194	11340	6193	1802	16	0	0	1005	6299	12109	17290	88617
spezif. Heizwärmebedarf	17,7	13,7	10,9	6,0	1,7	0,0	0,0	0,0	1,0	6,1	11,6	16,6	85,2



Passivhaus-Projektierung

HEIZWÄRMELAST

Objekt: **Lidl-Markt**
 Standort: **Graz**

Gebäudetyp/Nutzung: **Lebensmittelmarkt**
 Energiebezugsfläche A_{EB} : **1039,7** m² Innen-
 temperatur: **20** °C
 Klima (Heizlast): **St - Graz**

Bauteile	Temperaturzone	Fläche m ²	U-Wert W/(m ² K)	Faktor immer 1 (außer 'X')	TempDiff 1 K		TempDiff 2 K		P _T 1 W		P _T 2 W		
					Nord	Ost	Süd	West	Horizontal	W/m ²	W/m ²	W	W
1. Außenwand Außenluft	A	745,3	0,356	1,00	25	50	90	45	60	23,0	23,0	6911	6089
2. Außenwand Erdsreich	B			1,00	5	5	5	5	5	8,5	8,5		
3. Dach/Decken Außenluft	A	1117,9	0,160	1,00	26,1	26,1	26,1	26,1	26,1	23,0	23,0	4668	4112
4. Bodenplatte/Kellerdecke	B	1117,9	0,460	1,00	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	23,0	23,0	3334	3334
5. Fenster	X			0,75	26,1	26,1	26,1	26,1	26,1	23,0	23,0		
6. Fenstertür	A	110,7	1,682	1,00	26,1	26,1	26,1	26,1	26,1	23,0	23,0	4853	4276
7. Außenstür	A	15,6	1,607	1,00	26,1	26,1	26,1	26,1	26,1	23,0	23,0	652	575
8. Wbrücken außen (Länge/m)	A	175,8	0,089	1,00	26,1	26,1	26,1	26,1	26,1	23,0	23,0	406	358
9. Wbrücken Perimeter (Länge/m)	B			1,00	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5		
10. Wbrücken Boden (Länge/m)	B	165,1	0,170	1,00	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	182	182
11. Haus/Wohnungstrennwand	I			1,00	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0		

Transmissionswärmelast P_T Summe = **21006** bzw. **18925**

Lüftungsanlage: A_{EB} m² = **1039,7** lichte Raumhöhe m = **3,30** m³ = **3431**
 Wärmebereitstellungsgrad des Wärmeübertragers η_{WRG} = **0%** Wirkungsgrad des EWU = **0%** Wärmebereitstellungsgrad EWU $\eta_{EWU,1}$ = **0%** bzw. $\eta_{EWU,2}$ = **0%**
 energetisch wirksamer Luftwechsel n_e = $n_{L,Real}$ (Heizlast) 1/h = **0,105** + $n_{L,Airbase}$ 1/h = **0,407** * (1 - Φ_{WRG} bzw. Φ_{WRG}) = **0,00** bzw. **0,00** = **0,512** bzw. **0,512**

Lüftungswärmelast P_L V_L m³ = **3430,9** n_e 1/h = **0,512** bzw. **0,512** C_{Luft} Wh/(m³K) = **0,33** TempDiff 1 K = **26,1** bzw. TempDiff 2 K = **23,0** = **15097** bzw. **13300**

Summe Wärmelast P_V P_T + P_L = **36103** bzw. **32226**

Ausrichtung der Fläche	Fläche m ²	g-Wert (senk. Einstrahlung)	Abminderungsfaktor (vgl. Blatt Fenster)	Strahlung 1 W/m ²	Strahlung 2 W/m ²	P _S 1 W	P _S 2 W
1. Nord	4,8	0,6	0,6	25	5	45	9
2. Ost	17,4	0,6	0,6	50	5	343	34
3. Süd	41,2	0,6	0,5	90	5	1230	68
4. West	47,4	0,6	0,6	45	5	784	87
5. Horizontal	0,0	0,0	0,4	60	5	0	0

Wärmeangebot Solarlast P_S Summe = **2402** bzw. **199**

Interne Wärmelast P_I spez. Leistung W/m² = **1,6** A_{EB} m² = **1040** = **1663** bzw. **1663**

Wärmegewinne P_G P_S + P_I = **4066** bzw. **1862**
 P_V - P_G = **32038** bzw. **30363**

Heizwärmelast P_H = **32038** W

wohnflächenspezifische Heizwärmelast P_H / A_{EB} = **30,8** W/m²

Eingabe max. Zulufttemperatur $\theta_{Zu,Max}$ = **52** °C Max. Zulufttemperatur $\theta_{Zu,Max}$ = **52** °C Zulufttemperatur ohne Nachheizung $\theta_{Zu,Min}$ = **-6,1** °C bzw. **-3,0** °C

zum Vergleich: Wärmelast, die von der Zuluft transportierbar ist P_{Zuluft,Max} = **26741** W spezifisch: **25,7** W/m²
 Über die Zuluft beheizbar? **nein**

Passivhaus-Projektierung

SOMMERFALL

Klima: **St - Graz**
 Objekt: **Lidl-Markt**
 Standort: **Graz**
 spez. Kapazität: **204** Wh/K pro m² WFL
 Übertemperaturgrenze: **25** °C

Innentemperatur: **20** °C
 Gebäudetyp/Nutzung: **Lebensmittelmarkt**
 Energiebezugsfläche A_{EB}: **1039,7** m²

Bauteile	Temperaturzone	Fläche m ²	U-Wert W/(m ² K)	Reduktionsfaktor f _{T,Sommer}	H _{Sommer} Wärmeleitwert
1. Außenwand Außenluft	A	745,3	0,356	1,00	265,3
2. Außenwand Erdreich	B			1,00	
3. Dach/Decken Außenluft	A	1117,9	0,160	1,00	179,2
4. Bodenplatte/Kellerdecke	B	1117,9	0,460	1,00	513,7
5.	A			1,00	
6.	A			1,00	
7.	X			0,75	
8. Fenster	A	110,7	1,682	1,00	186,3
9. Außentür	A	15,6	1,607	1,00	25,0
10. Wbrücken außen (Länge/m)	A	175,8	0,089	1,00	15,6
11. Wbrücken Perimeter (Länge/m)	P			1,00	
12. Wbrücken Boden (Länge/m)	B	165,1	0,170	1,00	28,1

Transmissionsleitwert außen H_{T,e}
 Transmissionsleitwert Erdreich H_{T,g}

671,4 W/K
 541,8 W/K

Wärmebereitstellungsgrad Wärmerückgewinnung η_{WRG} **0%** wirksames Luftvolumen V_L **1039,7** m³ lichte Raumhöhe **3,30** m = **3431** m³
 Wirkungsgrad Erdreichwärmeübertrager η_{FWT} **0%**

