



Energetechnische und baubiologische Begleituntersuchung Passivwohnanlage Markartstraße

W. Wagner, A. Prein, M. Spörk-Dür, J. Suschek-Berger

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

68/2009

Impressum:

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

Verantwortung und Koordination:
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien
Leiter: Dipl.-Ing. Michael Paula

Weitere Informationen zu den Berichten aus dieser Reihe unter www.NachhaltigWirtschaften.at

Energietechnische und baubiologische Begleituntersuchung Passivwohnanlage Markartstraße

Ing. Waldemar Wagner
Andreas Prein, Bakk. rer. nat.
DI Monika Spörk-Dür
Mag. Jürgen Suschek-Berger

AEE - Institut für Nachhaltige Technologien

Gleisdorf, Dezember 2009

Ein Projektbericht im Rahmen der Programmlinie



Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften

Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

Auftragnehmer:

AEE – Institut für Nachhaltige Technologien

Feldgasse 19
A-8200 Gleisdorf

Ing. Waldemar Wagner
Tel.: ++43 / 3112 / 5886 28
Fax: ++43 / 3112 / 5886 18
E-Mail: office@aee.at
http://www.aee-intec.at



Kooperationspartner:

Österreichisches Ökologieinstitut

Seidengasse 13
A – 1170 Wien

Robert Lechner
Tel: ++ 43 / 1 / 523 61 05
Fax: ++ 43 / 1 / 523 58 43
e-mail: lechner@ecology.at
http://www.ecology.at



**Interuniversitäres Forschungszentrum für Technik,
Arbeit und Kultur – IFZ**

Schlögelgasse 2
A – 8010 Graz

Mag. Jürgen Suschek-Berger
Tel: ++ 43 / 316 / 813 909 31
e-mail: suschek@ifz.tugraz.at
http://www.ifz.tugraz.at



Vorwort

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

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

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

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

DI Michael Paula



Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien

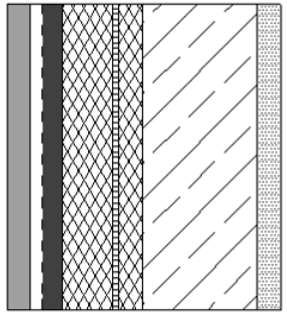
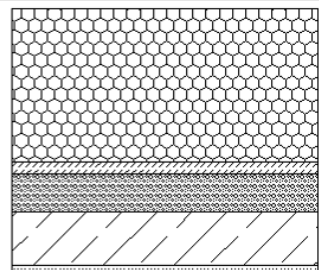
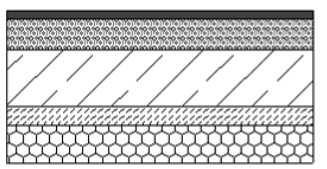
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

INHALT

1	KURZFASSUNG	1
2	ZIEL DES PROJEKTES	6
3	STANDORTINFORMATIONEN 7	
3.1	Übersichtskarten und Pläne	7
3.2	Geographische und klimatische Daten	8
4	BAUBESCHREIBUNG 8	
4.1	Grundrisse, Gebäudeschnitte und Ansichten	8
4.1.1	Architektur	8
4.2	Angaben der Energiebezugsflächen	9
4.3	Beschreibung der Bauweise des Bestandes	9
4.4	Durchgeführte Sanierungsarbeiten	10
4.4.1	Sanierung der Außenwände, Fenster und Balkone	10
4.4.2	Sanierung des Dach- und Kellerbereiches	11
4.4.3	Zusammenfassung aller durchgeführten Arbeiten	11
4.5	Gegenüberstellung charakteristischer Kenngrößen vor und nach der Sanierung	12
4.6	Darstellung von Anschlussdetails	12
4.7	Dezentrales Lüftungssystem	13
5	KONZEPT DER RAUMWÄRME – UND WARMWASSERVERSORGUNG	16
6	KOSTEN UND MEHRKOSTEN	16
7	BAUBESCHREIBUNG 16	
7.1	Zeitliche Daten	16
7.2	Beteiligte und Organisation des Bauablaufes	16
8	ERGEBNISSE QUALITÄTSSICHERNDER MAßNAHMEN	17
8.1	PHPP-Berechnung	17
8.2	Luftdichtheitstest	20
9	MESSTECHNIK UND MESSZIELE	21
9.1	Messdatenerfassung und -Verarbeitung	23
9.2	Messbeginn - Messperiode	23
10	MESSDATENAUSWERTUNG 24	
10.1	Konventionen	2
10.2	Bewertung des Heizwärmebedarfs	24
10.3	Komfortparameter	25
10.4	Energieverbrauch	34
10.4.1	Energiebilanz	34
10.5	Zusammenfassung der Messergebnisse und Fazit	41
11	DIE SOZIALWISSENSCHAFTLICHE ERHEBUNG	43
11.1	Beschreibung des Vorgehens	43
11.2	Interviews mit den BewohnerInnen	43
11.3	Ergebnisse der Fragebogenerhebung	45
11.3.1	Zufriedenheit mit der Lüftungsanlage	45
11.3.2	Informationen zur Lüftungsanlage	45
11.4	Interview mit dem zuständigen Bauleiter	45
11.5	Resümee aus sozialwissenschaftlicher Perspektive	47
12	FOTODOKUMENTATION	48
13	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	49
14	TABELLENVERZEICHNIS	49
15	QUELLEN	50
	ANHANG TQ-BEWERTUNG	50

1 Kurzfassung

Makartstraße Linz	
	
Allgemeine Projektbeschreibung	
Anschrift	Makartstraße 30 - 34, Richard- Wagner-Straße 6, A-4020 Linz
Gebäudetyp	Mehrfamilienwohnanlage, 4 Eingänge, 50 Wohneinheiten, Tiefgarage Wohnnutzfläche gesamt: 3.106 m ²
Bauweise	Massivbauweise, Erdgeschoß Niedrigenergiestandard, Stockwerke 1-4 Passivhausstandard
Bauträger	GIWOG Gemeinnützige Industrie-Wohnungsaktiengesellschaft
Konsulent	DI Domenig-Meisinger+ DI Kopeinig; Lang Consulting
Architektur	Architekturbüro ARCH+MORE ZT GesmbH
Technische Planung	Planungsteam E-Plus (Bauphysik, PHPP-Berechnung) Planungsteam E-Plus (HLK- Planung)
Gebäudekonzept	
Baukonstruktion und Sanierungsmaßnahmen	Gebäudebestand (1957): Außenwände aus Schüttdeton (U-Wert ca. 1,4 W/m ² K), Holzfenster Sanierung der Außenwände: vorgefertigtes Fassadensystem – passiv-solare Nutzung der Sonnenenergie (gap-solar Fassadensystem) Dacherneuerung, Dämmung der Keller- und Dachgeschoßdecken , thermische Einbindung des Balkons in die Fassade; Warmwasserbereitung: Ersatz der Gasthermen durch Fernwärmedurchlauferhitzer; Mechanische Lüftung

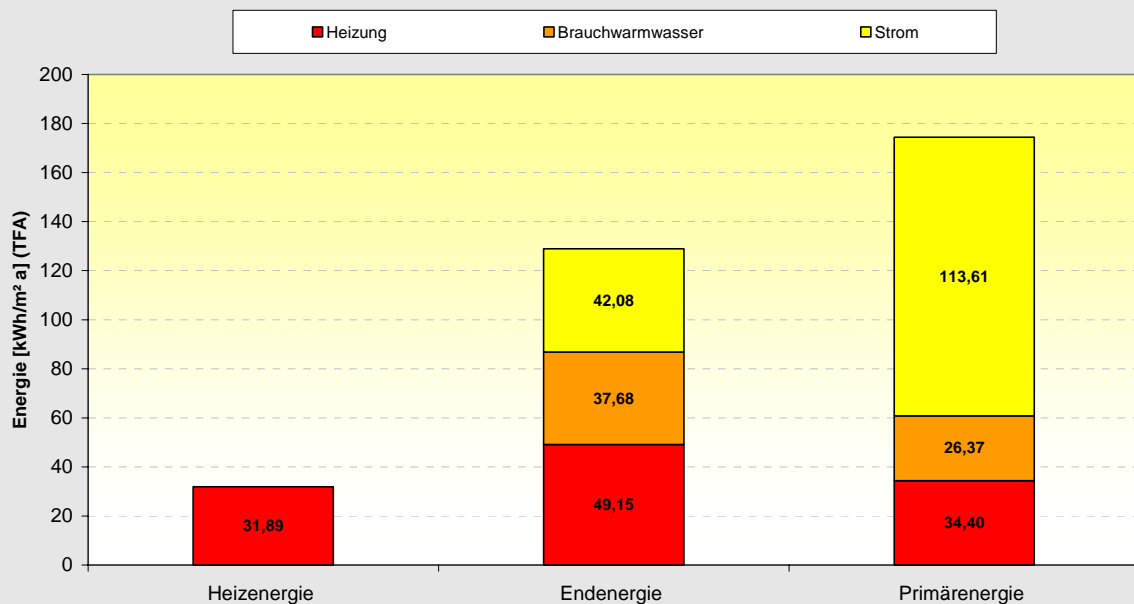
Makartstraße Linz			
Wandaufbau nach der Sanierung	Schichten	Dicke [cm]	U-Wert [W/m²K]
Außenwand mit Solarfassade 	Glasabdeckung Hinterlüftung Solarwabe Paneelrückwand Paneeldämmung Rückwand OSB Ausgleichsdämmung Schlackenbeton Putz	0,6-0,8 3,1 5,0 0,4 13,0 1,6 6,0 30,0 6,0	0,158
Oberste Geschoßdecke 	Steinwolle Estrich Schlacke Betondecke Putz	40,0 3,0 10,0 14,0 2,0	0,093
Kellerdecke 	Holzboden Schlacke Betondecke Porit Steinwolle	2,0 8,0 15,0 5,0 10,0	0,221
Sonstige U-Werte [W/m²K]	Fenster gesamt		0,86
Haustechnikkonzept			
Heizung/Warmwasser	Fernwärme-Übergabestation im Keller, 4-Leiter-System, Heizkörper mit Raumthermostat; Warmwasserbereitung über dezentrale Frischwasserstation in den Wohnungen		
Lüftung	Dezentrale Einzelraumlüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung (Kreuzstromwärmetauscher)		

Makartstraße Linz

Energetische Kenngrößen

Energiebezugsfläche (TFA) gesamt laut Plan (Makartstraße 30-34, Richard-Wagner-Straße 6) [m ²]	2.867	
Beheizte Brutto-Grundfläche (BGF _B) (Makartstraße 30-34, Richard-Wagner-Straße 6) [m ²] ¹	4.171	
Wenn nicht anders angegeben, handelt es sich bei den energetischen Kenngrößen um Messwerte oder aus Messwerten berechnete Kennwerte; die Messwerte beziehen sich wenn nicht anders angegeben auf die TFA aller Eingänge (Makartstraße 30-34, Richard-Wagner-Straße 6).		
Messjahr 1. Februar 2008 – 31. Jänner 2009		
Energiekennwert Heizwärme, berechnet laut PHPP [kWh/m ² a]	14,40	
Heizwärmeverbrauch, gemessen bei mittlerer Raumtemperatur, 3 Stränge Eingang Makartstraße 30 (5 Messwohnungen: Erdgeschoß (NEH) Stockwerke 1-4 (PH))TFA = 320 m ²) [kWh/m ² a]	31,89	
Heizwärmeverbrauch, temperatur- und klimabereinigt, 3 Stränge Eingang Makartstraße 30 (5 Messwohnungen TFA = 320 m ²) [kWh/m ² a]	28,35	
Der Stromverbrauch wurde in 15 Messwohnungen gemessen (Eingang Makartstraße 30) (TFA = 836,01 m ²)		
Gesamtstromverbrauch [kWh/m ² a]	42,08	
Haushaltsstromverbrauch [kWh/m ² a]	33,23	
Allgemeinstromverbrauch (Stiegenhausbeleuchtung, Lift) [kWh/m ² a]	4,61	
Technikstromverbrauch [kWh/m ² a]	3,18	
Lüftungsstromverbrauch [kWh/m ² a]	1,07	
Endenergiekennzahl [kWh/m ² a]	128,90 (TFA)	88,60 (BGF _B)
Primärenergiekennzahl [kWh/m ² a] ²	174,38 (TFA)	119,87 (BGF _B)

Heiz - , End - und Primärenergie
Makartstraße 1. Februar 2008 - 31. Jänner 2009



¹ Gemäß ÖNORM B 8110-6

² PEF Fernwärme = 0,7; PEF Strom = 2,7 lt. PHPP 2007

Makartstraße Linz

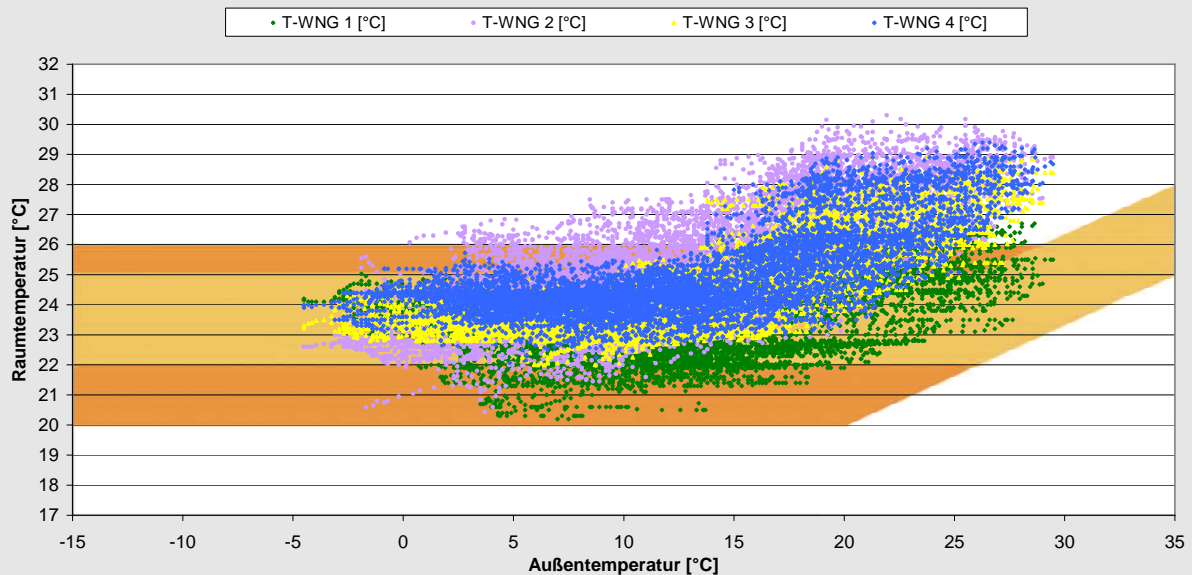
Der gemessene Heizwärmeverbrauch betrug für 5 Messwohnungen 31,89 [kWh/m²a] für den Messzeitraum 1. Jänner 2008 bis 31. Dezember 2008. Der Heizwärmebedarf und der Brauchwarmwasserbedarf wurden durch Fernwärme bereitgestellt. Der Endenergieverbrauch für Heizung betrug 49,15 [kWh/m²a] und für Brauchwarmwasser 37,68 [kWh/m²a]. Diese Werte beinhalten die Verteilverluste. Der Gesamtstromverbrauch betrug 42,08 [kWh/m²a] und teilt sich in Haushaltsstromverbrauch, Lüftungsstromverbrauch, Allgemiestromverbrauch und Technikstromverbrauch auf.

Für die Berechnung des Primärenergieverbrauchs aus dem Endenergieverbrauch wurden die Primärenergiefaktoren für Strom PEF = 2,7 und für Fernwärme PEF = 0,7 [PHPP 2007] verwendet.

Behaglichkeitsparameter

Mittlere Raumtemperatur in der Heizperiode ($T_{\text{außen}} < 15^{\circ}\text{C}$) [$^{\circ}\text{C}$] (WNG 1-4)	23,68
Mittlere Raumtemperatur im Sommer ($T_{\text{außen}} > 15^{\circ}\text{C}$) [$^{\circ}\text{C}$] (WNG 1-4)	26,04
Prozentanteil der Überhitzungsstunden ($T > 26^{\circ}\text{C}$) an der Gesamtjahresstundenanzahl [%] (WNG 1-4)	19,71

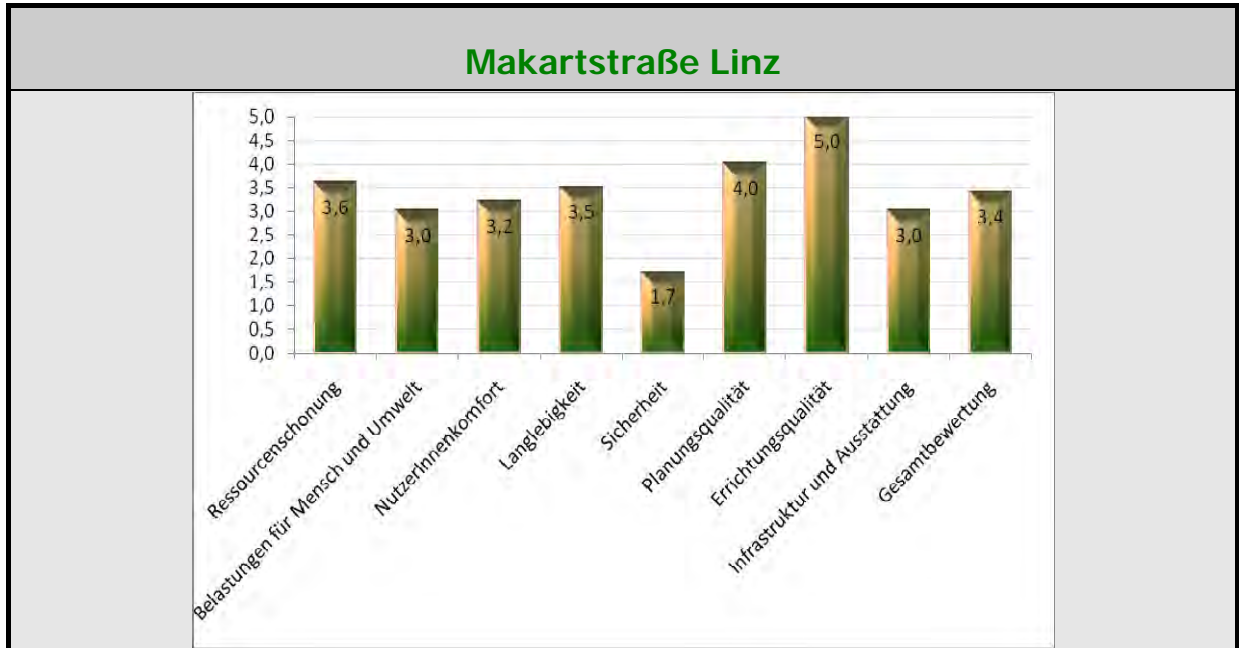
Temperaturkomfort im Innenraum - Makartstraße
Stundenmittelwerte 1. Februar 2008 bis 31. Jänner 2009



Die gemessenen Raumtemperaturen lagen für vier von fünf vermessenen Wohnungen größtenteils im behaglichen Bereich gemäß DIN 1946 – Teil 2. Die Wohnung im obersten Geschoß (WNG 5) wies sowohl im Sommer als auch im Winter sehr hohe Raumtemperaturen auf. Im Sommer traten in den Wohnungen 1-4 Temperaturen bis 30°C bzw. für die Wohnung im obersten Geschoß bis 32°C auf. Der Anteil der Überhitzungsstunden mit mittleren Raumtemperaturen über 26°C an der Gesamtjahresstundenanzahl betrug 34,5 % für alle Wohnungen bzw. 19,71 % bei Berücksichtigung der Wohnungen 1-4.