Lüftung Sommer kontinuierliche Lüftung zur Sicherstellung ausreichender Luftqualität

Luftwechsel durch freie Lüftung (Fenster & Fugen) oder mechanische Abluft, Sommer: **1** 1/h

Anlagenluftwechsel Sommer: **1** 1/h mit WRG (ggf. ankreuzen)

energetisch wirksamer Luftwechsel n_L = $\frac{n_{L, frei}}{1/h} + \frac{n_{L, Anlage}}{1/h} \cdot (1 - \frac{\Phi_{WRG}}{1/h}) + \frac{n_{L, Rest}}{1/h}$ = **0,046** 1/h

Lüftungsleitwert außen H_{V,e} **52,3** W/K
 Lüftungsleitwert Erdreich H_{V,g} **0,0** W/K

Zusätzliche Sommerlüftung zur Auskühlung

Temperaturamplitude Sommer **10,9** K

ankreuzen: nächtliche Fensterlüftung, manuell (zugehöriger Luftwechsel für Fensterlüftung: bei 1 K Temperaturdifferenz innen - außen) **1** 1/h
 mechanische, automatisch geregelte Lüftung

minimal zulässige Innentemperatur **18,0** °C

Ausrichtung der Fläche	Winkel-faktor Sommer	Versch.-faktor Sommer	Ver-schmutzung	g-Wert (senkr. Einstr.)	Fläche m ²	Verglasungsanteil	Apertur m ²
1. Nord	0,9	0,97	0,95	0,63	4,8	77%	1,9
2. Ost	0,9	0,99	0,95	0,63	17,4	80%	7,4
3. Süd	0,9	1,00	0,95	0,63	41,2	87%	19,3
4. West	0,9	0,99	0,95	0,63	47,4	78%	19,7
5. Horizontal	0,9	1,00	0,95	0,00	0,0	0%	0,0
6. Summe 'opake' Flächen							9,8

Solarapertur

Summe **58,0** m² **0,06** m²/m²

Innere Wärmequellen Q_i

spezif. Leistung q_i **3,75** W/m² A_{EB} **1040** m² = **3899** W **3,8** W/m²

Übertemperaturhäufigkeit h_{Ü, > φ_{max}}

13,5% bei der Übertemperaturgrenze φ_{max} = **25** °C

Wenn die "Häufigkeit über 25°C" 10% überschreitet, sind zusätzliche Maßnahmen zum Schutz vor Sommerhitze erforderlich.

Täglicher Temperaturhub durch Solarlast **230,4** kWh/d * 1000 1/K / (**204** Wh/(m²K) * **1040** m²) = **1,1** K

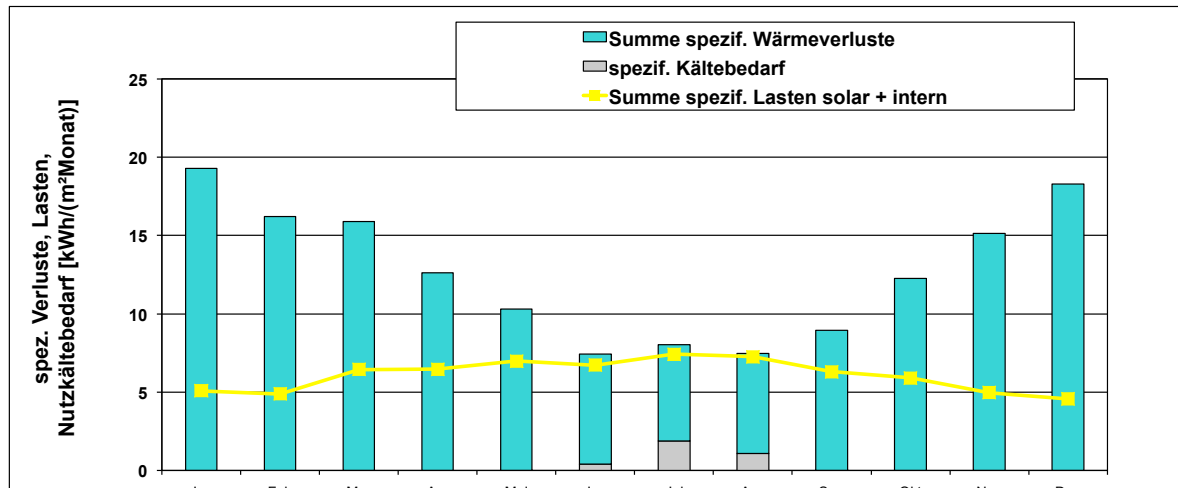
PASSIVHAUS-PROJEKTIERUNG

ENERGIEKENNWERT NUTZKÄLTE MONATSVERFAHREN

Klima: St - Graz
 Objekt: Lidl-Markt
 Standort: Graz

Innentemperatur: 25 °C
 Gebäudtyp/Nutzung: Lebensmittelmarkt
 Energiebezugsfläche A_{EP}: 1040 m²

	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr	
Heizgr.Std. Außen	21,5	17,5	16,5	12,2	9,0	6,3	5,2	5,7	8,0	12,4	16,4	20,4	151	kKh
Heizgr.Std. Grund	8,3	7,7	8,5	7,9	7,7	5,1	4,8	4,6	6,4	6,9	7,2	7,9	83	kKh
Verluste Außen	15527	12668	11916	8854	6514	4542	3755	4143	5793	9004	11856	14735	109306	kWh
Verluste Grund	4520	4183	4596	4279	4156	2759	2622	2510	3450	3739	3875	4290	44978	kWh
Verluste Sommerlüftung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	kWh
Summe spezif. Wärmeverluste	19,3	16,2	15,9	12,6	10,3	7,0	6,1	6,4	8,9	12,3	15,1	18,3	148,4	kWh/m ²
Solare Lasten Nord	19	27	44	58	79	87	90	73	52	35	21	17	602	kWh
Solare Lasten Ost	200	252	414	518	629	651	688	636	451	333	207	155	5134	kWh
Solare Lasten Süd	1485	1369	1871	1620	1639	1524	1755	1929	1717	1755	1447	1138	19248	kWh
Solare Lasten West	551	669	1220	1437	1693	1614	1929	1693	1279	925	551	433	13994	kWh
Solare Lasten Horiz.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	kWh
Solare Lasten opak	130	146	240	268	312	304	348	321	247	195	130	102	2743	kWh
Innere Wärmequellen	2901	2620	2901	2807	2901	2807	2901	2901	2807	2901	2807	2901	34153	kWh
Summe spezif. Lasten solar	5,1	4,9	6,4	6,5	7,0	6,7	7,4	7,3	6,3	5,9	5,0	4,6	73,0	kWh/m ²
Nutzungsgrad Verluste	26%	30%	41%	51%	68%	90%	90%	96%	70%	48%	33%	25%	47%	
Nutzkältebedarf	0	0	0	1	28	429	1965	1132	37	1	0	0	3594	kWh
spezif. Kältebedarf	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	1,9	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	kWh/m ²



Passivhaus-Projektierung

KOMPRESSOR-KÜHLGERÄTE

Klima: **St - Graz**
 Objekt: **Lidl-Markt**
 Standort: **Graz**

Innentemperatur Sommer: **25** °C
 Gebäudetyp/Nutzung: **Lebensmittelmarkt**
 Energiebezugsfläche A_{EB}: **1039,7** m²

wirksames
Luftvolumen V_L A_{EB} lichte Raumhöhe m³
 m² m

$$1040 \cdot 3,30 = 3431$$

hygrisch wirksamer Anlagenluftwechsel Sommer

$$n_{L,Anlage} \cdot \left(1 - \frac{\Phi_{VRG}}{V_L}\right) = 0,000 \cdot \left(1 - \frac{0,000}{3431}\right) = 0,000$$

direkter Außenluftwechsel Sommer

$$n_{L, frei} + n_{L, Rest} + n_{Nacht, Fenster} + n_{Nacht, kontrolliert} = 0,000 + 0,046 + 0,000 + 0,000 = 0,046$$

Außenluftwechsel Sommer Summe 1/h

$$0,05$$

Zuluft-Kühlung

ggf. ankreuzen

Taktbetrieb (ggf. ankreuzen)
 Minimaltemperatur der Kühloberfläche

°C

Umluft-Kühlung

ggf. ankreuzen

Taktbetrieb (ggf. ankreuzen)
 Minimaltemperatur der Kühloberfläche
 Volumenstrom

°C
 m³/h

zusätzliche Entfeuchtung

ggf. ankreuzen

max. abs. Feuchte
 Feuchtequellen
 Feuchtekapazität Gebäude
 Feuchte am Anfang der Kühlperiode

g/kg
 g/(m²h)
 g/(g/kg)/m²
 g/kg

Flächenkühlung

ggf. ankreuzen

Nutzkälte

davon

Zuluftkühlung

Umluftkühlung

Entfeuchtung

Verbleibend für Flächenkühlung

Summe

Nicht gedeckter Bedarf

	sensibel	latent	
	3,5	4,3	
	0,0	0,0 kWh/(m ² a)	Sensibler Anteil
		kWh/(m ² a)	0,0%
		kWh/(m ² a)	
		kWh/(m ² a)	
	0,0	0,0 kWh/(m ² a)	0,0%
	3,5	4,3 kWh/(m ² a)	

Passivhaus-Projektierung

KÜHLLAST

Objekt: **Lidl-Markt** Standort: **Graz** spez. Kapazität: **204** Wh/(m²K) (Eingabe im Blatt "Sommer")

Gebäudetyp/Nutzung: **Lebensmittelmarkt** Innen-temperatur: **25** °C
Energiebezugsfläche A_{EB}: **1039,7** m² Klima (Kühllast): **St - Graz**

Auslegungstemperatur: Außenluft: **25,5** °C Himmel: **16,3** °C Erdreich: **18,8** °C
Strahlung: Nord: **100** Ost: **200** Süd: **170** West: **200** Horizontal: **340** W/m²

Bauteile	Temperaturzone	Fläche m ²	U-Wert W/(m ² K)	Faktor immer 1 (außer "X")	K TempDiff	W
1. Außenwand Außenluft	A	745,3	0,356	1,00	0,4	119
2. Außenwand Erdreich	B			1,00	-6,2	
3. Dach/Decken Außenluft	A	1117,9	0,160	1,00	0,4	81
4. Bodenplatte/Kellerdecke	B	1117,9	0,460	1,00	-6,2	-3199
5.	A			1,00	0,4	
6.	A			1,00	0,4	
7.	X			0,75	0,4	
8. Fenster	A	110,7	1,682	1,00	0,4	84
9. Außentür	A	15,6	1,607	1,00	0,4	11
10. Wbrücken außen (Länge/m)	A	175,8	0,089	1,00	0,4	7
11. Wbrücken Perimeter (Länge/m)	F			1,00	-6,2	
12. Wbrücken Boden (Länge/m)	B	165,1	0,170	1,00	-6,2	-175
13. Haus/Wohnungstrennwand	I			1,00	3,0	
14. Strahlungskorrektur		-61,3	0,4	59,3	-8,7	-543
Summe						-3615

Transmissionswärmelast P_T

Lüftungsanlage: wirksames Luftvolumen V_L = **1039,7** m³ * **3,30** m = **3431** m³

Lüftungswärmelast P_L: außen: **52,3** W/K * **0,4** K = **24** W; Erdreich: **0,0** W/K * **-6,2** K = **0** W

zusätzliche Sommerlüftung: Wärmearbeit Kühltag (aus Blatt Kühlung) Fensterlüftung: **0,0** kWh/d / **0,024** kWh/d = **0** W; automatische Nachtlüftung: **0,0** kWh/d / **0,024** kWh/d = **0** W

Lüftungswärmelast P_L Summe = **24** W

Ausrichtung der Fläche	Fläche m ²	g-Wert (senkr. Einstrahlung)	Abminderungsfaktor	Strahlung W/m ²	P _S W
1. Nord	4,8	0,6	0,64	100	192
2. Ost	17,4	0,6	0,68	200	1479
3. Süd	41,2	0,6	0,74	170	3279
4. West	47,4	0,6	0,66	200	3936
5. Horizontal	0,0	0,0	0,40	340	0
6. Summe opake Flächen					712

Wärmeangebot Solarlast P_S Summe = **9598** W

Interne Wärmelast P_I: spez. Leistung **4,8** W/m² * A_{EB} **1040** m² = **4938** W

Kühllast P_K = P_T + P_L + P_S + P_I = **10946** W

wohnlächenspezifische sensible Kühllast P_K / A_{EB} = **10,5** W/m²

Täglicher Temperaturhub durch Solarlast: **9598,4** W * **24** h / (**204** Wh/(m²K) * **1040** m²) = **1,1** K

Passivhaus-Projektierung

WÄRMEVERTEILUNG UND WARMWASSERSYSTEM

Objekt:	LIDL-Markt
Standort:	Graz
Innentemperatur:	20 °C
Gebaudetyp/Nutzung:	Lebensmittelmärkte
Energiebezugsfläche A_{Ea} :	1048 m ²
Personenbelegung:	29,7 Pers
Zahl Wohneinheiten:	1
Jahresheizwärmebedarf q_{Heiz} :	8311,2 kWh/a
Länge Heizzeit:	205 d
mittlere Heizlast P_{Heiz} :	18,9 kW
Grenznutzen zusätzlicher Wärmegewinne:	99%