Fazit	<p>Der temperatur- und klimabereinigte Heizwärmeverbrauch im Projekt Makartstraße beträgt 28,35 [kWh/m²a]. Jedoch muß berücksichtigt werden, dass die Sanierung des Erdgeschoßes auf Niedrigenergiestandard und die Sanierung der Geschoße eins bis fünf auf Passivhausstandard durchgeführt wurde. Die Primärenergiekennzahl beträgt bezogen auf die TFA 174,38 [kWh/m²a] bzw. bezogen auf die BGF_B 119,87 [kWh/m²a].</p> <p>Auffallend am Projekt Makartstraße sind die hohen mittleren Raumtemperaturen in den Wintermonaten. Sie lagen 1°C bis 1,5°C über den Raumtemperaturen der übrigen untersuchten Projekte, wobei die Raumtemperaturen von WNG 5 nicht berücksichtigt wurden.</p>
-------	---

Makartstraße Linz	
Sozialwissenschaftliche Begleitforschung	
Vorgehen/Methodik	Schriftliche Befragung unter den BewohnerInnen durch das IFZ, qualitative Interviews mit BewohnerInnen zur Überprüfung der quantitativen Befragung, Interview mit dem für die Sanierung verantwortlichen Vertreter der zuständigen Wohnbaugenossenschaft, Herrn Ing. Alfred Willensdorfer.
Zufriedenheit	<p>Die Sanierung des Gebäudes in der Makartstraße wurde von den BewohnerInnen sehr begrüßt. Sie sind mit ihren Wohnungen, dem durch die Vergrößerung und Umwandlung der Balkone in Loggien neu gewonnen Wohnraum und den neuen schalldichten Fenstern sehr zufrieden.</p> <p>Mit der Lüftungsanlage in den Wohnungen kommen die BewohnerInnen recht gut zurecht, wenn sie auch berichten, dass sie keine großen Unterschiede bemerken, egal, auf welcher Stufe sie die Regelung der Lüftungsanlage eingestellt haben.</p> <p>Von mehreren befragten BewohnerInnen werden Überhitzungsprobleme im Sommer artikuliert, andere teilen diese Einschätzung wiederum überhaupt nicht. Die Nutzung der neuen Loggien ist für einige daher im Sommer nicht möglich. Auch Klagen wegen zu geringer Temperaturen im Winter werden vereinzelt geführt. Hier dürften sich – wie man aus den unterschiedlichen Einschätzungen entnehmen kann - die unterschiedlichen Lagen der Wohnungen im Gebäude auf das Behaglichkeitsempfinden auswirken.</p> <p>Das starke Verkehrsaufkommen in der Makartstraße stellt auch trotz der neuen schalldichten Fenster ein Problem dar.</p>
Information	An Informationen zum Passivhaus und zur Lüftungsanlage gab es mehrere MieterInnenversammlungen sowie einen Passivhausfolder in Lang- und Kurzform. Der Bauleiter stand auch während der Sanierung zu fixen Sprechstunden für die BewohnerInnen zur Verfügung. Diese Form der Informationsvermittlung ist sehr gut angekommen – auch, dass die Hausverwaltung bei Problemen mit der Lüftungsanlage rasch reagiert.
Resümee	Zusammenfassend kann zum sanierten Gebäude in der Makartstraße festgehalten werden, dass die Sanierung bei den BewohnerInnen gut angekommen ist. Es gibt allerdings doch einzelne Klagen bzgl. Überhitzungsproblemen in den Wohnungen.



TQB – Bewertung Zusammenfassung

Gesamteinschätzung	Mit der Passivhaussanierung Makartstraße wurde im sozialen Wohnbau eine Pionierleistung umgesetzt: Durch die Integration von Passivhaustechnologien (thermische Hülle, Lüftungsanlage) in ein Bestandsgebäude konnte nachgewiesen werden, dass auch im sozialen Wohnbau (energetisch) hochwertige Sanierungen möglich sind. Wird eine umfassende Gesamtbewertung nach TQB erstellt, fällt das Objekt gegenüber den parallel evaluierten Objekten jedoch deutlich ab (Gesamtnote 3,4). Der Hauptgrund dafür liegt darin, dass abseits der thermischen Hülle und Lüftungsanlage im Gebäudebestand nur wenige Maßnahmen gesetzt wurden.
Ressourcenschonung & potentielle Belastungen für Mensch und Umwelt	Die Umweltindikatoren der Passivhaussanierung sprechen für sich: Da die Primärstruktur des Gebäudes bereits vorhanden ist, fällt als „ökologischer Aufwand“ nur die Fassadenkonstruktion ins Gewicht. Im Bereich Ressourcenschonung ergibt dies im Zusammenspiel mit dem niedrigen Energieverbrauch eines Passivhauses natürlich eine sehr gute Bewertung (3,6).
NutzerInnenkomfort, Sicherheit, Langlebigkeit	Hier zeigen sich Schwächen einer partiellen Sanierung. Aspekte der Barrierefreiheit konnten nur geringfügig berücksichtigt (Bewertung Sicherheit: nur 1,7!) werden, der NutzerInnenkomfort konnte im Bereich des Schallschutzes und der Tageslichtversorgung nicht wesentlich gegenüber dem Bestand verbessert werden.
Standort und Ausstattung	Im Bereich Standort (4,0) und Ausstattung (2,0) liegt das Gebäude mit insgesamt 3,0 im Bereich der Neubauten.
Fazit	Die Passivhaussanierung Makartstraße erreicht bei den Kennzahlen und Bewertungen zum Energieverbrauch und zum ökologischen Aufwand sehr gute Werte. Gleichzeitig ist zu hinterfragen, inwieweit eine umfassendere Sanierung (z.B. Grundrisse, Innenausbau, Barrierefreiheit und Alltagstauglichkeit) nicht weitaus mehr zur Wertbeständigkeit des Objekts beigetragen hätte (die finanzielle Bedeckung vorausgesetzt).

Ausgewählte Umweltindikatoren für die Konstruktion (Errichtung der Fassadenkonstruktion)

Treibhauspotenzial / GWP	51 kg CO ₂ eq. / m ² BGF	Photochemische Oxidation	0,01 kg C ₂ H ₂ / m ² BGF
Primärenergieinhalt n.e.	986 MJ / m ² BGF	Eutrophierung	0,02 kg PO ₄ -eq/m ² BGF
Primärenergieinhalt ern.	211 MJ / m ² BGF	Versauerung	0,34 kg SO ₂ eq./m ² BGF

2 Ziel des Projektes

Ziel des Projektes ist eine energetische und baubiologische Untersuchung der im Rahmen der Programmlinie „Haus der Zukunft“ errichteten Gebäude, wobei auch die BenutzerInnenakzeptanz erhoben und dargestellt wird.

Die energietechnische Evaluierung soll im Zusammenhang mit den soziologischen Untersuchungen Aussagen über die Alltagstauglichkeit der Gebäude ermöglichen.

Dazu wird eine Energiebilanz über das gesamte Gebäude bzw. über die einzelnen Wohneinheiten mit speziellem Fokus auf den Heizwärmeverbrauch, den Warmwasserverbrauch, den Stromverbrauch für Haushalt und haustechnische Einrichtungen erstellt. Außerdem sollen die Komfortparameter Raumtemperatur und Raumfeuchte in repräsentativen Messwohnungen erfasst werden. Durch eine Klimabereinigung des Heizwärmeverbrauchs wird das tatsächliche Klima, welches durch Messung der Außentemperatur bzw. der solaren Einstrahlung erfasst wird, berücksichtigt.

Die soziologischen Untersuchungen erfassen mittels Fragebögen und persönlichen Befragungen die Zufriedenheit der NutzerInnen mit der Passivhaustechnologie und weiteren nutzerrelevanten Aspekten, sowie den Umgang mit Informationen zum Thema Passivhaus und den Umgang mit eventuell auftretenden Schwierigkeiten.

Weiters soll die ökologische Qualität der Gebäude durch die Materialwahl bzw. Maßnahmen während der Errichtung sowie in der anschließenden Nutzung des Gebäudes beurteilt werden. Mit Hilfe des TQ (Total Quality)-Planungs- und Bewertungstools soll jedes Gebäude einen ökologischen Ausweis bekommen, anhand dessen die Gebäude miteinander verglichen werden können.

Wichtig ist die Begleitung der Projekte über die Planungsphase und die Bauphase bis in die ersten zwei Nutzungsjahre hinein, um die Zusammenhänge zu verstehen, auftretende Probleme gleich zu erkennen und Anpassungen bzw. Verbesserungen durchführen zu können.

Zum Vergleich der Gebäude untereinander sowie mit anderen gemessenen Passivhäusern wird am Ende des Projektes ein Leitfaden erstellt.

Letztlich soll diese Evaluierung dazu beitragen, dass die Funktion ökologischer und energiesparender Gebäude auf einer fundierten Basis nachgewiesen wird und damit zu einer raschen und breiten Markteinführung beiträgt.

3 Standortinformationen

Der an der Makartstrasse 30-34 in 4020 Linz (vgl. und Abbildung 1) gelegene Wohnbau aus den fünfziger Jahren wurde im Rahmen einer umfangreichen Sanierungsaktion mit Ende 2006 energetisch auf den neuesten Stand der Technik gebracht.

Die im Besitz der Gemeinnützigen Industrie-Wohnungs-AG (GIWOG) befindliche Wohnanlage besitzt eine Wohnnutzfläche von 2.966 m², die sich auf 50 Einheiten in fünf Stockwerken verteilen. Im Jahr 2006 erhielten die PlanerInnen für die Architektur der neu sanierten Anlage den Energy Globe Award, den Energy Star sowie den Staatspreis für Architektur und Nachhaltigkeit.

3.1 Übersichtskarten und Pläne



Abbildung 1 Lage des Grundstückes [herold.at]

3.2 Geographische und klimatische Daten

Linz: Geographische Länge: 14° 18'
 Geographische Breite: 48° 17'
 Meereshöhe (Stadtzentrum): 263 m ü.M.

Tabelle 1: Normklimawerte Linz

Monat	Mittlere Außen-temperatur ¹⁾ [°C]	Monatssumme Globalstrahlung auf horizontale Flächen ¹⁾ [kWh/m ² Monat]	Heiztage 20/12 ²⁾ [Tage]	Heizgradtage 20/12 ²⁾ [°C]
Januar	-1,92	28,33	31,00	633
Februar	0,44	41,15	28,02	528
März	4,81	78,26	29,03	430
April	9,41	122,22	20,07	251
Mai	14,95	149,05	6,02	63
Juni	16,56	147,81	1,04	13
Juli	19,52	168,63	0,20	2
August	18,78	137,15	0,30	3
September	14,58	96,12	4,07	44
Oktober	9,96	59,31	20,03	239
November	4,28	29,65	29,05	471
Dezember	0,87	21,25	31,00	591
Jahr	9,4	1078,93	202,80	3267

¹⁾ Quelle PHPP

²⁾ Quelle ZAMG Klimadaten von 1971 - 2000

4 Baubeschreibung

4.1 Grundrisse, Gebäudeschnitte und Ansichten

4.1.1 Architektur

Der Baukörper der Wohnhausanlage Makartstraße ist Ost-West ausgerichtet, wobei die Südseite des Gebäudes an das Nachbargebäude angebaut wurde. Der gesamte Baukörper hatte an allen Seiten Balkone, die jedoch vor der Sanierung durch das hohe Verkehrsaufkommen kaum genutzt wurden. An der Ostseite des Gebäudes wurden die Fenster aus Schallgründen kaum geöffnet.

Aus Gründen der noch gut erhaltenen Baussubstanz sollte das Bauwerk saniert und damit wieder in einen wettbewerbsfähigen Zustand gebracht werden. Aufbauend bzw. vergleichend zu einer bereits existierenden konventionellen Sanierungsplanung, die unter dem Aspekt einer kostengünstigen Sanierung durchgeführt wurde, wurde das neue Projekt unter die Perspektive eines nachhaltigen und ökologischen Gesamttsanierungskonzeptes mit Einbindung innovativer Sanierungsmethoden zur maximalen Energieeinsparung bei gesteigerter Nutzungsqualität gestellt.

Eine vorgehängte Fassade wird zur neuen Außenhaut und zum Informationsträger für das Thema Energie und Sanierung.

4.2 Angaben der Energiebezugsflächen

Tabelle 2: Übersicht der Wohnnutzflächen der messtechnisch erfassten Wohnungen

	Wohnnutzfläche [m ²]	Energiebezugsfläche TFA [m ²]
Wohnung 1	47,30	47,30
Wohnung 2	50,6	49,28
Wohnung 3	50,6	49,28
Wohnung 4	50,6	49,28
Wohnung 5	50,6	49,28

Bei den Messwohnungen handelt es sich um fünf übereinanderliegende Wohnungen des Einganges Makartstraße 30, die über einen gemeinsamen Strang versorgt werden.

Berechnung der TFA (treated floor area)

[© Passivhaus Institut Darmstadt]

1. Zur Berechnung der TFA ist zunächst die thermische Hülle festzulegen. Sie wird durch die Außenoberflächen der wärmegeprägten Außenbauteile gebildet. Die thermische Hülle enthält alle beheizten Räume. Sie bildet zugleich die Bilanzgrenze für die Energiebilanz. In die TFA gehen nur Flächen innerhalb der thermischen Hülle ein.
2. Die TFA einer Wohnung oder eines Hauses ist die Summe der TFAs der zur Wohnung gehörenden Wohnräume. Als Wohnraum gelten alle Räume innerhalb einer Wohneinheit, die entweder oberirdisch gelegen sind oder deren Fensterfläche mindestens 10 % der Grundfläche ausmacht. Treppen mit mehr als 3 Stufen, Treppenabsätze und Aufzüge zählen nicht zum Wohnraum.
3. Keller, Technikräume u.ä. innerhalb der thermischen Hülle, die keine Wohnräume sind, werden zu 60% angerechnet.
4. Berechnung der Grundfläche:
 - a. Die Grundfläche eines Raumes wird aus den Rohbaumaßen ermittelt. Ein Abzug für Putz usw. ist nicht vorzunehmen.
 - b. Als Rohbaumaße sind die lichten Maße zwischen den Wänden anzusetzen ohne Berücksichtigung von Wandgliederungen, Wandbekleidungen, Fuß- und Scheuerleisten, Öfen, Heizkörpern usw.
5. Schornsteine, Pfeiler, Säulen usw. mit weniger als 0,1 m² Grundfläche werden nicht von der EBF abgezogen.
6. Tür- und Fensternischen werden nicht berücksichtigt
7. Schrägen:
 - a. Raumteile mit einer lichten Höhe von mindestens 2 Metern werden voll angerechnet.
 - b. Raumteile mit einer lichten Höhe von mindestens 1 und weniger als 2 Metern werden zur Hälfte angerechnet.

4.3 Beschreibung der Bauweise des Bestandes

Das 1957 errichtete Gebäude besitzt Außenwände aus Schüttnbeton-Mauerwerk mit einem U-Wert von ca. 1,4 W/m² K [Domenig-Meisinger I. et al. S.25]. Nachträglich wurde ein Austausch der ursprünglichen Holzfenster gegen Kunststofffenster mit 2-fach Isolierverglasung sowie die teilweise Dämmung der Kellerdecke vorgenommen. In Summe entsprachen die bestehenden Gebäudekomponenten jedoch nicht mehr dem heutigen Stand der Technik.

Die erforderliche Belüftung der Wohnungen mittels der straßenseitig gelegenen Fenster war durch die starke Lärm- und Schmutzentwicklung nur eingeschränkt möglich. Der Dachstuhl war als flachgeneigtes Kaltdach ausgeführt und mit verzinktem Blech gedeckt.

4.4 Durchgeführte Sanierungsarbeiten

Im Sanierungsprojekt wurde als vorrangiges Ziel die Modernisierung des bestehenden Altbaues auf Passivhausniveau bei gleichzeitiger Steigerung der Wohnqualität unter geringstmöglicher BewohnerInnenbeeinträchtigung während der Bauzeit festgelegt. Das modernisierte Objekt Makartstraße soll als Demonstrationsobjekt für die ökologische und energieeffiziente Sanierung von Altbauten dienen. Das Erdgeschoß wurde als Niedrigenergiehaus konzipiert, da die niedrige Kellerhöhe eine ausreichende Dämmung verhinderte. Die übrigen Stockwerke wurden in Passivhausqualität geplant. Die Gebäudehülle wurde für Erdgeschoß und Stockwerke 1-4 gleich ausgeführt.

4.4.1 Sanierung der Außenwände, Fenster und Balkone

Die Sanierung der Außenwände erfolgte mittels eines vorgehängten Fassadensystems der Firma gap-solar, das fabrikfertig in großflächig vorgefertigten Holzelementen auf die Baustelle geliefert wurde. Der Einbau der neuen Fenster sowie die Integration der Luftkanalführung und der Stromversorgung in die Fassadenelemente wurde bereits werksseitig durchgeführt. Folglich konnte eine hohe Qualität bei einer deutlichen Senkung der Bauzeit erreicht werden. Abbildung 2 zeigt die Montage der vorgefertigten Fassadenelemente mittels Kranwagen. Die angelieferten Fassadenelemente werden an der zuvor montierten Lattung fixiert



Abbildung 2 Montage der vorgefertigten Fassadenelemente [architekturpreis]

Das gap-solar Fassadensystem beinhaltet das innovative Konzept der passiven solaren Nutzung. Das Kernstück des Systems ist eine spezielle Wabe, die hinter einer Glasscheibe sitzt, wodurch die Sonnenstrahlung in die Fassade aufgenommen werden kann und der effektive Unterschied zwischen Innenraum- und Außentemperatur verringert wird.

Dieses Konzept funktioniert bei direkter als auch bei diffuser Sonneneinstrahlung, weshalb auch die Nordseite des Gebäudes auf diese Art ausgeführt wurde.

Die vormals kaum nutzbaren Balkone und Loggien wurden allseitig eingehaust und in die thermische Umhüllung des Gebäudes integriert. Durch diese Maßnahme wurden einerseits die frei ausragenden Balkonplatten thermisch umhüllt und andererseits die Wohnnutzfläche jeder Wohneinheit um 1,43 m² vergrößert.

Die Fenster wurden mit einer Dreifach-Verglasung mit einem U-Wert von $0,86 \text{ W/m}^2\text{K}$ und integriertem Sonnenschutz ausgeführt. Die Außenscheibe ist aktivbeschichtet und verfügt über eine Selbstreinigungsfunktion. In der folgenden Abbildung 3 ist der Wärmeverlauf sowie Detailansichten des Fassadenpaneels von gap-solar ersichtlich.