Heizwärmeverteilung

Länge Verteilleitungen	L_{LU} (Projekt)	m
Wärmeverlustkoeffizient je m Leitung	Ψ (Projekt)	W/(mK)
Temperatur im Raum, durch den die Leitung geht	ϑ_{Ra} Verteilraum	°C
Auslegungs-Vorlauftemperatur	ϑ_{V} Vorlauf, Auslegung	°C
Auslegungs-Heizlast des Systems	P_{Heiz} (vorhan. oder berech.)	kW
Vorlauftemperatur-Regelung (ggf. ankreuzen)		
Auslegungs-Rücklauftemperatur	ϑ_{R}	°C
jährliche Wärmeabgabe pro m Leitung	$q_{HL} = -0,714 \cdot (\vartheta_{V} - 20) + 20$ $= \Psi \cdot (\vartheta_{Ra} - \vartheta_{R}) \cdot t_{Heiz} \cdot 0,024$	kWh/(m·a)
evtl. Nutzungsgrad dieser Wärmeabgabe	η_{G}	-
jährliche Verluste	$Q_{HL} = L_{LU} \cdot q_{HL} \cdot (1 - \eta_{G})$	kWh/a
spezif. Verluste	q_{HL}	kWh/(m ² ·a)
Aufwandszahl Heizwärmeverteilung	$e_{a,HL} = (Q_{HL} + q_{HL}) / Q_{Heiz}$	-

Teile		Gesamt	m	W/(mK)	°C	°C	kW	°C	kWh/(m·a)	kWh/a	kWh/(m ² ·a)	-
wärmer Bereich	kalter Bereich											
1	2, 3											
					20				Summe 1,2,3	0	0,0	
										0	100%	

Warmwasser: Standard-Nutzwärme

WW-Verbrauch je Person und Tag (60 °C)	V_{WW} (Projekt oder Mittelwert 25 Liter/Person/d)	Liter/Person/d
mittlere Kaltwasser-Temperatur des Zulaufs	T_{KW} Trinkwassertemperatur (10°)	°C
Warmwasser nichtelektrischer Bedarf Wasch- und Spülmaschinen		kWh/a
Nutzwärme Warmwasser	Q_{TWW}	kWh/a
spezif. Nutzwärme Warmwasser	$q_{TWW} = Q_{TWW} / A_{EB}$	kWh/(m ² ·a)

										1,0		
					20					9,6		
										0	633	0,6

Warmwasserverteilung und -speicherung

Länge Zirkulationsleitungen (Vor- + Rücklauf)	L_Z (Projekt)	m
Wärmeverlustkoeffizient je m Leitung	Ψ (Projekt)	W/mK
Temperatur im Raum, durch den die Leitung geht	ϑ_{Ra} Verteilraum	°C
Auslegungs-Vorlauftemperatur	ϑ_{V} Vorlauf, Auslegung	°C
Betriebszeit der Zirkulation am Tag	t_{Zirk} (Projekt)	h/d
Auslegungs-Rücklauftemperatur	ϑ_{R}	°C
Betriebszeit der Zirkulation im Jahr	$t_{Zirk} = 0,875 \cdot (\vartheta_{V} - 20) + 20$ $= 365 \cdot t_{Zirk}$	h/a
jährliche Wärmeabgabe pro m Leitung	$q_{Z} = \Psi \cdot (\vartheta_{Ra} - \vartheta_{R}) \cdot t_{Zirk}$	kWh/m·a
evtl. Nutzungsgrad dieser Wärmeabgabe	$\eta_{G,WW}$	-
Jahres-Wärmeverlust Zirkulationsleitungen	$Q_Z = L_Z \cdot q_Z \cdot (1 - \eta_{G,WW})$	kWh/a
Gesamtlänge der Einzelleitungen	L_U (Projekt)	m
Rohrdurchmesser außen	$d_{U, Rohr}$ (Projekt)	m
Wärmeabgabe je Zapfung	$Q_{Zapf} = (c_{p,WW} \cdot V_{Zapf} \cdot \rho_{WW} \cdot (\vartheta_{V} - \vartheta_{R}))$	kWh/Zapfung
Belegungskoeffizient	$\eta_{Zapf} = 3 \cdot 365 / \eta_{G,WW}$	Zapfungen/a
jährliche Wärmeabgabe	$Q_U = \eta_{Zapf} \cdot Q_{Zapf}$	kWh/a
evtl. Nutzungsgrad dieser Wärmeabgabe	$\eta_{G,U}$	-
Jahres-Wärmeverlust Einzelleitungen	$Q_{LU} = L_U \cdot q_U \cdot (1 - \eta_{G,U})$	kWh/a
mittl. Wärmeabgabe Speicher	P_S	W
evtl. Nutzungsgrad dieser Wärmeabgabe	$\eta_{G,S} = t_{Heiz} / 8760 \cdot \eta_{G,S}$	-
Jahres-Wärmeverlust Speicher	$Q_S = P_S \cdot 8.760 \text{ kh} \cdot (1 - \eta_{G,S})$	kWh/a
Gesamte Verluste des Warmwassersystems	$Q_{WV} = Q_Z + Q_{LU} + Q_S$	kWh/a
spezif. Verluste des Warmwassersystems	$e_{WV} = Q_{WV} / A_{EB}$	kWh/(m ² ·a)
Aufwandszahl WW-Verteil. u. -Speich.	$e_{a,WW} = (Q_{TWW} + Q_{WV}) / q_{TWW}$	-
ges. Wärmenachfrage des WW-Systems	$Q_{g,WW} = Q_{TWW} + Q_{WV}$	kWh/a
ges. spezif. Wärmenachfrage des WW-Systems	$q_{g,WW} = Q_{g,WW} / A_{EB}$	kWh/(m ² ·a)

Teile		Gesamt	m	W/mK	°C	°C	h/d	h/a	kWh/m·a	kWh/a	kWh/(m ² ·a)	-
wärmer Bereich	kalter Bereich											
					20					0	0	
										0	0	
										0	100,0%	
										633	0,6	

Arbeitshilfen Büroanwendungen	Raumkategorie	Raumkategorie	In der thermischen Hülle? (1/0)	Vorhanden? (1/0)	Nutzungsstage im Jahr (da)	Anzahl	Leistungs-aufnahme (W)	Nutzungsstunden im Jahr (hrs)	relative Abwesenheit	Nutzungsdauer im Energiesparbetrieb (hrs)	Nutzenenergie (kWh/a)	Primärenergiebedarf (kWh/a)
Tiefkühltruhen (0,54kW) im Energiesparbetrieb	1	Verkaufszentrum	1	1	14	250	(8760) * (0,5)	8760	0,5	15330	15330,0	41391
Tiefkühltruhen (0,53kW) im Energiesparbetrieb	1	Verkaufszentrum	1	1	94	150	(8760) * (0,5)	8760	0,5	9198	9198,0	24835
Tiefkühltruhen (0,515kW) im Energiesparbetrieb	1	Verkaufszentrum	1	1	2	220	(8760) * (0,5)	8760	0,5	1927	1927,2	5203
Tiefkühltruhen (0,515kW) im Energiesparbetrieb	1	Verkaufszentrum	1	1	2	120	(8760) * (0,5)	8760	0,5	1051	1051,2	2838
Kühlmöbel (1,253kW) im Energiesparbetrieb	1	Verkaufszentrum	1	1	4	240	(8760) * (0,5)	8760	0,5	4205	4204,8	11353
Kühlmöbel (1,817kW) im Energiesparbetrieb	1	Verkaufszentrum	1	1	4	140	(8760) * (0,5)	8760	0,5	2453	2452,8	6623
Normalkühlzelle im Energiesparbetrieb	1	Verkaufszentrum	1	1	4	1150	(8760) * (0,5)	8760	0,5	30734	30733,6	82981
Tiefkühlzelle im Energiesparbetrieb	1	Verkaufszentrum	1	1	2	1817	(8760) * (0,5)	8760	0,5	12089	12088,8	32640
Deckenkassettengerät	2	Lager	1	1	2	1700	2628	2628	0,3	22284	22283,7	60166
Wäscheleuchte	2	Lager	1	1	1	700	8760	8760	0	6132	6132,0	24125
Schneckenverdichter	2	Lager	1	1	1	0	0	0	0	0	0	16556
Kassettische	2	Lager	1	1	1	1000	(8760) * (0,5)	8760	0,5	8760	8760,0	23652
Brotdruckofen	2	Lager	1	1	1	50	4000	4000	0	0	0	3240
Sonstiges	2	Lager	1	1	6	700	1000	1000	0	0	0	3240
					1	800	4380	4380	0	0	0	189
					1	120	2650	2650	0	0	0	2160
					1	1	4380	4380	0	0	0	4257
					1	1	10200	4380	0	0	0	31339
					1	1	10200	4380	0	0	0	120625

Küche / Hilfsstrom	Raumkategorie	überwiegende Nutzung des Gebäudes	In der thermischen Hülle? (1/0)	Vorhanden? (1/0)	Nutzungsstage im Jahr (da)	Anzahl der Essen je Nutzungstag	Normverbrauch (kWh/a)	Nutzenenergie (kWh/a)	Anteil nichtelektrisch	Anteil elektrisch	Mehr-/Minderbedarf	Grenzaufl-wandzahl	solarer Deckungsgrad	nichtelektrischer Bedarf (kWh/a)	Strombedarf (kWh/a)	Primärenergiebedarf (kWh/a)
Kochen Strom			1	0	0	0	0,25 kWh/da	0	0%	100%	0,30	1,20	-1,00	0	0,0	0
Spülen Kaltwasseranschluß			1	0	0	0	0,10 kWh/da	0	0%	100%	0	0,00	-0,00	0	0,0	0
Kühlen			1	0	365	0	WWind	0	100%	100%	0	0,00	0,00	0	0,0	0
								0	100%	100%	0	0,00	0,00	0	0,0	0
								0	100%	100%	0	0,00	0,00	0	0,0	0
								0	100%	100%	0	0,00	0,00	0	0,0	0
								0	100%	100%	0	0,00	0,00	0	0,0	0
								0	100%	100%	0	0,00	0,00	0	0,0	0
								0	100%	100%	0	0,00	0,00	0	0,0	0
Summe Hilfsstrom								0	100%	100%	0	0,00	0,00	0	0,0	0
Summe							229079 kWh	229079	0	0	0,30	1,20	-1,00	0	229079	618513
Kennwert									0,0	0,0				0,0	220	595