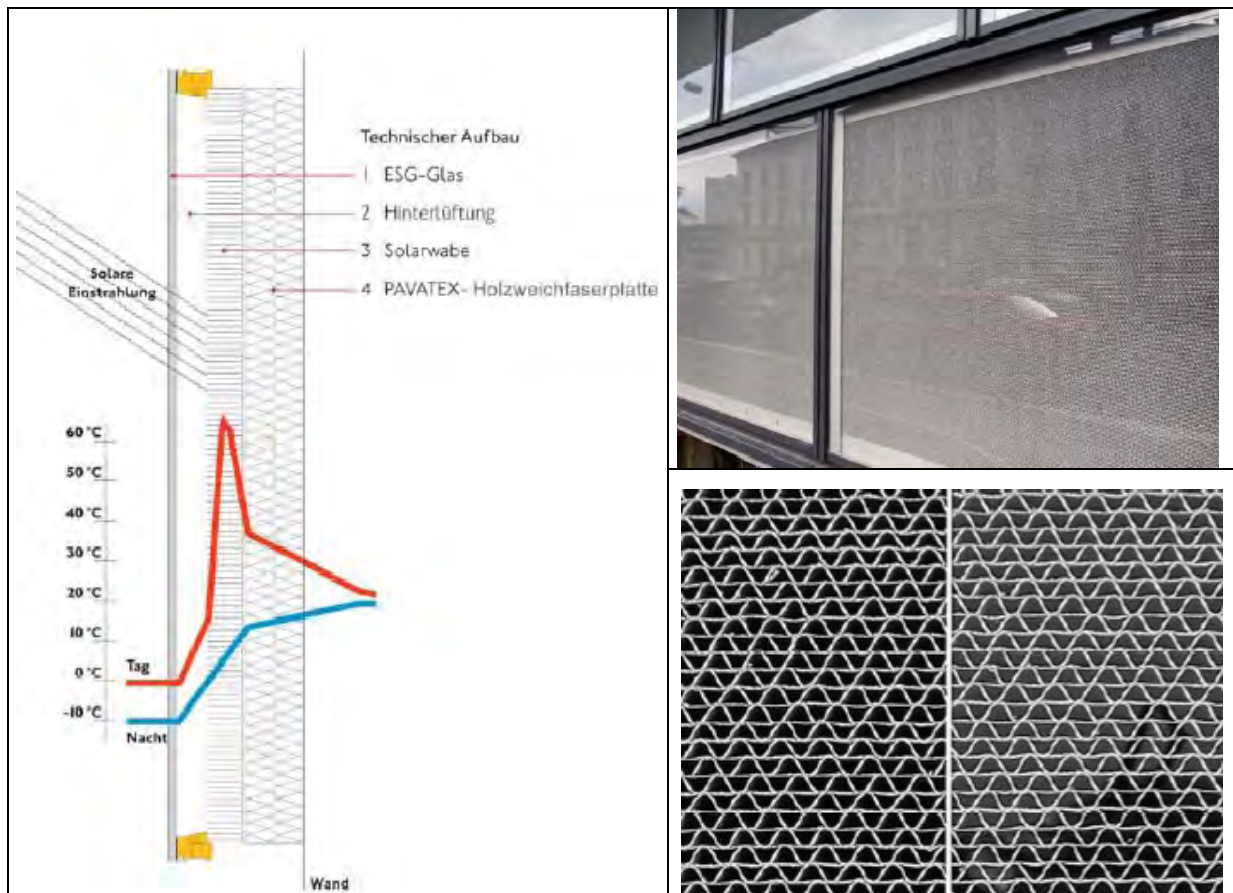


Abbildung 3 Wärmeverlauf sowie Detailansichten des Fassadenpaneels [gap-solar]

4.4.2 Sanierung des Dach- und Kellerbereiches

Im Bereich des Daches und der Kellerdecke wurde optimiert gedämmt. Probleme in diesem Bereich gab es bei der Ausführung der Luftdichtheit, da durch die beschränkte Zugänglichkeit im Keller- bzw. Dachbereich diverse bestehende Durchführungen nicht geschlossen werden konnten. Darüber hinaus konnten durch die Vorgabe, die MieterInnen in ihren Wohnungen während der Sanierung so wenig wie möglich zu belasten, auch die bestehenden Putztürchen zu den Kaminszügen bzw. diverse Elektroverrohrungen, die durch die Wohnungseinheiten in die Stiegenhäuser führen, nicht ausreichend abgedichtet werden.

4.4.3 Zusammenfassung aller durchgeführten Arbeiten

[Domenig-Meisinger I. et al., S. 29]

- Dacherneuerung
- Isolierung Kellerdecken- und Dachgeschossdecken
- Erneuerung der Elektroinstallationen in den Allgemeinräumen
- Einbau von Liften
- Verlegung des Gehsteiges
- Längsparker statt Schrägparker
- Modernisierung zum Passivhaus
- Balkonvergrößerung / thermische Einbindung in die Fassade / Wohnraumerweiterung
- Wohnungseingangstüren neu - T30

- Warmwasseraufbereitung statt Gastherme - Fernwärmedurchlauferhitzer
- Gap-Solarfassade
- Kontrollierte Einzelwohnraumlüftung
- Kellertüren T30
- Kellerboden sanieren
- Verstärkung der Stromanspeisung
- Einfriedung des Grundstückes nach Fertigstellung der Sanierung

Kontrollierte Wohnraum Be- und Entlüftung:

- Jeder Aufenthaltsraum hat ein Lüftungsgerät
- 3 Stufensteuerung
- Stromverbrauch 3-8 Watt
- Wärmerückgewinnung ca. 70%
- Bad / Dusche trocken rasch, hohe Luftfeuchtigkeit wird vermieden

Die Ergänzungsheizung:

- Durch Heizkörper mit Raumthermostat
- Individuelle Raumtemperaturen sind möglich
- Betrieb bei Abwesenheit in der Heizperiode
- Vorhandener Anschluss der Fernwärme bleibt bestehen

4.5 Gegenüberstellung charakteristischer Kenngrößen vor und nach der Sanierung

Tabelle 3: Thermische Bewertung der Konstruktion laut Planung [gap-solar, S.2]

Energetische Kenndaten	Vor Sanierung	Nach Sanierung
Heizwärmebedarf	Ca. 179 kWh/m ² a	14,4 kWh/m ² a
Heizlast	Ca. 118 W/m ²	11,3 W/m ²
Heizwärmebedarf Gesamt	Ca. 500.000 kWh/a	45.000 kWh/a
Heizenergieeinsparung		455.000 kWh/a
U-Wert Außenwand	Ca. 1,2 W/m ² K	0,082 W/m ² K (mit Solareintrag)
U-Wert Dach	Ca. 0,9 W/m ² K	0,094 W/m ² K
U-Wert Kellerdecke	Ca. 0,7 W/m ² K	0,21 W/m ² K
U-Wert Fenster	Ca. 3,0 W/m ² K	0,86 W/m ² K
Beheizte Fläche	2.755,68 m ²	2866 m ²
CO ₂ Ausstoß pro Jahr	160.000 kg CO ₂ /a	14.000 kg CO ₂ /a
Lüftung	Keine	Einzelraumlüftung WRG 73%

4.6 Darstellung von Anschlussdetails

Vorraussetzung für die Realisierung von Gebäuden in Passivhausniveau sind nicht nur der sehr gute Wärmeschutz aller Bauteile der Gebäudehülle im Regelquerschnitt, sondern auch die Wärmebrückenfreiheit aller Bauteilanschlüsse.

Ein weiterer Schwerpunkt im Passivhausbau liegt bei der Planung luftdichter Bauteilanschlüsse, um den Passivhaus-Grenzwert der Luftdichtheit n_{50} von $0,6h^{-1}$ und damit eine Reduktion der Wärmeverluste durch In- und Exfiltration um den Faktor 4 bis 6 gegenüber durchschnittlichen Neubauten zu erreichen. Diese Luftdichtheit konnte aus den unter Abschnitt 4.4.2 beschriebenen Gründen nicht erreicht werden.

Im Bericht 21/2007 der Berichte aus Energie und Umweltforschung des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie [Domenig-Meisinger I. et al.] sind Anschlußdetails dargestellt.

4.7 Dezentrales Lüftungssystem

Das mechanische Belüftungskonzept in der sanierten WHA Makartastraße basiert auf dezentralen Einzelraumlüftungsanlagen. Hauptentscheidungskriterium für diese Art von Lüftungskonzept war die kurze Montagezeit und der Entfall von Leitungsrohren zur Luftführung.

Nach umfassender Marktstudie und Vergleichsmessungen fiel die Entscheidung, Einzelraumlüftungsgeräte Typ M-WRG-S der Firma Meltem einzubauen (siehe Abbildung 4 und Tabelle 4).

Tabelle 4: Herstellerdatenblatt Meltem M-WRG-S [Meltem]

	M-WRG-Standard
Luftleistung m ³ /h	15/30/60
Leistungsregelung	Dreistufig
Wärmeüberträger	Kreuzstromplattenwärmetauscher
Wärmerückgewinnungsgrad [%]	75
Motor Zuluft-/ Abluftventilator	EC-Gleichstromradiator
Leistungsaufnahme [W]	4/6/14
Stromaufnahme max. Ventilatoren	0,06 A
Strom-Anschlussleitung	3x 1,5mm ² oder 2x 1,5 mm ²
Betriebsspannung [V/ Hz]	230/ 50
Schalldruckpegel Unterputz (Lp in dB (A) 10m ²)	20/25,5/36
Schalldruckpegel Aufputz (Lp in dB (A) 10m ²)	23/25,5/35
Normalschalldifferenz Unterputz/Aufputz [D _{n,e,w} in dB]	50
Gewicht [kg]	11,5
Aussenluft-/Fortluftstutzen [DN]	100
Geräteabmessung (H/B/T Unterputz) [mm]	409x388x66
Geräteabmessung (H/B/T Aufputz) [mm]	409x388x196
Filter Zuluft (Filterqualität/ Filterfläche in m ²)	
Standard	G 4/3,6
Allergikerfilter (optional)	F 7/3,2
Aktivkohlefilter (optional)	F 6/1,2
Filter Abluft (Filterqualität/ Filterfläche in m ²)	
Standard	G 4/3,6
Filterwechselanzeige (über Angabeleistung Motor)	Ja
Kondensatorentleerung notwendig	Nein
Vollautomatische Verschlussklappensteuerung inkl. Sicherheitsschließvorrichtung bei Not-Aus	Ja
Automatische Verschlusseinrichtung bei Stromausfall	Ja
Betriebsanzeige	Ja
Frostschutzsicherung	Ja
Feuchteregelung	Nein
Luftqualitätsregelung (CO ₂)	Nein
Temperaturregelung	Nein
Div. Lüftungsprogramme (Tag/Woche)	Nein
Fernbedienung	Nein
LC-Display	Nein
Bauaufsichtliche Zulassung (DIBt) Erteilt	(Z-51.3-138)

Die nachfolgende Abbildung 4 zeigt den Aufbau eines solchen Einzelraumlüftungsgeräts M-WRG der Firma Meltem.

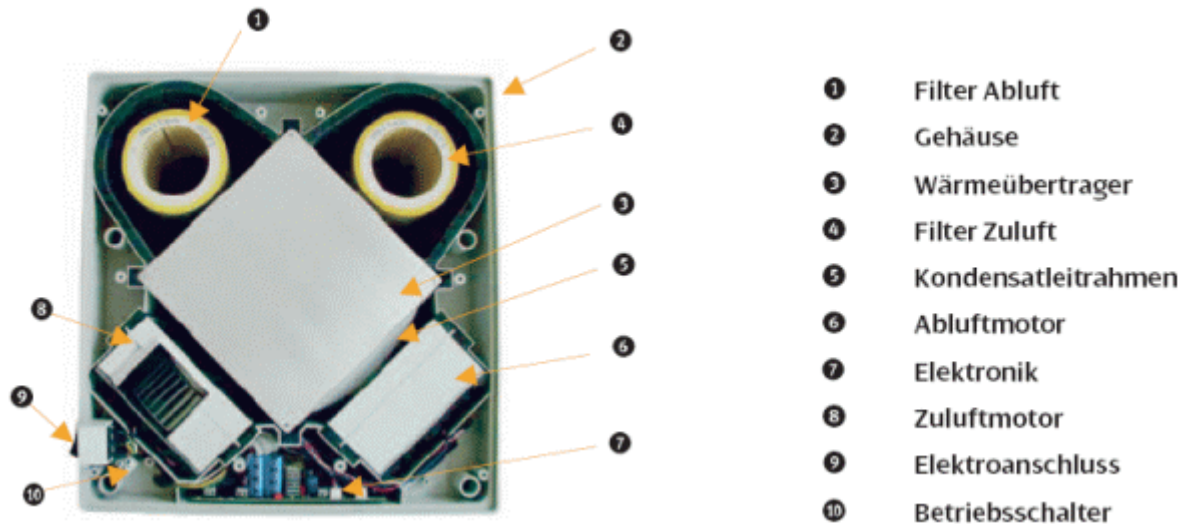


Abbildung 4 Aufbau des Einzelraumlüftungsgerätes M-WRG der Firma Meltem [Meltem]



Abbildung 5 Darstellung des Einzelwohnraumlüftungssystems für drei unterschiedliche Wohnungstypen [Domenig - Meisinger I. et. al.]

In Abbildung 5 ist das Konzept der dezentralen Belüftung dreier unterschiedlicher Wohnumtypen in der Makartstrasse dargestellt. Je nach Grundriss kommen ein bis maximal

drei Einzellüftungsgeräte zum Einsatz, die direkt neben dem Fenstersturz an den Außenwänden montiert werden.

5 Konzept der Raumwärme – und Warmwasserversorgung

Durch den gut erhaltenen Zustand der Wärmeerzeugung (Übergabestation der Fernwärme Linz im Keller) sowie des Heizungs- als auch des Stromnetzes bleiben diese Gebäudekomponenten weitestgehend unberührt. Alle sich in den Wohnungen befindlichen Heizkörper wurden mit Thermostatventilen ausgetauscht, und die Heizungsvorlauftemperatur wurde reduziert.

Im bestehenden Gebäude wurde die Warmwasserbereitung dezentral über Gasdurchlauferhitzer bewerkstelligt, welche in einem Passivhaus wegen der Luftdichtheit und der daher zu geringen nachströmenden Verbrennungsluft (25 m³ Luft pro Stunde bei 21 kW Durchlauferhitzerleistung) nicht erlaubt sind.

Dies führte dazu, dass das bestehende Wärmeerzeugungs- und Verteilnetz komplett saniert und auf Warmwassererzeugung mittels Fernwärme umgestellt werden musste. Neue Anschlüsse mussten von der Fernwärmeübergabestation im Keller in die Wohnungen verlegt werden.

6 Kosten und Mehrkosten

In der für die Austriaanierung der Oberösterreichischen Wohnbausanierungsverordnung 2005 eingeführten Passivhausförderung wird für die Rückzahlung von Darlehen ein erhöhter Annuitätzuschuss gewährt, dessen Ausmaß mit 40 Prozent auf die maximale Dauer von 25 Jahren gewährt wird. Als Passivhauskriterium wird der nach den Berechnungsmethoden des Österreichischen Institut für Bautechnik (OIB) ermittelte jährliche Heizenergiebedarf von maximal 15 kWh/m²a herangezogen.

Durch die Förderung der innovativen Mehrkosten ist es möglich, dass für die MieterInnen keine finanziellen Mehrbelastungen entstehen.

Tabelle 5: Projektgesamtkosten (inkl. Nebenkosten) pro m² Wohnnutzfläche excl. MWSt. Wohnnutzfläche alt 3.106,11 m² [Domenig-Meisinger I. et.al., S.58]

Projekt Makartstraße Wohnnutzfläche 3.106.11 m ²	Konventionelle Sanierung	Sanierung auf Passivhaus
Kosten 608,68	€/m ²	774,00€/m²

7 Baubeschreibung

7.1 Zeitliche Daten

Planungsbeginn	Januar 2005
Spatenstich	August 2005
Fertigstellung	August 2006

7.2 Beteiligte und Organisation des Bauablaufes

Bauträger	GIWOG Gemeinnützige Industrie – Wohnungs - AG
Planer	Architekturbüro ARCH+MORE Domenig – Meisinger + Kopeinig Konsulent
Bauphysik PHPP	Planungsteam E-Plus
Konsulent	Lang Consulting
Haustechnik / Planung	Planungsteam E-Plus

8 Ergebnisse qualitätssichernder Maßnahmen

Die Durchführung qualitätssichernder Maßnahmen war ein wichtiger Bestandteil der Projektplanung und Ausführung. Unter anderem wurden detaillierte Berechnungen mit dem Passivhaus-Projektierungs-Paket (PHPP) sowie Luftdichtheitstests vorgenommen.

8.1 PHPP-Berechnung

Zum Nachweis der Passivhausgrenzwerte (spezifischer Heizwärmebedarf, Primärenergiebedarf, maximale Heizlast) wurde das Passivhaus-Projektierungspaket (PHPP) des PHI (Passivhausinstitut) Darmstadt eingesetzt. [Feist W.]

Für die Berechnung wurde die Innentemperatur auf 20°C für die gesamte Energiebezugsfläche normiert und die internen Wärmequellen auf einen Standardwert von 2,1 W/m²a festgelegt. Die Gebäudedichtheit wurde für einen Drucktest mit dem passivhausüblichen Grenzwert von $n_{50}=0,6 \text{ h}^{-1}$ angenommen.

Ein wichtiger Bestandteil der Berechnungen stellte die Einbeziehung der Auswirkungen von Verschattungseffekten der Nachbargebäude sowie passive solare Mindererträge an der Nordseite auf den Wärmedurchgang durch die Solarwabenfassade dar. Ein vom PHI (Passivhausinstitut) in Darmstadt unter der Leitung von Herrn DI Rainer Pflüger entwickeltes Zusatztool ermöglicht die Einbindung der Auswirkungen einer Solarwabenfassade in der PHPP Berechnung.

Im Zuge der Planungsphase wurden die Auswirkungen einzelner Komponenten der Sanierung wie z.B. der Solarfassade oder Fenstertypen untersucht. Die Ergebnisse sind in Tabelle 6 zusammengefasst.

Tabelle 6: Tabellenübersicht - Teilergebnisse PHPP - Berechnung [Domenig - Meisinger I. et. al., S.46]

Gebäudetyp/ Berechnung		Heizwärmebedarf [kWh/m ² a]	Heizlast [W/m ²]
1.	Gebäude gesamt mit Solarwabenfassade (GAP)	18,6	14,1
2.	Gebäude gesamt wie 1. nur Nordfassade ohne Solarwabenfassade	18,8	14,1
3.	Gebäude gesamt komplett ohne Solarwabenfassade	20,3	14,4
4.	Gebäude ohne Erdgeschoss mit Solarwabenfassade (GAP)	15,4	13,2
4A.	Mit verbesserter Luftdichtheit von 1,0 auf 0,6-fach/Stunde sowie Luftwechsel von 0,38-fach/Stunde auf 0,3-fach/Stunde reduziert	12,7	11,1
4a.	Mit verbesserter Luftdichtheit von 1,0 auf 0,6-fach/Stunde	13,7	11,5
4b.	Wie 4a. + Eliminierung der Wärmeverluste an Nachbarwohnungen	13,7	10,8
4c.	Wie 4b. + Verbesserung der Wärmerückgewinnung von 75% auf 85%	11,5	10,0
5.	Gebäude ohne Erdgeschoss ohne Solarwabenfassade	16,7	13,4

In Abbildung 6 sind die wichtigsten Kenngrößen der PHPP-Berechnung für die Ausführungsvariante der Sanierung in der Makartstraße angegeben.