Passivhaus-Projektierung

PRIMÄRENERGIEKENNWERT

Objekt: LIDL-Markt	Gebäudetyp/Nutzung: Lebensmittelmarkt				
Standort: Graz	Energiebezugsfläche A _{EG} : 1040 m ²				
	Heizwärmebedarf incl. Verteilung: 80 kWh/(m ² a)				
	Nutzkältebedarf: 0 kWh/(m ² a)				
	Endenergie	Primärenergie	Emissionen CO₂-Äquivalent		
	kWh/(m ² a)	kWh/(m ² a)	kg/(m ² a)		
Strombedarf (ohne Wärmepumpe)					
		PE-Kennwert	CO ₂ -Emissionsfaktor (CO ₂ -Äquivalent)		
Anteil Deckung Heizwärmebedarf	(Projekt)	0%	kWh/kWh	g/kWh	
Anteil Deckung Warmwasserbedarf	(Projekt)	100%	2,6	680	
Heizung, direktelektrisch	Q _{el,he}	0,0	0,0	0,0	
Warmwasserbereitung, direktelektrisch (ohne WW Wasch&Spül)	Q _{el,ww}	0,6	1,6	0,4	
elektrische Nachheizung WW Wasch&Spül	(Blatt Strom, Solar/WW)	0,0	0,0	0,0	
Strombedarf Beleuchtung/Arbeitsleuchten/Küche	Q _{el,lt}	220,9	574,5	148,9	
Strombedarf Hilfsstrom		0,0	0,1	0,0	
Summe Strombedarf (ohne Wärmepumpe)		220,9	574,5	150,2	
Wärmepumpe					
		PE-Kennwert	CO ₂ -Emissionsfaktor (CO ₂ -Äquivalent)		
Anteil Deckung Heizwärmebedarf	(Projekt)	0%	kWh/kWh	g/kWh	
Anteil Deckung Warmwasserbedarf	(Projekt)	0%	2,6	680	
Energieträger Ergänzungsheizung		Strom	2,6	680	
Jahresarbeitszahl Wärmepumpe	Eigene Berechnung				
Aufwandszahl Wärmeerzeuger Gesamtsystem	Eigene Berechnung				
Strombedarf Wärmepumpe (ohne WW Wasch&Spül)	Q _{el,wp}	0,0	0,0	0,0	
Nichtelektrischer Bedarf WW Wasch&Spül	(Blatt Strom)	0,0	0,0	0,0	
Summe Strombedarf Wärmepumpe		0,0	0,0	0,0	
Kompaktgerät mit el. Wärmepumpe					
		PE-Kennwert	CO ₂ -Emissionsfaktor (CO ₂ -Äquivalent)		
Anteil Deckung Heizwärmebedarf	(Projekt)	0%	kWh/kWh	g/kWh	
Anteil Deckung Warmwasserbedarf	(Projekt)	0%	2,6	680	
Energieträger Ergänzungsheizung		Strom	2,6	680	
Arbeitszahl Wärmepumpe Heizung	(Blatt Kompakt)	0,0			
Arbeitszahl Wärmepumpe Warmwasser	(Blatt Kompakt)	0,0			
Aufwandszahl Wärmeerzeuger (Nachweis)	(Blatt Kompakt)				
Aufwandszahl Wärmeerzeuger (Projektierung)	(Blatt Kompakt)				
Strombedarf Wärmepumpe (ohne WW Wasch&Spül)	Q _{el,wp}	0,0	0,0	0,0	
Nichtelektrischer Bedarf WW Wasch&Spül	(Blatt Kompakt)	0,0	0,0	0,0	
Summe Kompaktgerät	(Blatt Kompakt)	0,0	0,0	0,0	
Kessel					
		PE-Kennwert	CO ₂ -Emissionsfaktor (CO ₂ -Äquivalent)		
Anteil Deckung Heizwärmebedarf	(Projekt)	0%	kWh/kWh	g/kWh	
Anteil Deckung Warmwasserbedarf	(Projekt)	0%	2,6	680	
Bauart Wärmeerzeuger	(Blatt Kessel)				
Aufwandszahl Wärmeerzeuger	(Blatt Kessel)	0,0	0,0	0,0	
Jahresenergiebedarf (ohne WW Wasch&Spül)	(Blatt Kessel)	0,0	0,0	0,0	
Nichtelektrischer Bedarf WW Wasch&Spül	(Blatt Strom)	0,0	0,0	0,0	
Summe Heizöl/Gas/Holz		0,0	0,0	0,0	
Fern-/Nahwärme					
		PE-Kennwert	CO ₂ -Emissionsfaktor (CO ₂ -Äquivalent)		
Anteil Deckung Heizwärmebedarf	(Projekt)	0%	kWh/kWh	g/kWh	
Anteil Deckung Warmwasserbedarf	(Projekt)	0%	0,1	5	
Wärmequelle	(Blatt Fernwärme)				
Aufwandszahl Wärmeerzeuger	(Blatt Fernwärme)	0,0	0,0	0,0	
Wärmebedarf Fern-/Nahwärme (ohne WW Wasch&Spül)	(Blatt Fernwärme)	0,0	0,0	0,0	
Nichtelektrischer Bedarf WW Wasch&Spül	(Blatt Strom)	0,0	0,0	0,0	
Summe Fern-/Nahwärme		0,0	0,0	0,0	
Sonstige					
		PE-Kennwert	CO ₂ -Emissionsfaktor (CO ₂ -Äquivalent)		
Anteil Deckung Heizwärmebedarf	(Projekt)	100%	kWh/kWh	g/kWh	
Anteil Deckung Warmwasserbedarf	(Projekt)	0%	0,2	55	
Wärmequelle	(Projekt)	Gas	1,10		
Aufwandszahl Wärmeerzeuger	(Projekt)				
Jahresenergiebedarf Heizung		0,0	0,0	0,0	
Jahresenergiebedarf Warmwasser (ohne WW Wasch&Spül)		0,0	0,0	0,0	
Nichtelektrischer Bedarf WW Wasch&Spül	(Blatt Strom)	0,0	0,0	0,0	
Nichtelektrischer Bedarf Kochen/Trocknen (Gas)	(Blatt Strom)	0,0	0,0	0,0	
Summe Sonstige		0,0	0,0	0,0	
Kühlung mit elektrischer Wärmepumpe					
		PE-Kennwert	CO ₂ -Emissionsfaktor (CO ₂ -Äquivalent)		
Anteil Deckung Kühlbedarf	(Projekt)	100%	kWh/kWh	g/kWh	
Wärmequelle		Strom	2,6	680	
Jahreskälteleistungszahl					
Energiebedarf Raumkühlung		0,0	0,0	0,0	
Heizung, Kühlung, Warmwasser, Hilfs- und Haushaltsstrom					
		220,9	574,5	150,2	
Gesamt PE-Kennwert	574,5	kWh/(m ² a)			
Gesamtemission CO₂-Äquivalent	150,2	kg/(m ² a)		(ja/nein)	
Primärenergieanforderung	120	kWh/(m ² a)		nein	
Heizung, Warmwasser, Hilfsstrom (keine Haushaltsanwendungen)					
		0,6	1,7	0,4	
PE-Kennwert Haustechnik	1,7	kWh/(m ² a)			
Gesamtemission CO₂-Äquivalent	0,4	kg/(m ² a)			
Solarstrom					
		kWh/a	PE-Kennwert (eingespart)	CO ₂ -Emissionsfaktor	
projektierte Jahresstromerzeugung	Eigene Berechnung		kWh/kWh	g/kWh	
Kennwert			0,7	250	
PE-Kennwert: Einsparung durch erzeugten Solarstrom					
eingesparte CO₂-Emissionen durch Solarstrom					

Passivhaus-Projektierung

KLIMADATEN

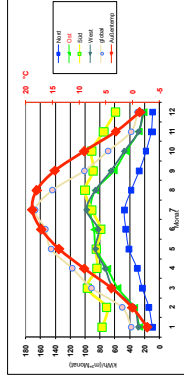
Standardklima/Regional: hier auswählen
 Regionale Klimadaten
 Bereich hier auswählen
 Österreich
 Regionales Klima hier auswählen:
 St. Graz

Objekt:
 Regionale Daten verwenden?
 Klima Objekt
 ausgewähltes Verfahren Heizwärme:
 Monatsdaten:
 Jahresdaten:
 Jahres-Klimadatensatz benutzen
 Ergebnisse:
 Heizwärme kWh/(m²·a)
 Heizlast W/m²

L1431-Maßklt
 Ja Nein
 St. Graz
 Jahresverf.fahren
 St. Graz
 Nein
 192,9 kWh/(m²·a)
 307,8 W/m²

Übersicht in Jahresverfahren

Hr	205	406
G	85	KK06a
Nord	105	kWh/(m ² ·a)
Öst	258	kWh/(m ² ·a)
Süd	527	kWh/(m ² ·a)
West	270	kWh/(m ² ·a)
Horizontal	364	kWh/(m ² ·a)