Kennwerte mit Bezug auf Energiebezugsfläche			
Energiebezugsfläche:	2345,0	m ²	
	Verwendet:	Jahresverfahren	PH-Zertifikat: Erfüllt?
Energiekennwert Heizwärme:	14	kWh/(m ² a)	15 kWh/(m ² a) ✓
Drucktest-Ergebnis:	0,60	h ⁻¹	0,6 h ⁻¹ ✓
Primärenergie-Kennwert (WW, Heizung, Hilfs- u. Haushalts-Strom):	132	kWh/(m ² a)	120 kWh/(m ² a) ✓
Primärenergie-Kennwert (WW, Heizung und Hilfsstrom):	50	kWh/(m ² a)	
Primärenergie-Kennwert Einsparung durch solar erzeugten Strom:		kWh/(m ² a)	
Heizlast:	11,3	W/m ²	
Übertemperaturhäufigkeit:		über	25 °C

Abbildung 6 Übersicht der spezifischen Kenngrößen nach PHPP
 [Domenig - Meisinger I. et. al. S.47]

Abbildung 7 zeigt das PHPP - Berechnungsblatt zur Ermittlung des Heizwärmebedarfs. Der errechnete, spezifische Heizwärmebedarf liegt bei 14,4 kWh/m²a, die maximale Heizlast bei 11,3 W/m² und der Primärenergiekennwert bei 132 kWh/m²a.

Passivhaus-Projektierung ENERGIEKENNWERT HEIZWÄRME

Klima: <input type="text" value="Linz"/> Objekt: <input type="text" value="GIWOG Makartstr..."/> Standort: <input type="text"/>	Innentemperatur: <input type="text" value="20,0"/> °C Gebäudetyp/Nutzung: <input type="text" value="Wohngebäude"/> Energiebezugsfläche A _{EB} : <input type="text" value="2345,0"/> m² Standard-Personenbelegung: <input type="text" value="80,0"/> Pers. pro m²
---	--

Bauteile	Temperaturzone	Fläche m²	U-Wert W/(m²K)	Temp.-faktor f _t	Q _t kWh/a	kWh/a	pro m² Energiebezugsfläche
1 Außenwand Außenluft	A	185,7	0,217	1,00	80,2	3231	
2 Außenwand Erdreich	B			0,50			
3 Dach/Decken Außenluft	D	65,3	0,188	1,00	80,2	986	
4 Bodenplatte	B			0,50			
5 Garagenwand Nachbar	B			0,50			
6 Eingangstüre Windfang	X	86,8	0,562	0,80	80,2	3131	
7 Decke gg kalten Dachboden	Y	773,0	0,093	0,80	80,2	4624	
8 Fenster	A	597,5	0,924	1,00	80,2	44310	
9 Fenster GAP FASSADE	A	1310,7	0,158	1,00	80,2	16646	
10 Außentür	A			1,00			
11 Wbrücken außen (Länge/m)	A	173,2	0,060	1,00	80,2	834	
12 Wbrücken Perimeter (Länge/m)	P			0,50			
13 Wbrücken Boden (Länge/m)	B			0,50			
Summe aller Hüllflächen		3019,0					

Transmissionswärmeverluste Q_T Summe **73761** kWh/a **31,5** kWh/(m²a)

Lüftungsanlage: effektiver Wärmebereitstellungsgrad der Wärmerückgewinnung η_{eff} <input type="text" value="73%"/> Wärmebereitstellungsgrad des Erdreichwärmelagers η_{evr} <input type="text" value="0%"/>	wirksames Luftvolumen V _L <input type="text" value="2345,0"/> m³ energetisch wirksamer Luftwechsel n _L <input type="text" value="0,321"/> 1/h $n_L = \eta_{eff} \cdot n_{L,Anlage} + \eta_{evr} \cdot n_{L,Erdreich}$
--	---

Lüftungswärmeverluste Q_L Summe **17190** kWh/a **7,3** kWh/(m²a)

Ausrichtung der Fläche 1. Ost 2. Süd 3. West 4. Nord 5. Horizontal	Reduktionsfaktor vgl. Blatt Fenster g-Wert (senkr. Einstr.) Fläche m² Globalstr. Heizzeit kWh/(m²a) kWh/a
---	---

Wärmeangebot Solarstrahlung Q_S Summe **31530** kWh/a **13,4** kWh/(m²a)

Ausrichtung der Fläche 1. Ost 2. Süd 3. West 4. Nord 5. Horizontal	Reduktionsfaktor vgl. Blatt Fenster g-Wert (senkr. Einstr.) Fläche m² Globalstr. Heizzeit kWh/(m²a) kWh/a
---	---

Wärmeangebot Solarstrahlung GAP FASSADE Q_G Summe **4116** kWh/a **1,8** kWh/(m²a)

Interne Wärmequellen Q _I Nutzungsgrad Wärmegewinne η_{IG} <input type="text" value="0,024"/>	Länge Heizzeit die <input type="text" value="105"/> h/a spezif. Leistung q _I <input type="text" value="2,10"/> W/m² A _{EB} <input type="text" value="2345,0"/> m² kWh/a
---	--

Interne Wärmequellen Q_I Summe **2417** kWh/a **10,3** kWh/(m²a)

Nutzungsgrad Wärmegewinne η_{IG} <input type="text" value="0,95"/>	Freie Wärme Q _F <input type="text" value="58617"/> kWh/a Verhältnis Freie Wärme zu Verlusten $Q_F / Q_V =$ <input type="text" value="0,86"/>
---	--

Wärmegewinne Q_G Summe **57075** kWh/a **24,3** kWh/(m²a)

Nutzungsgrad Wärmegewinne η_{IG} <input type="text" value="0,95"/>	Heizwärmebedarf Q _H <input type="text" value="33876"/> kWh/a 14,4 kWh/(m²a)
---	---

Grenzwert <input type="text" value="15"/> kWh/(m²a)	Anforderung erfüllt? <input type="text" value="ja"/>
---	--

Abbildung 7 PHPP-Berechnungsblatt Heizwärme [Domenig-Meisinger I. et al., S.48]

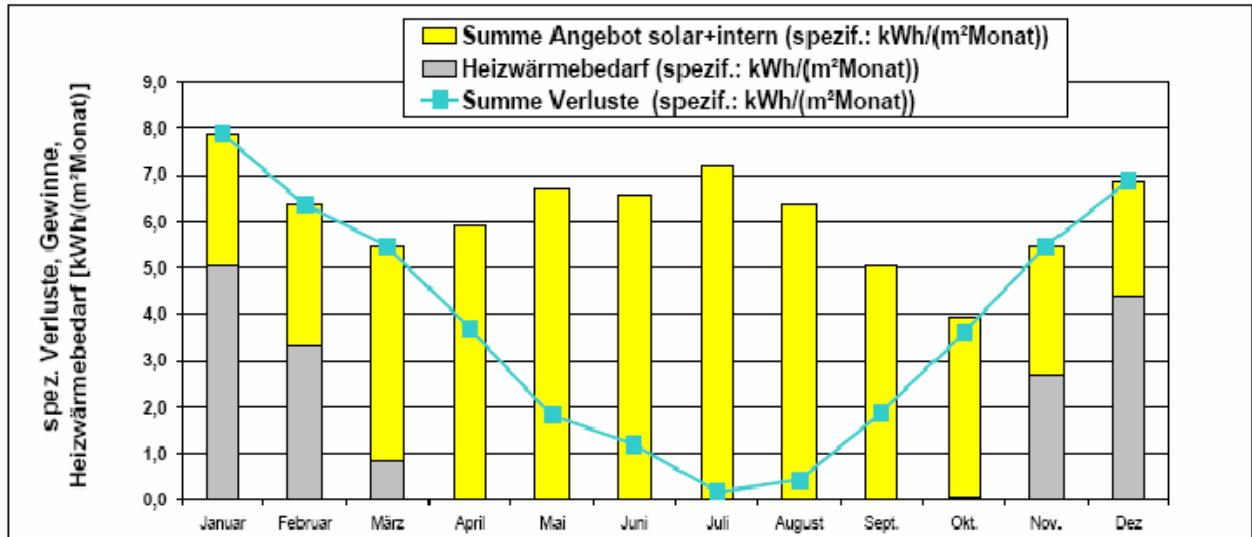


Abbildung 8 Rechnerischer Verlauf der spezifischen Verluste und Gewinne und des Heizwärmebedarfs im Monatsverfahren nach PHPP [Domenig-Meisinger I. et.al., S.50]

8.2 Luftdichtheitstest

Ein Blower Door Test durch das Amt der Oberösterreichischen Landesregierung ergab eine Luftdichtheit des Gebäudes kleiner als $1,30 \text{ h}^{-1}$. Der angestrebte Passivhausgrenzwert der Luftdichtheit von $0,6 \text{ h}^{-1}$ konnte somit aus den bereits unter Abschnitt 4.4.2 beschriebenen Gründen nicht erreicht werden.

9 Messtechnik und Messziele

Die folgende Beschreibung des Messprojektes betrifft jenen Teil des Gesamtmessprojektes, dessen Messwerte über den Messzeitraum 01. Februar 2008 bis 31. Jänner 2009 kontinuierlich aufgezeichnet und ausgewertet wurden.

Von den insgesamt 50 Wohneinheiten des Gebäudes Makartstraße wurden fünf zur messtechnischen Überwachung des Heizwärmeverbrauchs herangezogen. Diese Wohnungen befinden sich im Haus Makartstraße 30. Sie liegen übereinander und werden über drei gemeinsame Heizungsstränge versorgt. In diesen Wohnungen wurden auch Temperaturen sowie Raumfeuchtigkeiten gemessen und die Temperaturen der Lüftungsgeräte erfasst.

Insgesamt befinden sich 15 Wohnungen im Eingang Makartstraße 30. Der Haushaltsstromverbrauch aller 15 Wohnungen wurde über Stromzähler erfasst. Weiters wurde der Allgemeinstrom, der Strom für Haustechnik (Fernwärmepumpenstrom), der Strom für den Lift und für die Lüftungsgeräte erfasst.

Im Heizraum der Wohnhausanlage wurden der Heizwärmeverbrauch sowie der Warmwasserverbrauch der gesamten Wohnhausanlage gemessen.

Im Folgenden sind die Ziele der Messungen zusammengefasst.

Ziele der Basismessung:

- Gesamtendenergieverbrauch für das Gebäude kleiner 42 kWh/m² a
- Gesamtheizenergieverbrauch durchschnittlicher Wohnungen kleiner 15 kWh/m² a
- bei Einhaltung der Komfortparameter Raumtemperatur und Raumfeuchte
- Primärenergieverbrauch kleiner 120 kWh/m² a

Zusätzlich sollen folgende Detailergebnisse betrachtet werden:

- Brauch- Warmwasserverbrauch je m²
- Warmwasserverbrauch für Raumheizung je m²
- Darstellung des elektrischen Energieverbrauches der Wohnungen:
 - Haushaltsstrom für Kochen, Kühlen, TV, Licht,... (je m²)
 - Strom für Haustechnik
 - Allgemeinstrom (Waschküche, Beleuchtung, Lift...)
 - Tiefgaragenstrom

erfasste Messgrößen:

- Klimadaten: Globalstrahlung, Außentemperatur, Außenfeuchte
- Wärmemengen des Warmwasser- und Heizwasserverbrauchs (Heizraum)
- Elektrische Energieverbräuche: für Technik- und Haushaltsstrom (15 Wohnungen des Einganges Makartstraße 30)
- Messung der Temperatur, der relativen Feuchte und der Volumenströme von Zu- und Abluft der Lüftungsanlagen in 5 Messwohnungen des Einganges Makartstraße 30, zusätzlich in zwei Wohneinheiten auch die Frischlufttemperatur
- Komfortparameter in den einzelnen Räumen in fünf Messwohnungen des Einganges Makartstraße 30: Temperatur, rel. Feuchte

Messkonzept Makartstraße

Stand: 27.11.2007

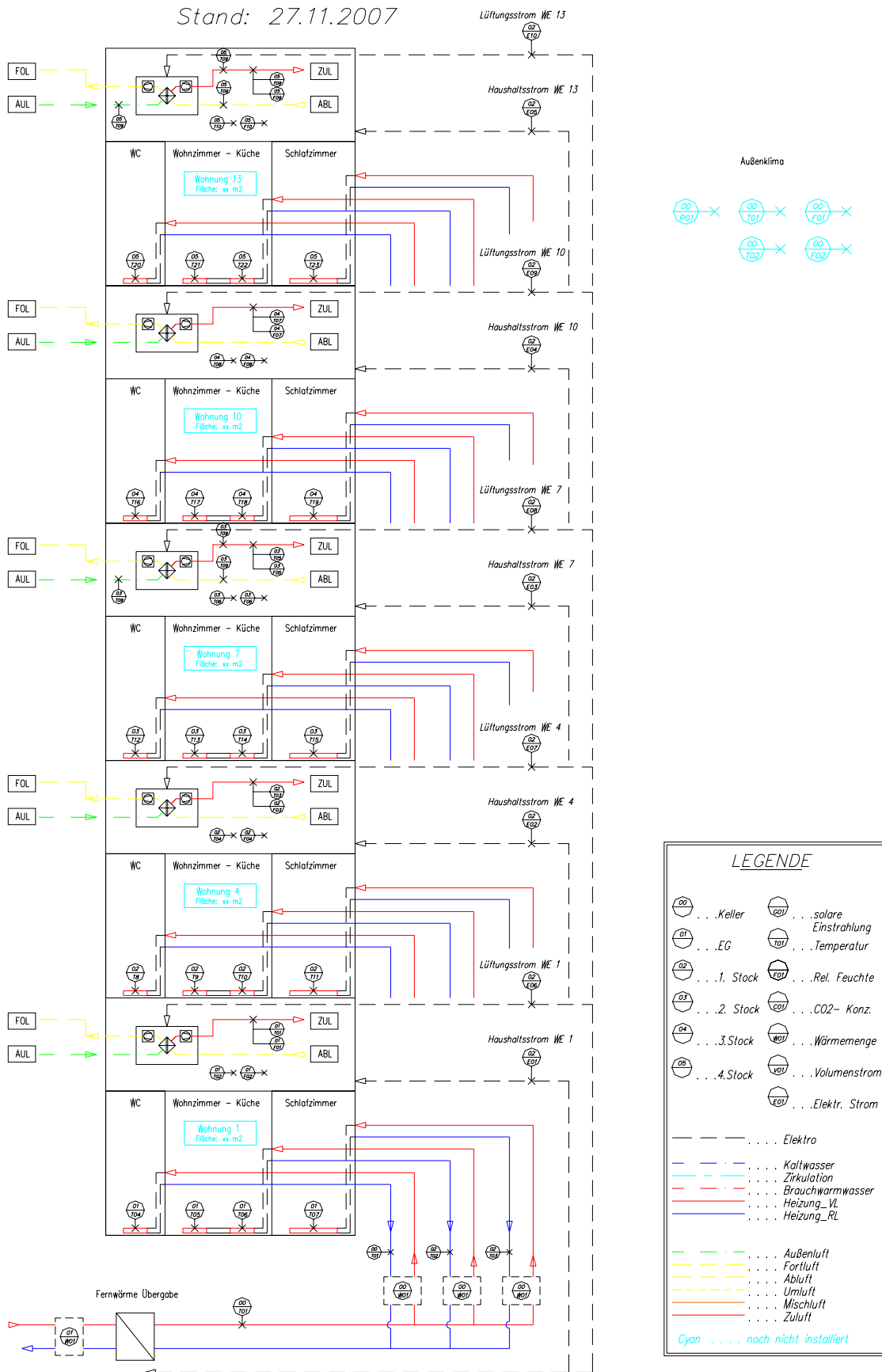


Abbildung 9 Messschema Makartstraße

9.1 Messdatenerfassung und -Verarbeitung

Ein EMC2000 Datenloggersystem wurde für die Datenerfassung des Verteilsystems verwendet. Für die Wohnungsdaten wurden ausschließlich Mobile Datenlogger eingesetzt.

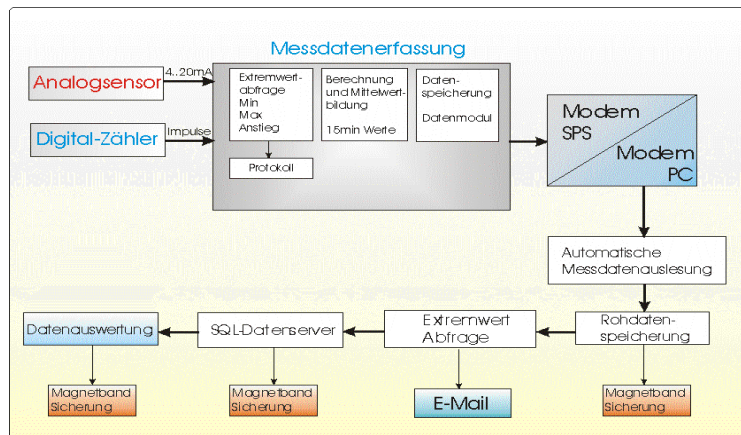


Abbildung 10 Schema der Datenaufzeichnung und Weiterverarbeitung

Abbildung 10 zeigt schematisch den Datenfluss vom Sensor über die Messdatenerfassung, die Datenübertragung mittels Modem, die Rohdatenspeicherung, die Übertragung auf den Datenserver und letztendlich die Datenauswertung.

9.2 Messbeginn - Messperiode

Die Messperiode, auf die sich dieser Bericht stützt, beginnt am 01. Februar 2008 und endet am 31. Jänner 2009.

Das Datenaufzeichnungssystem wurde am 23. Jänner 2008 in den Messwohnungen und Haustechnikräumen in Betrieb genommen.

10 Messdatenauswertung

Im folgenden Abschnitt werden die Messergebnisse in Grafiken und Tabellen dargestellt.

Aufgetretene Probleme werden anhand von Detailgrafiken abgebildet, deren Ursachen aufgezeigt und Verbesserungsvorschläge eingebracht.

10.1 Konventionen

Zur Auswertung des Primärenergieverbrauches wurden die in Tabelle 7 für Strom (Strom-Mix PE 2,7) und Gas-BHKW mit 70% Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) (PE 0,7) verwendet. Die Fernwärme der Linz AG wird durch ein Biomasseheizkraftwerk mit Kraft-Wärmekopplung und mehrere Gas- und Dampfturbinenanlagen mit Kraft-Wärmekopplung erzeugt.

Tabelle 7: Primärenergiefaktoren (PE) verschiedener Energieträger [PHPP 2007]

Energieart	Energieträger	PE (nicht regenerativ) kWh _{prim} /kWh _{End}
Brennstoffe	Heizöl	1,1
	Erdgas	1,1
	Flüssiggas	1,1
	Steinkohle	1,1
	Holz	0,2
Strom	Strom-Mix	2,7
	Photovoltaik-Strom	0,7
Fernwärme	StK HKW 70% KWK	0,8
	StK HKW 35% KWK	1,1
	StK HW 0% KWK	1,5
Gas-BHKW	Gas-BHKW 70%KWK	0,7
	Gas-BHKW 35%KWK	1,1
	Gas-BHW 0%KWK	1,5
Heizöl-EL-BHKW	Öl-BHKW 70% KWK	0,8
	Öl-BHKW 35% KWK	1,1
	Öl-BHW 0% KWK	1,5

Datenquelle: DIN V 4701-10/GEMIS 4.14

10.2 Bewertung des Heizwärmebedarfs

Der Heizwärmebedarf (HWB) kommt bei den im betrachteten Messjahr vorliegenden Wetterbedingungen und Raumtemperaturen zustande. Zur besseren Vergleichbarkeit wurde analog zur Vorgangsweise im CEPHEUS-Projekt der Heizwärmebedarf auf 20°C Raumtemperatur umgerechnet.

Dabei wird die durchschnittliche Raumtemperatur während der Heiztage der betrachteten Messperiode ermittelt und für die Berechnung mit dem Passivhausprojektierungspaket (PHPP) des Passivhausinstituts Darmstadt herangezogen (HWB_{PHPP,Tgemessen}). Außerdem wird mit dem Passivhausprojektierungspaket der Heizwärmebedarf bei 20°C (HWB_{PHPP,20°C}) berechnet. Für die Berechnung werden die gemessenen Klimadaten verwendet. Gemäß der folgenden Formel wird der gemessene Heizwärmebedarf (HWB_{gemessen}) auf 20°C umgerechnet.

$$HWB_{20^{\circ}C} = HWB_{gemessen} \cdot \frac{HWB_{PHPP,20^{\circ}C}}{HWB_{PHPP,T_r,gemessen}}$$

In einem weiteren Schritt wird analog zur Raumtemperaturnormierung der Heizwärmebedarf auf Standardklimadaten normiert.

Hierfür wird ein Norm- Klimadatensatz für Wien verwendet, der im Rahmen des EU Projektes „Promotion of European Passive Houses (PEP)“ für die Verwendung im Passivhausprojektierungspaket (PHPP) festgelegt wurde

Mithilfe der Formel

$$HWB_{20^{\circ}C,Standard_Wien} = HWB_{20^{\circ}C} \cdot \frac{HWB_{PHPP,20^{\circ}C,Standard_Wien}}{HWB_{PHPP,20^{\circ}C,Klima_gemessen}}$$

ergibt sich der auf 20 °C Raumtemperatur und das Standardklima von Wien genormte Heizwärmebedarf für den Standort Linz.

Das Ziel dieser Normierung liegt darin, unterschiedliche Projekte an unterschiedlichen Standorten anhand des Standardklimadatensatzes vergleichen zu können.

10.3 Komfortparameter

Abbildung 11 zeigt den Verlauf der Tagesmittelwerte der Raumtemperaturen, Raumfeuchten und der Außentemperatur für das Messjahr. Für die Erhebung der Messparameter wurden fünf Wohnungen ausgewählt. Die Wohnungen werden durch einen gemeinsamen Strang des Hauses Makartstraße 30 versorgt und in jedem Stockwerk wurde eine Wohnung vermessen. Die Behaglichkeitsgrenze für die Raumtemperatur beträgt gemäß DIN 1946 Teil 2 25°C. Bei hohen Außentemperaturen im Sommerbetrieb (bei Außentemperaturen kleiner 29°C) ist ein kurzzeitiger Anstieg der operativen Raumtemperatur bis 26°C gemäß Norm erlaubt.

Die Raumtemperaturen werden durch die großen Glasflächen und die innenliegende Verschattung mitbeeinflusst. Auch das MieterInnenverhalten wirkt sich auf die Komfortparameter aus. Durch gezielte Information der MieterInnen kann dieser Faktor gezielt beeinflusst werden (z.B. Lüftungsverhalten im Sommer).

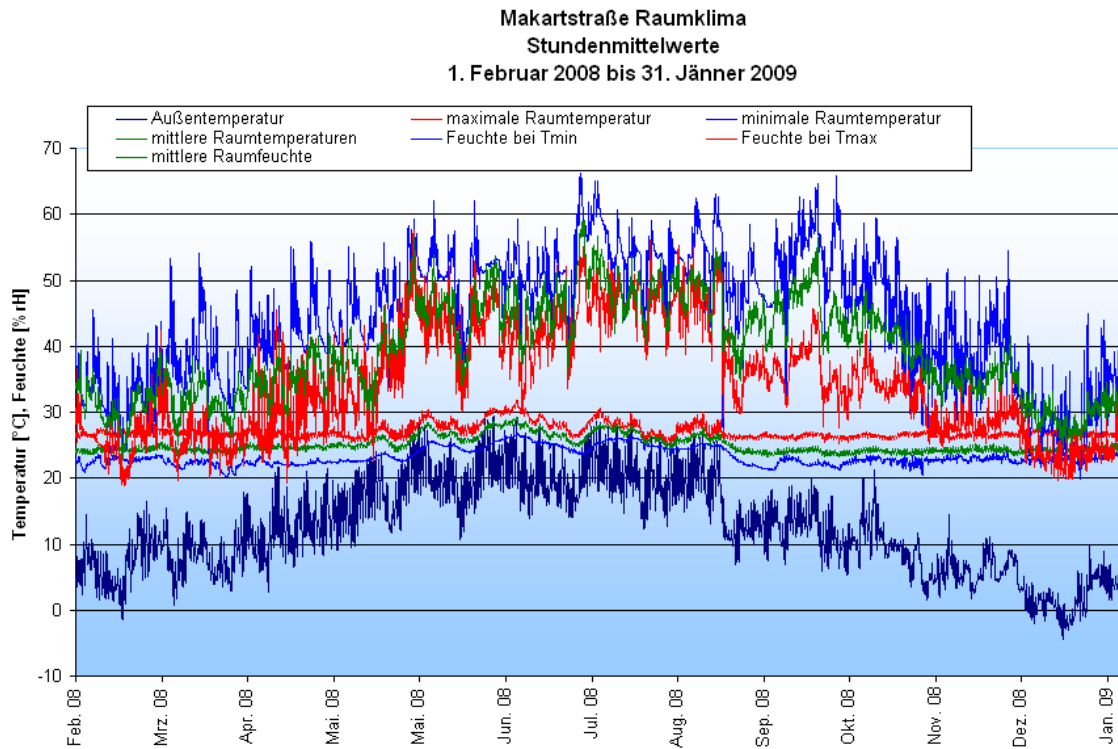


Abbildung 11 Raumtemperaturen, Raumfeuchtigkeit, Außentemperatur, Außenfeuchte Makartstraße 30, Stundenmittelwerte

Die Raumtemperaturen lagen bei diesen fünf Wohnungen in den Wintermonaten im Durchschnitt bei 24,29°C und in den Sommermonaten bei 26,28°C. Für die Wintermonate wurden die Raumtemperaturen bei Außentemperaturen <15°C gemittelt bzw. für die Sommermonate bei Außentemperaturen >15°C. Die relative Raumfeuchte gemittelt über alle Messwohnungen lag dabei in den Wintermonaten bei ca. 37% und in den Sommermonaten bei ungefähr 47%. In den Wintermonaten traten bei hohen Raumtemperaturen Raumfechtigkeiten unter 30% auf. Dies ist durch die Kurve Feuchte bei Tmax in Abbildung 11 ersichtlich.

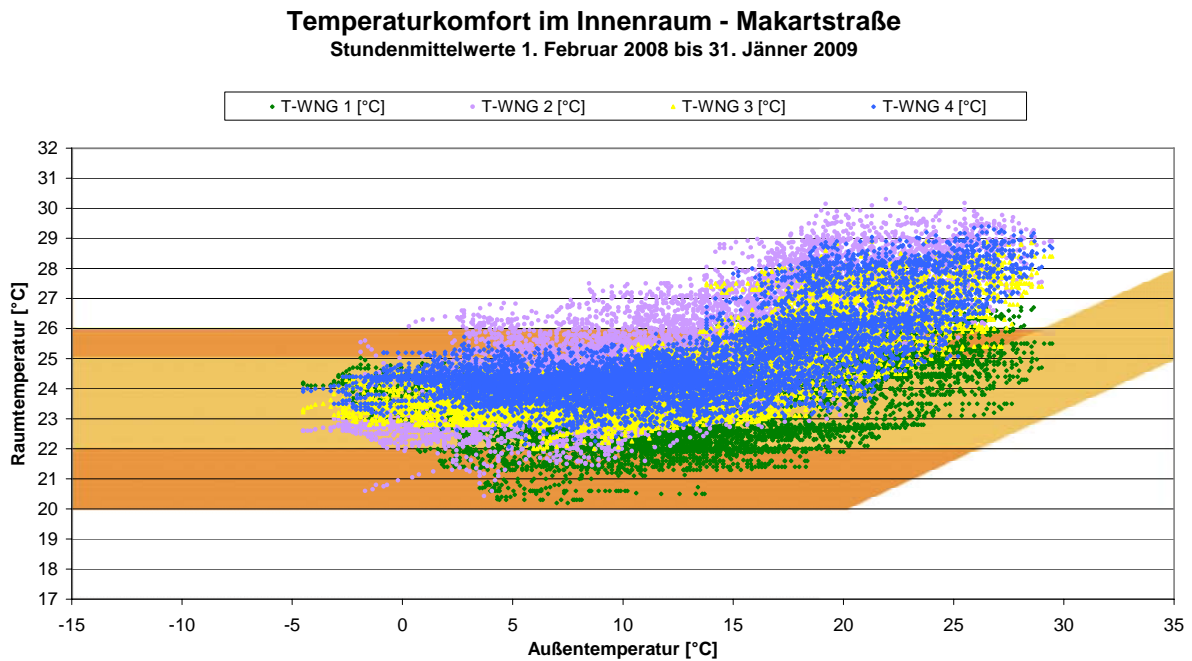


Abbildung 12 Verteilung der mittleren Raumtemperaturen in den Wohnräumen als Funktion der Außentemperatur für die Messperiode 01.02.2008 – 31.01.2009 als Stundenmittelwerte

Abbildung 12 zeigt die Raumtemperatur in den einzelnen Messwohnungen über der Außentemperatur. Für diese Auswertung wurden nur die Wohnungen eins bis vier herangezogen. Die Temperaturen von Wohnung 5 im Dachgeschoß lagen im Sommer und im Winter über 25°C.

Bei Außentemperaturen über 15°C liegen die Stundenmittelwerte der Raumtemperaturen der Wohnungen 2, 3 und 4 (WNG 2, 3, 4) vermehrt über 26°C. Die Raumtemperaturen von Wohnung 1 liegen selbst bei hohen Außentemperaturen im behaglichen Bereich. Dies ist zum Teil durch die höhere Verschattung im Erdgeschoß bedingt.

Abbildung 13 soll einen Überblick über die wichtigsten Temperaturkenngrößen im Messzeitraum 1. Februar 2008 bis 31. Jänner 2009 ermöglichen, wobei Wohnung fünf aufgrund der hohen Raumtemperaturen nicht berücksichtigt wurde. Am wärmsten Tag mit einer Außentemperatur von 29,5°C lag die über alle Wohnräume gemittelte Raumtemperatur bei 27,59°C. Am kältesten Tag lag die Außentemperatur bei -4,5°C und die mittlere Raumtemperatur bei 23,74°C. Dieser Wert liegt beachtenswert hoch. In der gesamten Heizperiode beträgt die über alle Wohnungen gemittelte Raumtemperatur 23,71°C. Insgesamt befand sich die mittlere Raumtemperatur 1728 Stunden über 26°C, was einem Anteil von 19,72% der Gesamtjahresstunden entspricht. Die Anzahl der Stunden unter 20°C ist 0. Die Überhitzung im Sommer soll in den nachfolgenden Grafiken genauer analysiert werden.

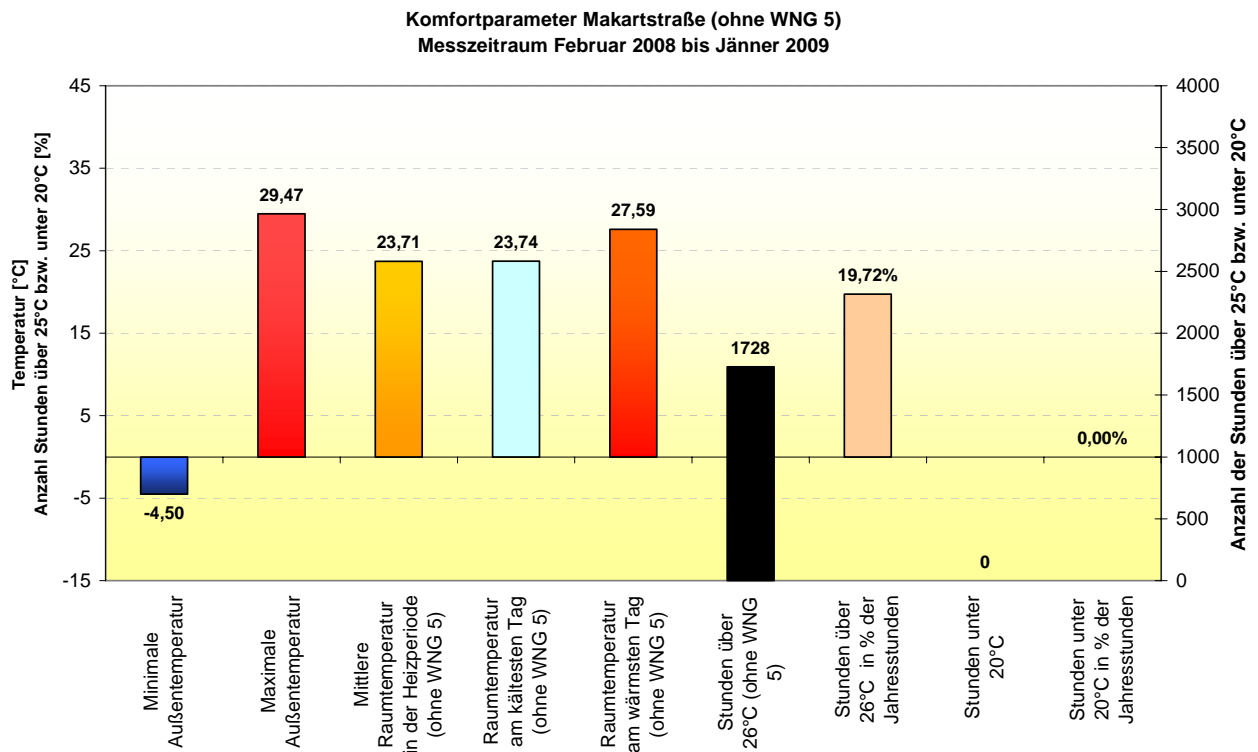


Abbildung 13 Übersicht über die gemessenen Temperaturdaten, Stundenmittelwerte

In Abbildung 14 sieht man, dass die Temperaturen in den Wohnungen bei Außentemperaturen von 29°C Maximalwerte von über 30 °C erreichen. Die hohen Temperaturen in Wohnung 5 sind einerseits auf das Nutzer Innenverhalten der BewohnerInnen zurückzuführen, und andererseits auf die ungünstige Lage der Wohnung im obersten Geschoss des Gebäudes. Weiters fällt auf, dass sich in den Wohnungen 2 bis 5 die Raumtemperaturen konstant über der 27°C Grenze bewegen. Einzig in Wohnung 1 liegt die Raumtemperatur nie über 27° C. Die Ursache hierfür liegt eventuell in geringeren Wärmeeinträgen durch die transparente Wärmedämmung im Erdgeschoß aufgrund von höherer Verschattung.

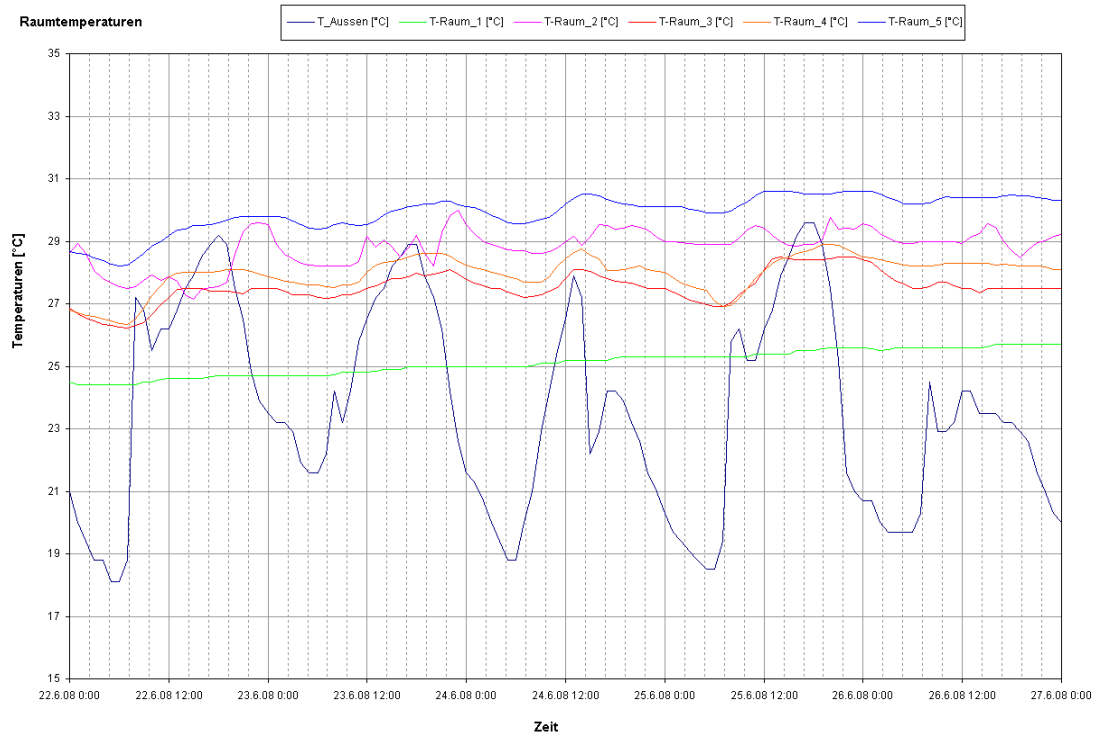


Abbildung 14 Raum- und Außentemperaturen im Zeitraum zwischen 22.Juni 2008 und 27.Juni 2008

In Abbildung 15 ist sehr gut erkennbar, dass sich die Raumtemperaturen der Wohnungen 2 und 3 beinahe immer über 27°C befinden und im Durchschnitt bei 28°C liegen. Die Raumtemperaturen der Wohnung 1 liegen im Bereich zwischen 24°C und maximal 26°C.