Monat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Heizlast	Wertf. 2	KORREKTURSTREIFUNG
Spez. Werte *	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31			
St. Graz				15,4		424	34,9			10,9					
Aufbauort	23	0,1	23	9,1	13,3	17,1	18,9	18,0	14,8	9,1	8,2	1,4		Strahlung/Wärm	W/m ²
Ort	10	14	23	30	41	45	47	35	27	18	11	9			26,5
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			100
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			200
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			300
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			400
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			500
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			600
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			700
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			800
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			900
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			1000
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			1100
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			1200
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			1300
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			1400
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			1500
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			1600
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			1700
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			1800
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			1900
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			2000
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			2100
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			2200
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			2300
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			2400
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			2500
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			2600
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			2700
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			2800
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			2900
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			3000
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			3100
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			3200
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			3300
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			3400
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			3500
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			3600
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			3700
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			3800
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			3900
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			4000
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			4100
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			4200
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			4300
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			4400
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			4500
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			4600
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			4700
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			4800
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			4900
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			5000
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			5100
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			5200
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			5300
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			5400
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			5500
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			5600
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			5700
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			5800
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			5900
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			6000
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			6100
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			6200
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			6300
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			6400
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			6500
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			6600
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			6700
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			6800
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			6900
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			7000
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			7100
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			7200
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			7300
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			7400
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			7500
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			7600
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			7700
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			7800
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			7900
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			8000
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			8100
Ort	27	34	58	70	85	88	83	85	61	45	28	21			8200
Ort															

Passivhaus-Projektierung

INTERNE WÄRMEGEWINNE Nichtwohngebäude

Objekt: L1d1-Max-Kt

Nutzung: Sonstige

Art der verwendeten Werte: Eigene Ermittlung

Eigene Ermittlung: 3,75 W/m² 3,8 W/m²

	Personen: EB-Fläche:	P m ²	Heizzeit: 204,5165 d/a	Anzahl der Personen größers als Projektiert in Blatt Nachweis	Grundfläche der Nutzungszone (m ²)	interne Wärmequellen Hilfsstrom:	Raumtemperatur: C	Nutzungsstunden im Jahr [h/a]	relative Anwesenheit	genutzt in Zeitraum (h/a)	mittlere Wärmeabgabe Personen (W)
Berechnung interne Wärme	Personen: EB-Fläche:	P m ²	Heizzeit: 204,5165 d/a	Anzahl der Personen größers als Projektiert in Blatt Nachweis	Grundfläche der Nutzungszone (m ²)	interne Wärmequellen Hilfsstrom:	Raumtemperatur: C	Nutzungsstunden im Jahr [h/a]	relative Anwesenheit	genutzt in Zeitraum (h/a)	mittlere Wärmeabgabe Personen (W)
	Auswahl	29,7	1039,66	30	Projektiert mit Personenanzahl bzw. die Grundfläche der Nutzungszone (Projektiert über Fläche nur, wenn Belegungsichte bei Nutzung hinterlegt ist). Pers./Fläche (1/0)	100	20	4056	1,00	8760	1389
Personen A	3	> 10 J, stehend, keine gültige Eingabe	keine gültige Eingabe	oder Personenanzahl bzw. Grundfläche eingeben	0,142857143	kein Standardwert	1,00	0	1,00	8760	0
Personen B	3	keine gültige Eingabe	keine gültige Eingabe	oder Personenanzahl bzw. Grundfläche eingeben	kein Standardwert	kein Standardwert	1,00	0	1,00	8760	0
Personen C	3	keine gültige Eingabe	keine gültige Eingabe	oder Personenanzahl bzw. Grundfläche eingeben	kein Standardwert	kein Standardwert	1,00	0	1,00	8760	0
Personen D	3	keine gültige Eingabe	keine gültige Eingabe	oder Personenanzahl bzw. Grundfläche eingeben	kein Standardwert	kein Standardwert	1,00	0	1,00	8760	0
Personen E	3	keine gültige Eingabe	keine gültige Eingabe	oder Personenanzahl bzw. Grundfläche eingeben	kein Standardwert	kein Standardwert	1,00	0	1,00	8760	0
Personen F	3	keine gültige Eingabe	keine gültige Eingabe	oder Personenanzahl bzw. Grundfläche eingeben	kein Standardwert	kein Standardwert	1,00	0	1,00	8760	0
Personen G	3	keine gültige Eingabe	keine gültige Eingabe	oder Personenanzahl bzw. Grundfläche eingeben	kein Standardwert	kein Standardwert	1,00	0	1,00	8760	0
Verdunstung (personenspezifisch)				30		-15	4056	4056	1,00	8760	-208
Beleuchtung / Arbeitshilfen / Hilfsstrom					Nutzenergie [kWh/a]				Verfügbarkeit	genutzt in Zeitraum (h/a)	mittlere Wärme- abgabe
Beleuchtung					46022				1,00	876	5254
Büroanwendungen (in them. Gebäudehülle)					183027				1,00	876	20894
Kochen (in them. Gebäudehülle)					0				0,50	876	0
Spülen (in them. Gebäudehülle)					0				0,30	876	0
Kühlen (in them. Gebäudehülle)					0				1,00	876	0
sonst. (in them. Gebäudehülle)					0				1,00	876	0
Hilfsgeräte (s. Blatt Hilfsstrom)					0				1,00	876	0
Wärmeverluste durch Kaltwasser (Berechnung in Spalte A1)					Jahr [d/a]				Verlust tagsüber [W]	genutzt in Zeitraum (d/a)	mittlere Leistung Kaltwasser
					0				0	365	0
Kaltwasser d. WC-Spülung					0				-12	365	0
Summe					W				W	W	W
Kenwert					27331				26,3	26,3	26,3
Wärmeangebot aus internen Quellen					kWh/(m²a)				kWh/(m²a)	kWh/(m²a)	kWh/(m²a)
					205				205	205	129