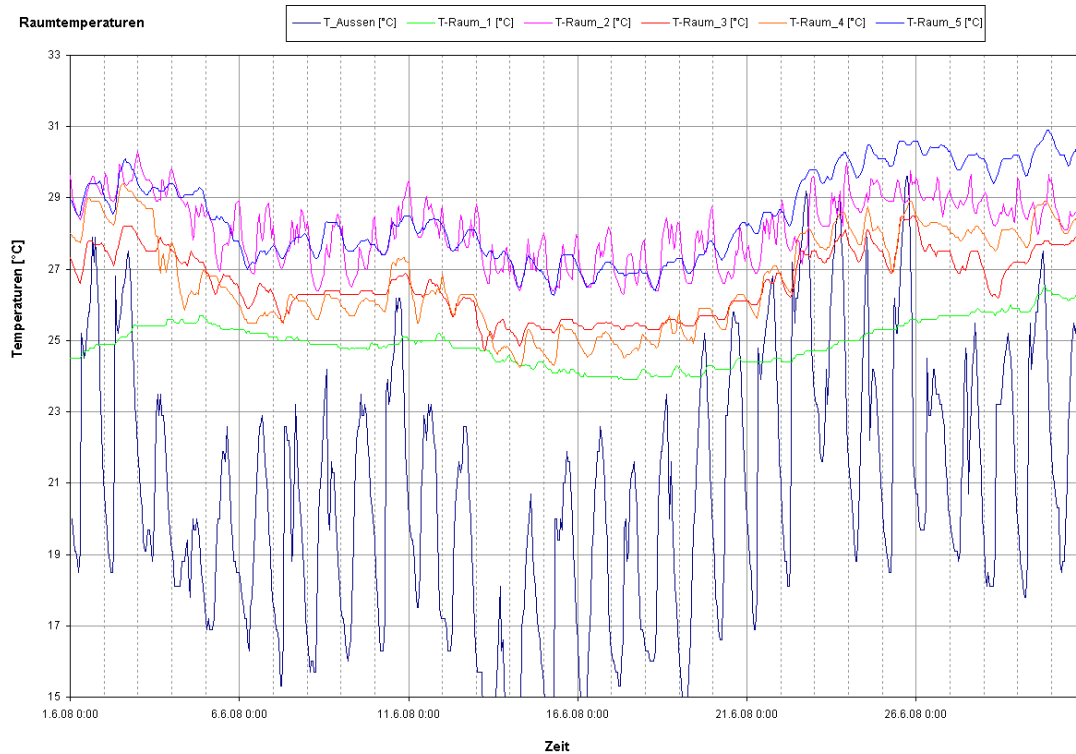


Abbildung 15 Raum- und Außentemperatur im Juni 2008

Für Abbildung 16 wurde die Übertemperaturhäufigkeit in den Messwohnungen dargestellt. Durch die Abbildung wird deutlich, dass in Wohnung 1 die Temperaturgrenze von 26°C nur zu 3% überschritten wird. Wohnung 2 überschreitet die Temperaturgrenze mit einer Häufigkeit von 37%, Wohnung 3 und 4 liegen gleich mit 19% Überschreitungshäufigkeit und Wohnung 5 überschreitet die Temperaturgrenze von 26°C zu 93,5%.

Um die Behaglichkeit in den Wohnungen bei kühlen Außentemperaturen bewerten zu können, ist in Abbildung 17 der Verlauf der Komfortparameter in einer Kaltperiode im Februar 2008 dargestellt.

Bei Außentemperaturen von 5°C bis knapp unter 0°C bleiben die Raumtemperaturen annähernd konstant. Das Temperaturniveau liegt je nach Wohnung zwischen 23°C und 27°C, was ein sehr hohes Temperaturniveau für die Heizperiode darstellt.

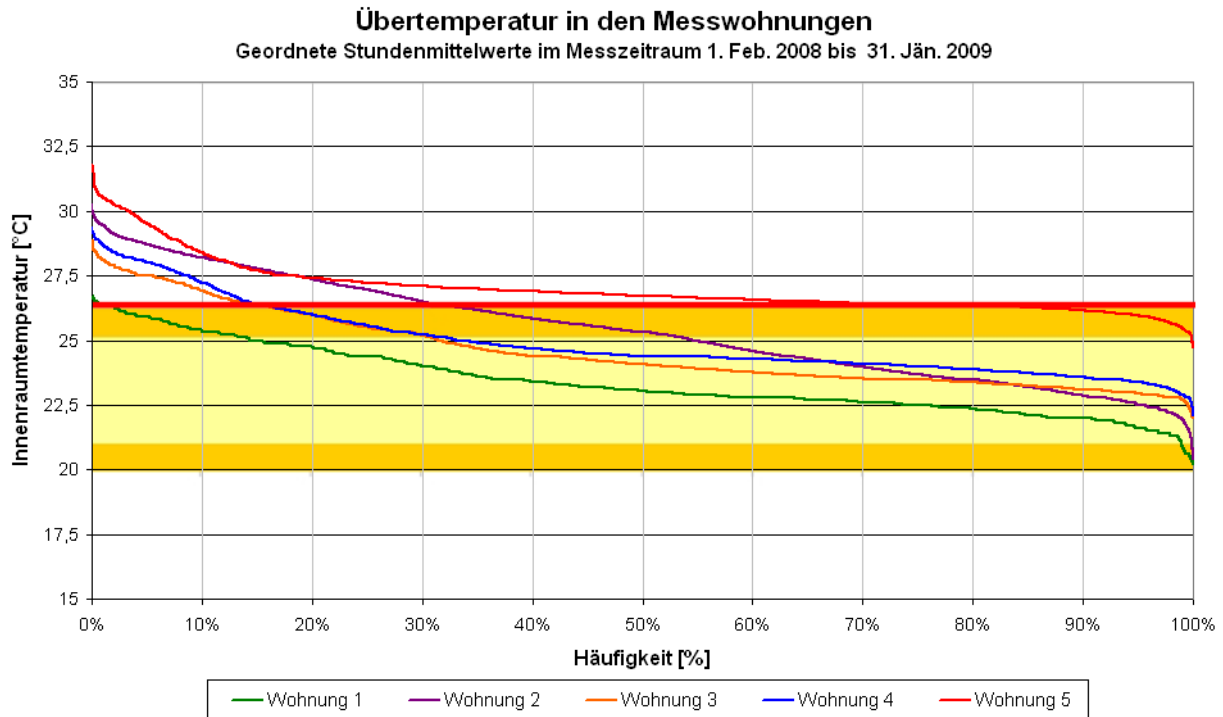


Abbildung 16 Übertemperaturen in den Messwohnungen

In Abbildung 17 werden zusätzlich zu den Raumtemperaturen auch die relativen Luftfeuchtigkeitswerte dargestellt. Die relativen Raumfeuchten liegen in den Wohneinheiten 4 und 5 ständig unter 30%. Für die Wohneinheiten 1 und 2 sinken sie bei Außentemperaturen $T_{\text{Außen}} < 5^\circ\text{C}$ unter 30%. Die Luftfeuchten in Wohnung 3 sinken bei Außentemperaturen unter 0°C unter 30% und liegen damit unter der in DIN 1946 – 2 definierten Behaglichkeitsgrenze.

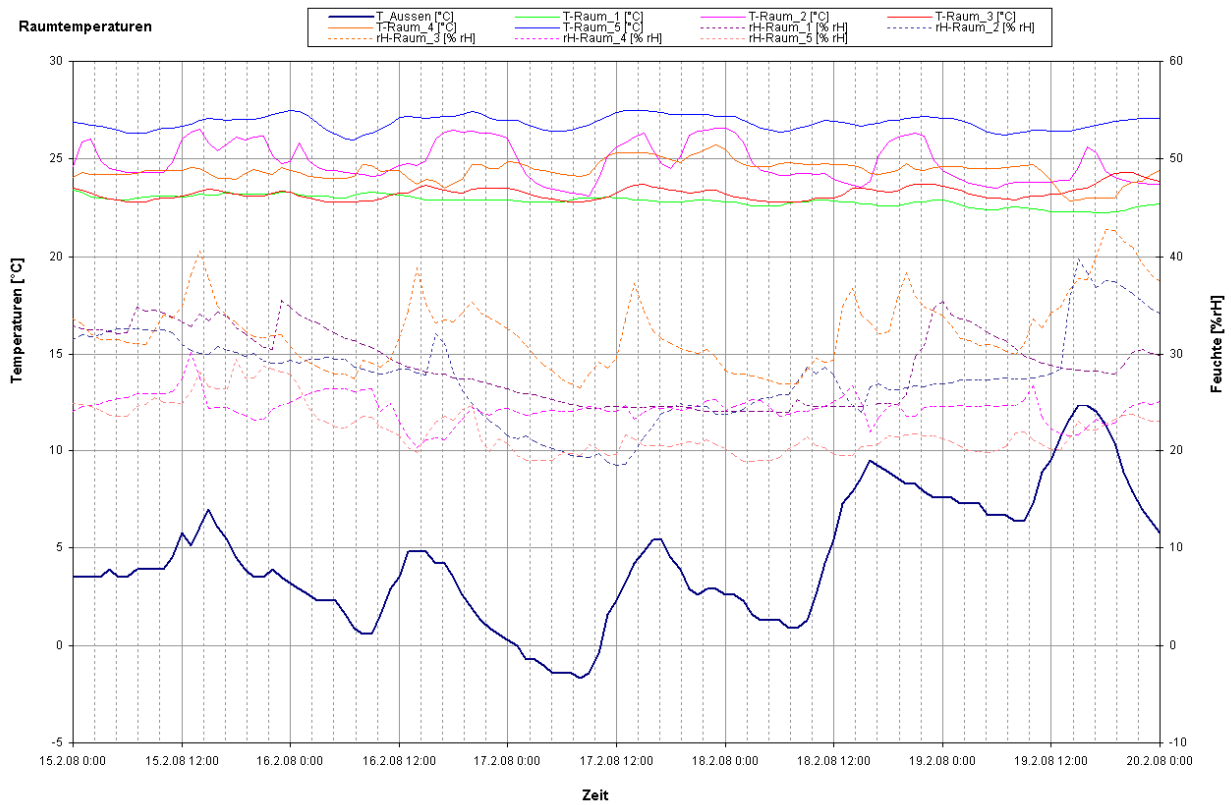


Abbildung 17 Raum- und Außentemperaturen sowie relative Raumfeuchte für eine „Kälteperiode“ im Februar 2008

Abbildung 18 zeigt, dass das Heizsystem auf zwei unterschiedlichen Temperaturniveaus im Tag- und Nachtbetrieb arbeitet. Tagsüber ist an den roten Verläufen ein deutlich höher temperierter Heizungsverlauf erkennbar, der in den Nachtstunden um rund 10°C herabgesetzt wird. Besonders gut ist auch das Ansteigen der Vorlauftemperatur mit dem Sinken der Außentemperatur vom 16.2.2008 zum 17.2.2008 zu erkennen. An den stetig niedrigeren Rücklauftemperaturen aus den Schlafzimmern der Wohnungen lässt sich erkennen, dass kaum ein Wärmeeintrag in die Schlafzimmer erfolgt.

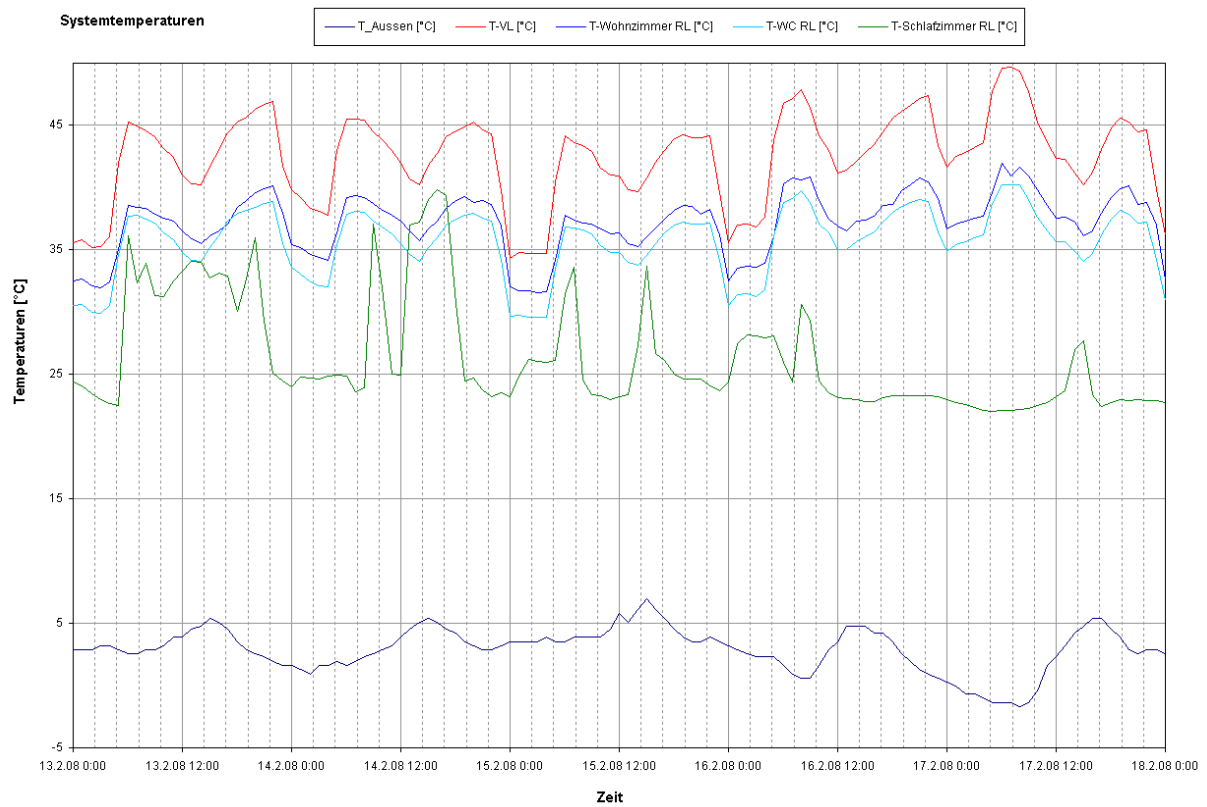


Abbildung 18 Systemtemperaturen im Heizungskreislauf im Februar 2008

In Abbildung 19 wird ein Behaglichkeitsfeld (nach Leusden und Freymark) dargestellt. (relative Luftfeuchtigkeit über der Raumtemperatur). Der braune Bereich stellt das Optimum der Behaglichkeit dar. Der dunkel gelbe Bereich stellt ein Toleranzfeld dar. Es lässt sich erkennen, dass die Messwerte in den Wohnungen 2 bis 5 entweder im Grenzbereich oder außerhalb des behaglichen Bereiches liegen. Die Messwerte in Wohnung 1 liegen durchwegs im behaglichen Bereich.

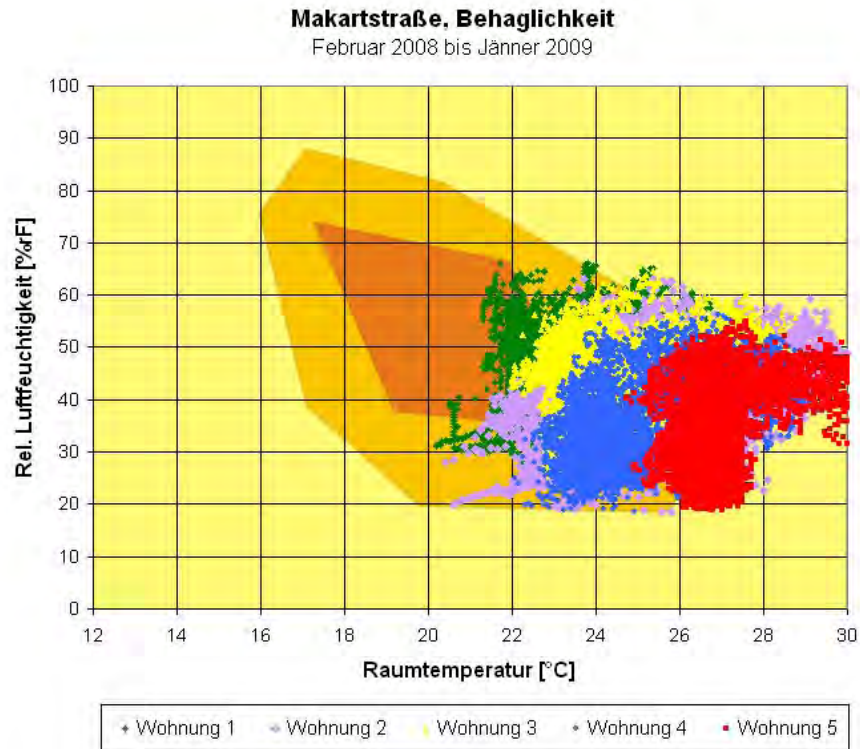


Abbildung 19 Rel. Luftfeuchtigkeit über Raumtemperatur für den Zeitraum Februar 2008 bis Jänner 2009

In Abbildung 20 wird deutlich, dass die Luftfeuchtigkeitswerte in den Messwohnungen 1 und 3 mit einer Häufigkeit kleiner 5% unter 30% rel. Luftfeuchtigkeit sinken. In Messwohnung 2 wird diese Grenze mit einer Häufigkeit von 12% unterschritten, Wohnung 4 und 5 liegen bei 30% bzw. 40% Unterschreitungshäufigkeit, wobei diese Werte mit den hohen Raumtemperaturen der Wohnungen im Winter zusammenhängen.

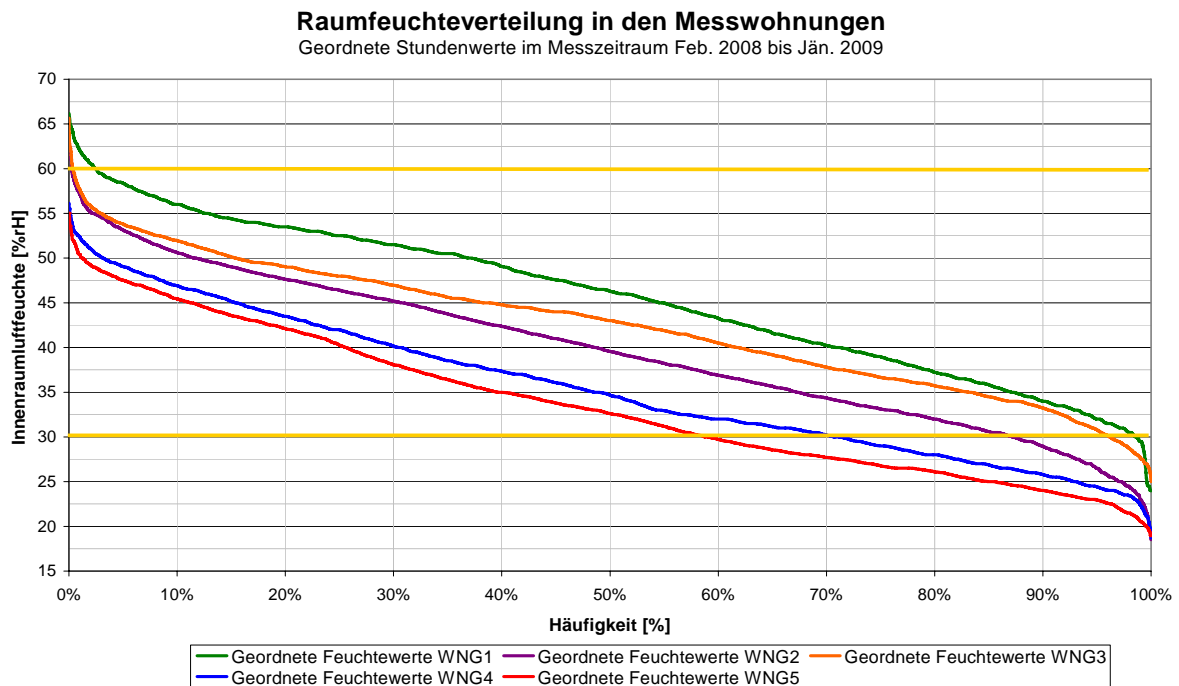


Abbildung 20 Raumfeuchteverteilung in den Messwohnungen, Makartstraße 30 Feb.08-Jän.09

10.4 Energieverbrauch

10.4.1 Energiebilanz

Eine kleine Skizze soll nochmals das Messschema verdeutlichen. Die von der Fernwärme Linz AG gelieferte Wärmemenge wurde für die gesamte Wohnanlage getrennt nach Heizungswärmeverbrauch und Warmwasserverbrauch durch Wärmemengenzähler (WMZ) erfasst (WMZ Heizung – WMZ Warmwasser). Für den Eingang 30 wurden die Wärmemengen von drei Heizungssträngen gemessen, über die die Wärmeverteilung in die Wohnungen eins bis fünf erfolgt (WNG 1 bis 5): WMZ WC/Küche, WMZ Schlafzimmer (WMZ SZ) und WMZ Wohnzimmer (WMZ WZ) (siehe Tabelle 8). Der Heizungsstrang, der die Schlafzimmer der Messwohnungen mit Wärme versorgt, versorgt zusätzlich noch die Schlafzimmer der angrenzenden Wohnungen. Dies ist in der treated floor area (TFA) der Messwohnungen berücksichtigt (siehe Tabelle 8).

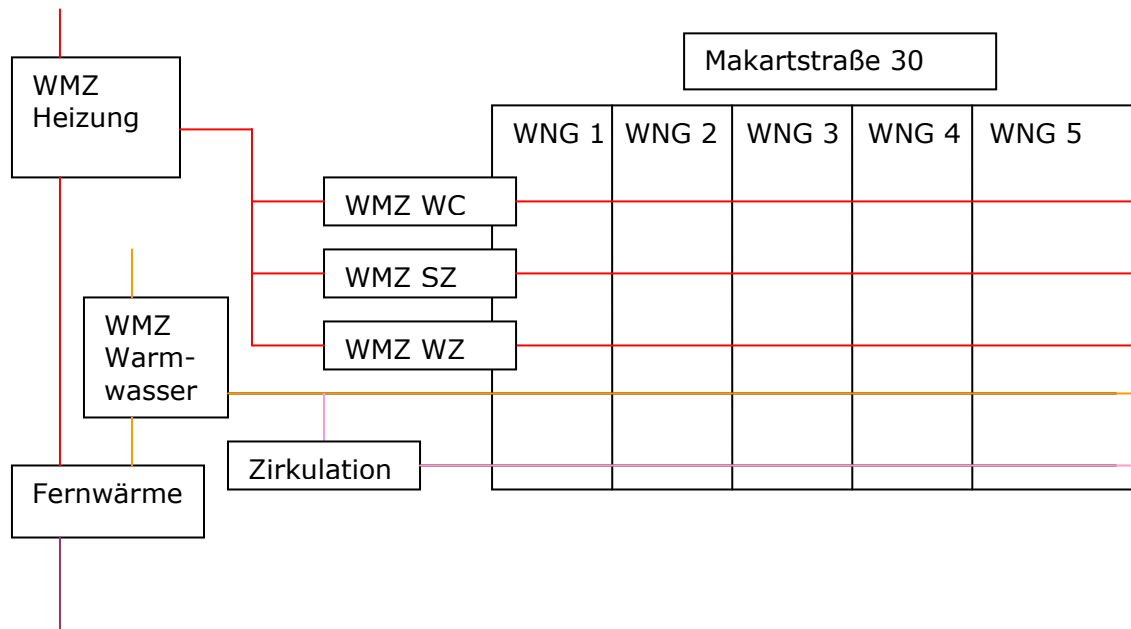


Abbildung 21 Skizze des Messschemas, Projekt Makartstraße

Tabelle 8: Wärme- und Stromverbrauch für den Messzeitraum 1. Februar 2008-31. Jänner 2009

	kWh/a	kWh/m ² a	Prozentanteil	TFA [m ²]
Gesamtwärmeverbrauch Eingang Makartstraße 30, 5 Messwohnungen	10.227,5	31,89	100%	320,72
WMZ Schlafzimmer	1.095,0		10,7%	
WMZ Wohnzimmer	6.752,5		66%	
WMZ WC/Küche	2.380,0		23,3%	
Wärmeeintrag gesamtes Gebäude	248.924	87	100%	2867
Fernwärme - Heizung	140.905	49	56%	
Fernwärme - Warmwasser	108.019	38	44%	
Stromverbrauch gesamt Eingang Makartstraße 30, 15 Messwohnungen	35.177	42	100%	836
Haushaltsstrom 28.525		34	78%	
Allgemeinstrom (Tiefgarage, Stiegenhaus, Lift...)	3.850,5		11%	
Technikstrom 2.657		3	8%	
Lüftungsstrom 892		1	3%	

Die Wärmeversorgung des Gebäudes erfolgt zu 100% über Fernwärme der Linz AG. Der Gesamtwärmeverbrauch der drei Stränge betrug 10.227,5 kWh/a bzw. 31,89 kWh/m²a. Der Gesamtwärmeeintrag für Heizung und Warmwasser betrug für die Messperiode 248.924 kWh/a bzw. 87 kWh/m²a bezogen auf die treated floor area des gesamten Gebäudes.

Die Stromverbrauchswerte wurden für alle 15 Wohnungen des Einganges Makartstraße 30 gemessen. In Abbildung 22 wird die Verteilung des Stromverbrauchs als Kreisdiagramm deutlich gemacht. Dargestellt wurden die mit Hilfe der treated floor area ermittelten Werte. Der Stromverbrauch des Lifts ist in dieser Abbildung getrennt dargestellt. Er beträgt 2,62 kWh/m² oder 6% des Gesamtstromverbrauchs. Der Stromverbrauch des Lifts wurde aus den vorhandenen Messdaten hochgerechnet. Es waren Stromverbrauchswerte für ein halbes Jahr verfügbar.

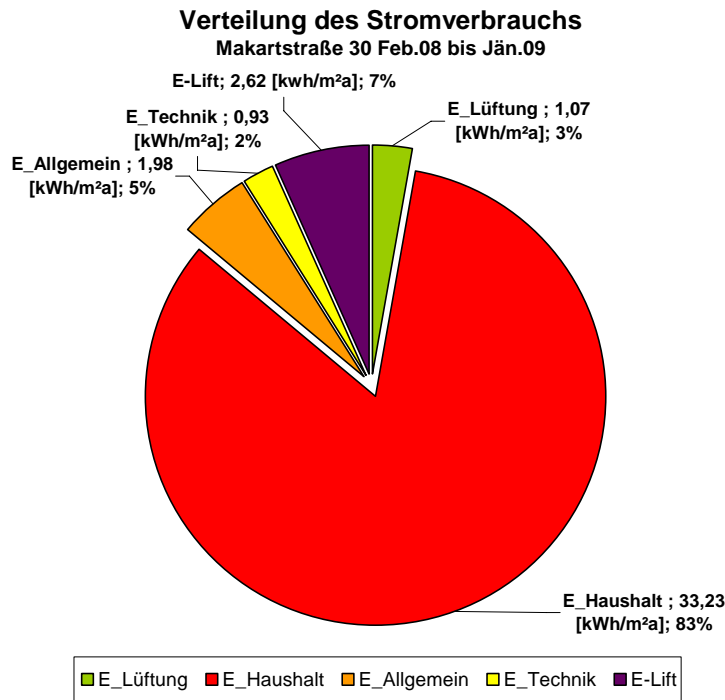


Abbildung 22 Stromverbrauchsanteile in Prozent des Gesamtstromverbrauchs, Messzeitraum 1. Februar 2008 – 31. Jänner 2009

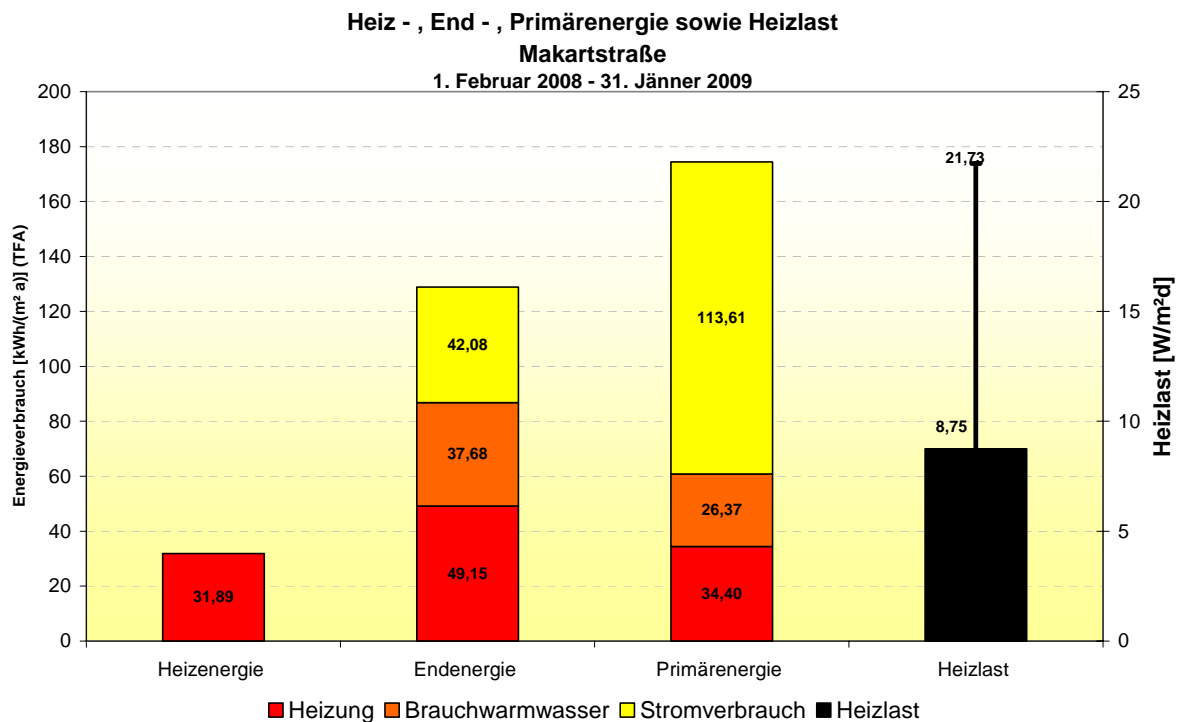


Abbildung 23 Heiz-, End- und Primärenergieverbrauch

Im Balken „Heizenergie“ (Abbildung 23) wurde der an drei Strängen gemessene Heizwärmeverbrauch auf die treated floor area (TFA) des Strangs bezogen (TFA = 320 m²). Im Balken „Endenergie“ wurden die Heizungsendenergie, die Endenergie zur Warmwasserbereitung und der Gesamtstromverbrauch dargestellt. Die gemessene Heizungsendenergie betrug 49,15 kWh/m²a. Unter der Annahme, dass der Heizenergieverbrauch der Messwohnungen an den Strängen (31,89 kWh/m²a) einen mittleren Verbrauch darstellt,

der für alle Wohnungen gilt, können die Heizungsverluste bestimmt werden. Sie betragen 17,26 kWh/m²a. Der Endenergiekennwert betrug 129 kWh/m²a. Der Primärenergiekennwert betrug für das Messjahr 166 kWh/m²a. Für die Berechnung der Primärenergie wurden die Primärenergiefaktoren von Kapitel 10.1 Konventionen verwendet.

Strom 2,7
Fernwärme 0,7

In Tabelle 9 sind die temperatur- und klimabereinigten Werte für Heizenergieverbrauch, Endenergie und Primärenergie den projektierten Werten gegenübergestellt.

Tabelle 9: temperatur- und klimabereinigte Werte

	PHPP-Berechnung [kWh/m ² a]	ermittelter Wert im Messzeitraum 1. Februar 2008 bis 31. Jänner 2009 [kWh/m ² a]	temperatur- und klimabe- reinigter Wert [kWh/m ² a]
Heizwärmebedarf/- verbrauch	14	31,89	26,85
Endenergiebedarf/- verbrauch		128,90	
Primärenergiebedarf/- verbrauch	132	174,38	

Die Heizlast wurde aus den gemessenen Tagesverbräuchen der Stränge berechnet und auf die TFA der 5 Messwohnungen an den Heizsträngen bezogen. Für den Messzeitraum ergab sich eine mittlere Heizlast von 8,75 W/m²d und die maximale Heizlast betrug 21,73 W/m²d (9. Jänner 2009).

Die folgende Abbildung zeigt die Verteilung des Heizwärmeverbrauchs an den drei Strängen.

Verteilung des Wärmeverbrauchs an drei Heizsträngen
Makartstraße 30,
1. Februar 2008 - 31. Jänner 2009

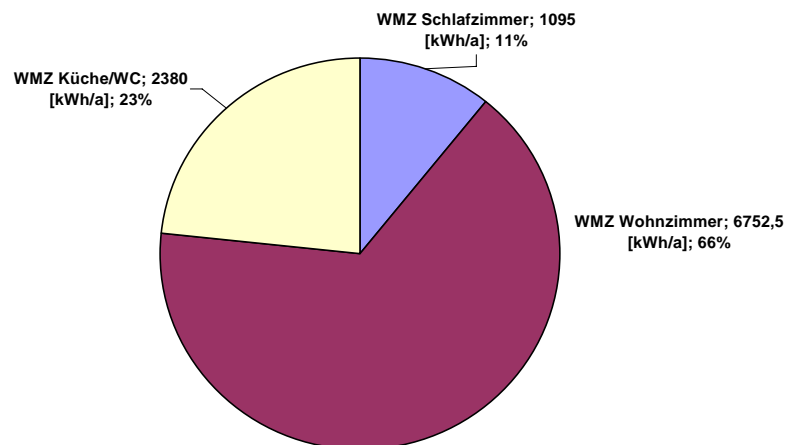


Abbildung 24 Verteilung des Wärmeverbrauchs an drei Heizsträngen, 1. Februar 2008 – 31. Jänner 2009

Um einen Eindruck über die Energieverbräuche im Jahresverlauf zu bekommen, werden im Folgenden die Energieverbräuche über die Monate des Messjahres dargestellt.

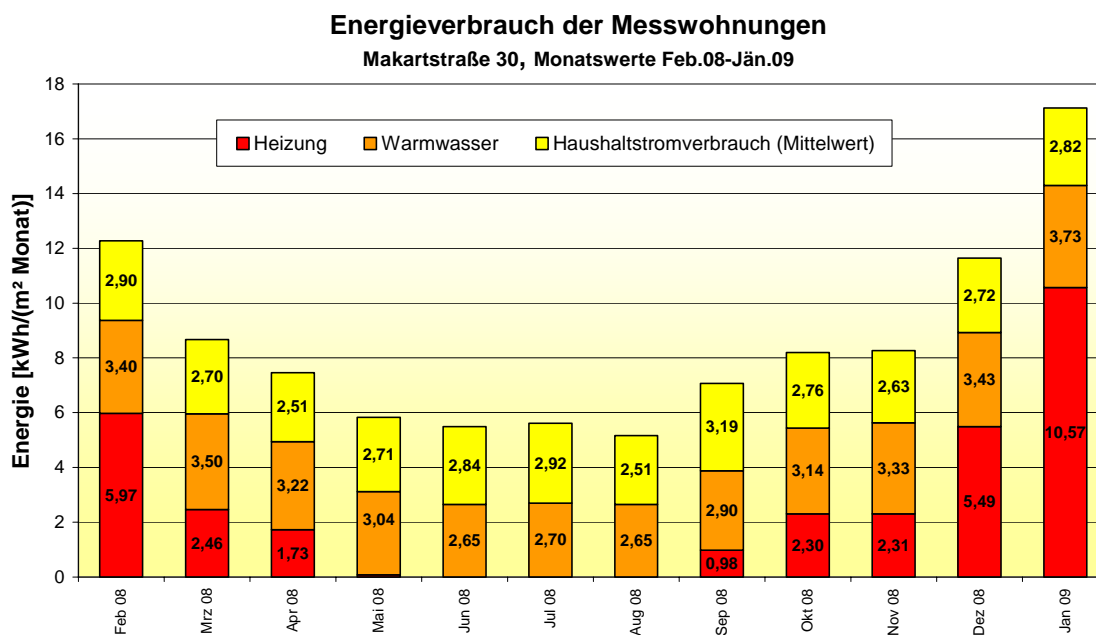


Abbildung 25 monatlicher Energieverbrauch, 1. Februar 2008 – 31. Jänner 2009

Die an den drei Strängen gemessenen Monatswerte wurden auf die TFA der Wohnungen am Strang bezogen (TFA = 320 m²). Die von der Fernwärme Linz AG monatlich bezogene Wärmemenge zur Warmwasserbereitung wurde auf die TFA des gesamten Gebäudes bezogen (TFA = 2.867m²). Die Werte für den Haushaltsstrom in dieser Abbildung stellen Mittelwerte der 15 Messwohnungen des Einganges Makartstraße 30 dar (TFA = 836 m²). Die spezifischen Werte des Haushaltstromverbrauchs der einzelnen Messwohnungen bewegen sich zwischen 1,21 kWh/m²Monat und 7,29 kWh/m²Monat und sind in Abbildung 26 dargestellt.

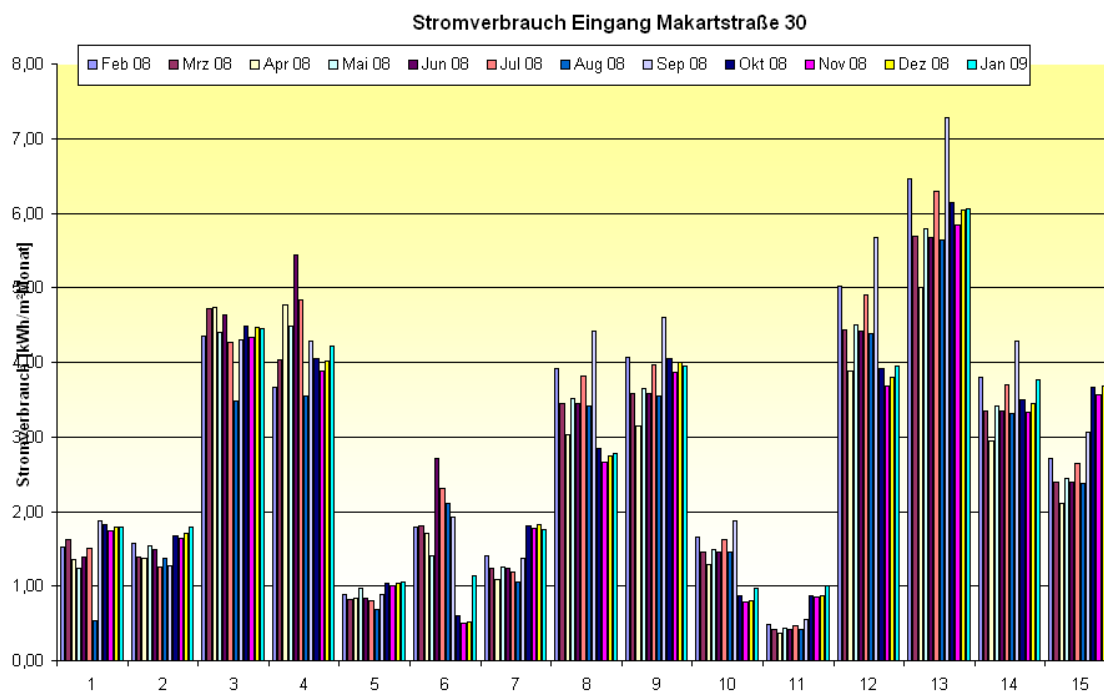


Abbildung 26 Stromverbrauch der Wohnungen, Monatswerte, Eingang Makartstraße 30, anonymisiert

In Abbildung 27 sind zusätzlich zu den Energieverbräuchen der Messwohnungen die Stromverbräuche für Technik (Fernwärmepumpenstrom), Lüftung und Allgemeinstromverbrauch dargestellt. Der Stromverbrauch für den Lift (E-Lift) ist in dieser Darstellung nicht berücksichtigt, da Monatswerte nur für ein halbes Jahr vorlagen.