Passivhaus-Projektierung

NUTZUNG Nichtwohngebäude

Objekt: **Lidl-Markt**

Geographische Breite [°]: **47**

Nutzungsprofil		Nutzungs- und Betriebszeiten												
		Nutzung Beginn [h]	Nutzung Ende [h]	tägl. Nutzungsstunden [h/d]	jährliche Nutzungsstge [d/a]	jährliche Nutzungsstunden [h/a]	jährliche Nutzungsstunden zur Tagzeit [h/a]	jährliche Nutzungsstunden zur Nachtzeit [h/a]	Beleuchtungsstärke [lux]	Höhe der Nutzenebene (0.8 oder 0.0m)	Höhe der Nutzenebene (0.8 oder 0.0m)	relative Abwesenheit	Teilbetriebsfaktor der Gebäudebetriebszeit für Beleuchtung	mittlere Belegungsichte [m²/Person]
1	Verkaufsraum	7	20	13	312	4056	3392	664	400	0,8	0,80	0,00	1,0	7,0
2	Lager	7	20	13	312	4056	3392	664	180	0,8	0,80	0,50	0,5	30,0
3	Archiv	7	20	13	312	4056	3392	664	200	0,8	0,80	0,5	0,3	14,0
4	Sozialräume	7	20	13	312	4056	3392	664	200	0,8	0,80	0,5	0,3	7,0
5		0	0	0	0	0	0	0			0,80			
6		0	0	0	0	0	0	0			0,80			
7		0	0	0	0	0	0	0			0,80			
8		0	0	0	0	0	0	0			0,80			
9		0	0	0	0	0	0	0			0,80			
10		0	0	0	0	0	0	0			0,80			
11		0	0	0	0	0	0	0			0,80			
12		0	0	0	0	0	0	0			0,80			
13		0	0	0	0	0	0	0			0,80			
14		0	0	0	0	0	0	0			0,80			
15		0	0	0	0	0	0	0			0,80			
16		0	0	0	0	0	0	0			0,80			
17		0	0	0	0	0	0	0			0,80			
18		0	0	0	0	0	0	0			0,80			
19		0	0	0	0	0	0	0			0,80			
20		0	0	0	0	0	0	0			0,80			
21	Einzelbüro	7	18	11	250	2750	2543	207	500	0,80	0,80	0,30	0,70	10,00
22	Gruppenbüro	7	18	11	250	2750	2543	207	500	0,80	0,80	0,30	0,70	
23	Großraumbüro	7	18	11	250	2750	2543	207	500	0,80	0,80	0,00	1,00	15,00
24	Sitzung	7	18	11	250	2750	2543	207	500	0,80	0,80	0,50	1,00	2,00
25	Schalterhalle	7	18	11	250	2750	2543	207	200	0,80	0,80	0,00	1,00	
26	Einzelhandel / Verkauf	0	20	12	300	3600	2999	601	300	0,80	0,80	0,00	1,00	7,00
27	Klassenzimmer	8	15	7	200	1400	1398	2	300	0,80	0,80	0,25	0,90	2,00
28	Hörsaal	8	18	10	150	1500	1409	91	500	0,80	0,80	0,25	0,70	0,75
29	Bettenzimmer	0	24	24	365	8760	4407	4353	500	0,80	0,80	0,00	0,50	
30	Hotelzimmer	21	8	11	365	4015	755	3260	200	0,80	0,80	0,25	0,30	
31	Kantine	8	15	7	250	1750	1748	2	200	0,80	0,80	0,00	1,00	
32	Restaurant	10	0	14	300	4200	2404	1796	200	0,80	0,80	0,00	1,00	1,50
33	Küche in Nichtwohngebäuden	10	23	13	300	3900	2404	1496	500	0,80	0,80	0,00	1,00	
34	Küche Lager, Vorbereit.	7	23	16	300	3900	2404	1496	300	0,80	0,80	0,50	1,00	
35	WC, Sanitär	7	18	11	250	2750	2543	207	200	0,80	0,80	0,90	1,00	
36	sonstige Aufenthaltsräume	7	18	11	250	2750	2543	207	300	0,80	0,80	0,50	1,00	
37	Nebenflächen	7	18	11	250	2750	2543	207	100	0,80	0,80	0,90	1,00	
38	Verkehrsfläche	7	18	11	250	2750	2543	207	100	0,80	0,80	0,00	0,80	1,00
39	Lager, Technik	7	18	11	250	2750	2543	207	100	0,80	0,80	0,98	1,00	
40	Serverraum	0	24	24	365	8760	4407	4353	500	0,80	0,80	0,50	0,50	
41	Werkstatt	7	16	9	250	2250	2192	58	500	0,80	0,80	0,00	1,00	
42	Zuschauer	19	23	4	250	1001	55	946	200	0,80	0,80	0,00	1,00	
43	Theaterfoyer	19	23	4	250	1001	55	946	300	0,80	0,80	0,50	1,00	
44	Theaterbühne	13	23	10	250	2500	1253	1247	1000	0,80	0,80	0,00	0,60	
45	Messe, Kongress	13	18	5	150	1350	1260	90	300	0,80	0,80	0,50	1,00	
46	Ausstellung	10	18	8	250	2001	1850	151	200	0,80	0,80	0,00	1,00	
47	Bibliothek Lesesaal	8	20	12	300	3600	2999	601	500	0,80	0,80	0,00	1,00	
48	Bibliothek Freihand	8	20	12	300	3600	2999	601	200	0,80	0,80	0,00	1,00	
49	Bibliothek Magazin	8	20	12	300	3600	2999	601	100	0,80	0,80	0,90	1,00	
50	Sporthalle	8	23	15	300	4500	3002	1498	300	0,80	0,80	0,30	1,00	
51	Parkhaus	7	18	11	250	2750	2543	207	75	0,00	0,00	0,95	1,00	
52	Parkhaus öffentlich	9	0	15	365	5475	3290	2185	75	0,00	0,00	0,80	1,00	

Tabelle der Primärenergiefaktoren und CO ₂ -Äquivalent-Emissionsfaktoren von verschiedenen Energieträgern					
Energieart		Energieträger	PE (nicht regenerativ) kWh _{prim} /kWh _{End}	CO ₂ GEMIS 3.0 kg/kWh _{End}	
Brennstoffe	1	keine			
	2	Heizöl	1,1	0,31	
	3	Erdgas	1,1	0,25	
	4	Flüssiggas	1,1	0,27	
	5	Steinkohle	1,1	0,44	
	6	Holz	0,2	0,05	
	Strom	7	Strom-Mix	2,6	0,68
		8	Photovoltaik-Strom	0,7	0,25
Fernwärme	1	keine	0	0	
	2	StK HKW 70% KWK	0,8	0,24	
	3	StK HKW 35% KWK	1,1	0,32	
	4	StK HW 0% KWK	1,5	0,41	
	Gas-BHKW	5	Gas-BHKW 70%KWK	0,7	-0,07
		6	Gas-BHKW 35%KWK	1,1	0,13
		7	Gas-BHW 0%KWK	1,5	0,32
	Heizöl-EL-BHKW	8	Öl-BHKW 70% KWK	0,8	0,1
		9	Öl-BHKW 35% KWK	1,1	0,25
		10	Öl-BHW 0% KWK	1,5	0,41

Datenquelle: DIN V 4701-10/GEMIS 4.14

Wärmeerzeuger	
Nr.	Typ
1	keine
2	Brennwertkessel Gas
3	Brennwertkessel Öl
4	NT-Kessel Gas
5	NT-Kessel Öl
6	Stückholzfeuerung (direkte und indirekte Wärmeabgabe)
7	Pelletfeuerung (direkte und indirekte Wärmeabgabe)
8	Pelletfeuerung (nur indirekte Wärmeabgabe)
9	andere Biomasse-Wärmeerzeuger

Spülen	
Nr.	Typ
1	Warmwasseranschluß
2	Kaltwasseranschluß

Wäschetrocknen		Verfügbarkeit Strom	Verfügbarkeit Verdunstung
1	Wäscheleine	1	1
2	Trockenschrank (kalt!)	1	1
3	Trockenschrank (kalt!) in Abluft	0,9	0,9
4	Kondensationstrockner	0,7	0
5	Ablufttrockner Strom	1	1
6	Ablufttrockner Gas	1	1

Kochen		Anteil elektrisch
1	Strom	100%
2	Gas	0%