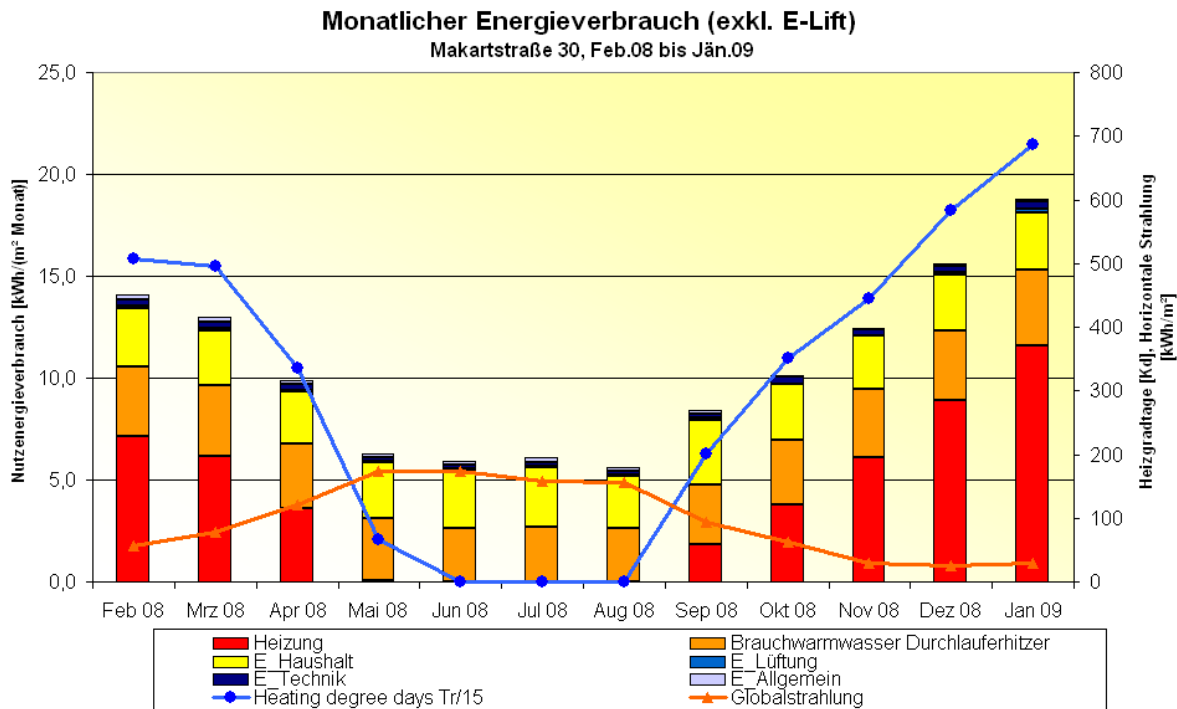


Abbildung 27 monatliche Energiebilanz Makartstraße 30, Messperiode 1.Feb.08-31.Jän.09

In Abbildung 27 wurden auch die Heizgradtage und die Globalstrahlung auf die horizontale Fläche eingezeichnet. Der Zusammenhang zwischen Heizwärmeverbrauch und Heizgradtagen ist in der Abbildung deutlich zu sehen.

In den Sommermonaten ist der Warmwasserverbrauch etwas niedriger als in den Wintermonaten. Die Werte bewegen sich zwischen durchschnittlich 2,8 kWh/m²Monat in den Sommermonaten und 3,4 kWh/m²Monat in den Wintermonaten.

Die gemittelten monatlichen Haushaltsstromwerte (Abbildung 28) liegen zwischen 2,5 kWh/m²Monat und 3,2 kWh/m²Monat. Der Allgemeinstrom für Beleuchtung, Tiefgarage, Waschküche usw. beträgt im Mittel 0,17 kWh/m², der Strom für Technik (Fernwärmepumpenstrom) beträgt im Mittel 0,08 kWh/m²Monat. In den Sommermonaten erfolgt nur die Warmwasserbereitung mittels Fernwärme, in den Wintermonaten sowohl Heizungsversorgung als auch Warmwasserbereitung. Der Lüftungsstromverbrauch beträgt im Mittel des Messzeitraumes 0,09 kWh/m²Monat, wobei ein leicht steigender Lüftungsstromverbrauch in den Wintermonaten 2008/2009 feststellbar ist.

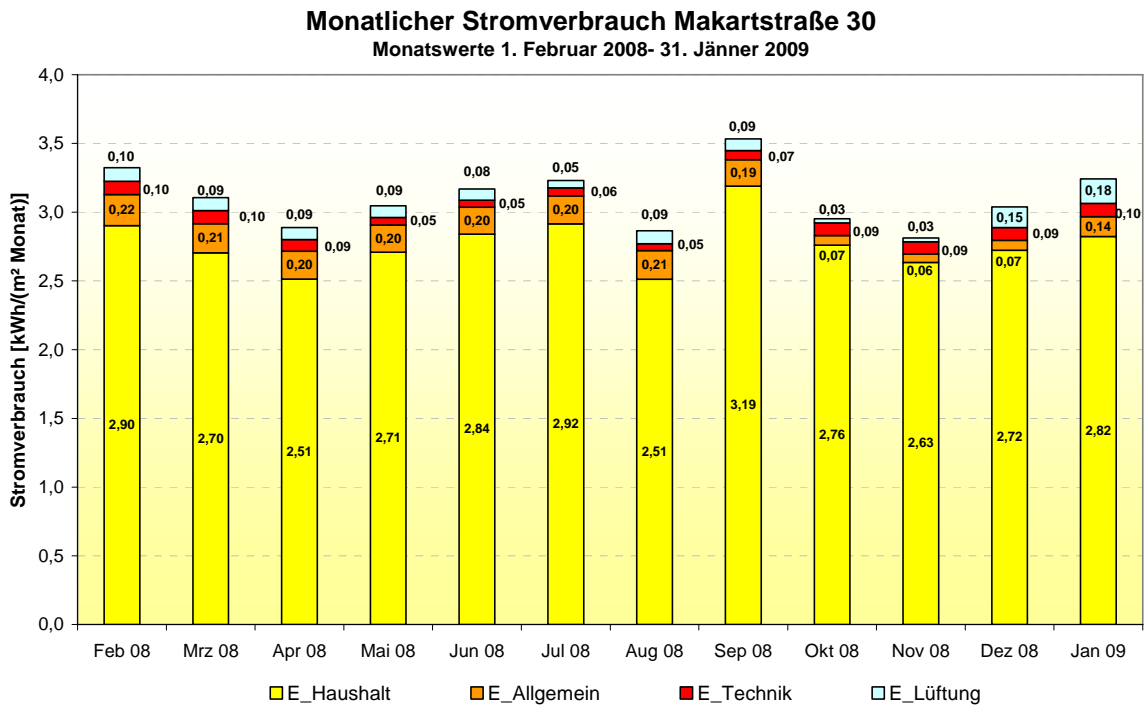


Abbildung 28 monatlicher Stromverbrauch Eingang Makartstraße 30, 1. Februar 2008 – 31. Jänner 2009

10.5 Zusammenfassung der Messergebnisse und Fazit

Heizung

Der Heizenergieverbrauch in den untersuchten Wohneinheiten der Wohnhausanlage Makartstraße ist mit 31,9 kWh/m²a recht hoch und liegt deutlich über dem Passivhausgrenzwert von 15 kWh/m²a, wobei berücksichtigt werden muss, dass das Erdgeschoss durch fehlende Möglichkeit, die Kellerdecke ausreichend zu dämmen im Niedrigenergiestandard ausgeführt wurde. Die angestrebte Luftdichtheit von 0,6 h⁻¹ wurde nicht erreicht und betrug <1,3 h⁻¹.

Eine Temperatur- und Klimabereinigung des Heizwärmeverbrauchs mit dem Passivhausprojektierungspaket (PHPP) von 24,29°C gemessener mittlerer Raumtemperatur in der Heizperiode auf 20 °C und Normierung auf das Standardklima, das im Rahmen des Projektes PEP (Promotion of European Passive Houses) für Wien festgelegt wurde, ergibt einen Heizwärmebedarf von 26,85 kWh/m²a.

Die Heizungsverteilungsverluste im Heizsystem betragen unter der Annahme, dass der Heizwärmeverbrauch der Messwohnungen den durchschnittlichen Heizwärmeverbrauch des gesamten Gebäudes abbildet, 35% (spezifischer Heizwärmeverbrauch 31,9 kWh/m²a, Heizungsverteilungsverluste 17 kWh/m²a, siehe auch Tabelle 8). Der Berechnung der spezifischen Verbräuche liegt die treated floor area der Messwohnungen (TFA) zugrunde. Die mittlere Heizlast im Messzeitraum betrug 8,75 W/m²d.

Der Grenzwert der Endenergie für Passivhäuser beträgt 42 kWh/m²a. Der Endenergieverbrauch im Projekt Makartstraße betrug 129,3 kWh/m²a. Der im Endenergieverbrauch enthaltene Gesamtstromverbrauch von 42 kWh/m²a resultierte zu 78% aus Haushaltsstromverbrauch (Kochen, TV...), der Allgemeinstromverbrauch inklusive Lift betrug 11%, der Anteil für Technikstrom betrug 8% und der Lüftungsstromverbrauch betrug 3%.

Die für Passivhäuser definierte Grenze des Primärenergieverbrauchs von 120 kWh/m² wurde mit einem tatsächlich erreichten Wert von 174,38 kWh/m²a überschritten, liegt jedoch durchaus im Bereich von neu errichteten Passivwohnhäusern.

Tabelle 10: Übersicht über die berechneten und gemessenen Heiz-, End- und Primärenergiekennwerte, Makartstraße 30

	Passivhausgrenzwerte [kWh/m ² a]	Berechnung nach PHPP [kWh/m ² a]	ermittelter Wert im Messzeitraum 1. Februar 2008 bis 31. Jänner 2009 [kWh/m ² a]	temperatur- und klimabereinigter Wert [kWh/m ² a]
Heizwärmebedarf/-verbrauch	15-14		31,9	26,85
Endenergiebedarf/-verbrauch	42		128,9	
Primärenergiebedarf/-verbrauch	120-132		174,3	

Komfortparameter

Die Raumtemperaturen der Messwohnungen lagen gemittelt über das Messjahr (Sommer und Winter) bei 24,56°C (ohne WNG 5). In den Sommermonaten kam es zu Überhitzung mit einer gemittelten Raumtemperatur von 25,95°C, wobei die Überhitzungshäufigkeit im Erdgeschoß in Messwohnung 1 sehr gering war. Im Winter betrug die gemittelte Raumlufttemperatur 23,68°C und lag somit sehr hoch. Der Anteil der Stunden über 26°C betrug 19,72% der Jahresstundenanzahl.

Die Raumfeuchtigkeit lag für die Messwohnungen 1,2,3 im behaglichen Bereich, Wohnung 4 und 5 unterschritten mit einer Häufigkeit von 30% bzw. 40% die Behaglichkeitsgrenze von 30% rel. Luftfeuchtigkeit nach DIN 1946 – Teil 2. Die niedrige Raumluftfeuchtigkeit in den Messwohnungen während der Wintermonate hängt auch mit den hohen Raumtemperaturen zusammen.

Die Messergebnisse werfen die Frage der Definition von Behaglichkeit auf. Bei den BewohnerInnen der Wohnhausanlage Makartstraße handelt es sich vorwiegend um ältere Menschen. Eine Beurteilung der Behaglichkeit durch die BewohnerInnen erfolgt in der soziologischen Begleituntersuchung.

Fazit

Die Wohnhausanlage Makartstraße liegt mit ihrem Endenergie- und Primärenergieverbrauch durchaus im Bereich von neu errichteten Passivwohnhausanlagen. Der temperatur- und klimabereinigte Heizenergieverbrauch von 26,85 kWh/m²a stellt einen sehr guten Wert für ein saniertes Objekt dar, auch wenn der Passivhausgrenzwert nicht erreicht werden konnte.

Das Thema Überhitzung in den Sommermonaten betrifft viele Neubauten so wohl im Wohnbau als auch im Bürobau. Dem muss mit durchdachten Konzepten zu Verschattung und Vermeidung von solarem Wärmeeintrag in den Sommermonaten begegnet werden, um die Behaglichkeit für die NutzerInnen weiter steigern zu können. Weiters trägt die Information der BewohnerInnen zu richtigem Lüftungsverhalten an heißen Tagen wesentlich dazu bei, sommerliche Überhitzung zu verringern.

11 Die sozialwissenschaftliche Erhebung

11.1 Beschreibung des Vorgehens

Für die sozialwissenschaftliche Begleitforschung wurden sowohl mit den BewohnerInnen der ausgewählten Messwohnungen im Haus Makartstraße 30 persönliche und telefonische qualitative Interviews geführt als auch schriftliche Fragebögen der anderen BewohnerInnen ausgewertet. Darüber hinaus wurde ein qualitatives Interview mit dem für die Sanierung zuständig gewesenen Bauleiter, Herrn Ing. Alfred Willensdorfer von der GI WOG geführt. Die Datenerhebung erfolgte auf persönlichem, telefonischem und schriftlichem Weg.

Ziel dieser Befragung war es, die Zufriedenheit der BewohnerInnen zu evaluieren in Hinblick auf die Wohnanlage, das Passivhauskonzept, die Lüftungsanlage, die Informationen und die Betreuung durch die Hausverwaltung und aus den eventuell auftretenden Problemen und Schwierigkeiten Lösungsmöglichkeiten für diese und auch für weitere Passivhaus-Wohnanlagen abzuleiten.

Insbesondere interessant ist das Projekt Makartstraße auch deshalb, weil es sich um eines der wenigen Sanierungsprojekte im Passivhausbereich handelt. Ein Sanierungsvorhaben dieser Art bringt spezielle Herausforderungen für die zuständige Wohnbaugenossenschaft und den technischen Betreuer der Sanierung mit sich – die BewohnerInnen sind während der Bauphase anwesend, müssen informiert und betreut werden.

Die BewohnerInnen der Messwohnungen wurden mit einem Gesprächsleitfaden interviewt (insgesamt vier, ein Bewohner konnte nicht erreicht werden), darüber hinaus wurden die anderen Haushalte mit Fragebögen befragt (hier gab es einen Rücklauf von 12 Fragebögen). Die Befragungen wurden im Jahr 2009 durchgeführt.

11.2 Interviews mit den BewohnerInnen

Einleitend kann festgestellt werden, dass es bei den interviewten BewohnerInnen in der Makartstraße sehr unterschiedliche Meinungen in der Bewertung der Lüftungsanlage gibt, die zwischen sehr positiven und sehr negativen Rückmeldungen schwanken.

„Überhaupt kein Problem. Gar nichts. Ich bin voll zufrieden und das passt schon so ... Ich bin voll zufrieden damit, ich möchte mit keiner anderen Wohnung tauschen“ (Interview 1).

„Ich sage Ihnen gleich von Haus aus, dass die Lüftung umsonst ist. Ganz einfach. Wenn alle anderen Ihnen was anderes sagen, dann lügen sie, weil alle schimpfen“ (Interview 2).

„Ich bin eigentlich sehr zufrieden“ (Interview 3).

„Ich finde, eine Lüftungsanlage ist sehr gut. Wenn man berufstätig ist, man ist nie daheim, man hat immer eine durchlüftete Wohnung. Wenn ich ständig daheim wäre, dann kann ich lüften. Aber wenn ich nicht daheim bin und am Abend in die Wohnung komme und es ist alles abgestanden – ich finde das sehr gut“ (Interview 3).

Zu hohe Temperaturen in den Wohnungen im Sommer dürften allerdings für fast alle Befragten ein Problem darstellen.

„Im Sommer ist es schon heiß. Ohne Jalousien hältst du es nicht aus. Wenn es heiß ist zwei drei Tage, dann schwitzt man wie in der Sauna“ (Interview 1).

„Und im Sommer, das sind diese Blechwände, die sie draußen gemacht haben – wissen Sie, wie heiß es bei uns in der Wohnung ist? Wir haben oft 35, 38, 40 Grad in der Wohnung. Den ganzen Sommer“ (Interview 2).

„Im Sommer ist es schon heiß, aber wir bekommen einen guten Durchzug in der Wohnung zusammen“ (Interview 4).

Dagegen gibt es in den Interviews keine Beschwerden wegen zu niedrigen Temperaturen im Winter. Auch gibt es keine Beschwerden wegen zu trockener Luft. Zumindest in einer Wohnung wird die Luftqualität allerdings bemängelt.

„Die Luft ist auch schlecht. Sie spüren die Frischluft gar nicht, die da hereingeblasen wird. Sie spüren es in keiner Art und Weise. ... ich komme heim, ich kenne keinen Unterschied, ob die Lüftung läuft oder nicht“ (Interview 2).

Das sanierte Gebäude wird recht positiv wahrgenommen.

„Wunderbar, tadellos hergerichtet, sauber“ (Interview 1).

„Ich bin eingezogen, wie es schon renoviert war. Ich finde es angenehm, weil man sieht es überall in den Zeitungen und den Medien. Das ist schon super, wenn man in so einem Haus wohnt. Ich finde es nicht schlecht. Ich habe einen guten Eindruck von dem Haus“ (Interview 3).

Ein Problem, das nichts mit der Lüftungsanlage oder dem Passivhaus zu tun hat, ist der Straßenlärm. Die Makartstraße ist eine viel befahrene Durchzugsstraße. Aber auch hier konnte durch die Sanierung etwas Abhilfe geschafft werden.

„Der einzige Nachteil, dass es so laut ist. Vor allem bei der Nacht, aber mache ich das Fenster zu und aus. Vorher, wie der Balkon offen war, hast du das eigene Wort nicht mehr verstanden. Das ist der Unterschied jetzt“ (Interview 1).

„Und ich habe auch das Gefühl, bei den Fenstern, die Makartstraße ist ja eine viel befahrene Straße, ich habe mir noch nicht einmal gedacht, dass ich da von der Straße Lärm hätte. Da merkt man schon, dass da gescheite Fenster drinnen sind. Der Lärm stört mich überhaupt nicht. Ich finde, dass es angenehm ist“ (Interview 3).

Für die BewohnerInnen hat es an Informationen zur Lüftungsanlage Hausversammlungen und schriftliche Unterlagen gegeben. Bei diesen Hausversammlungen waren allerdings nur wenige Interviewte anwesend, da die anderen zu dieser Zeit entweder auf Urlaub, im Krankenhaus oder noch nicht eingezogen waren.

„Da war eine Hausversammlung mit Herrn Willensdorfer, das war in Ordnung“ (Interview 4).

Auch die Abwicklung und Durchführung der Bau- und Sanierungsarbeiten wird in einem Interview gelobt.

„Die Bauarbeiter haben wirklich gut gearbeitet, die Handwerker haben sehr gut gepasst“ (Interview 4).

Zumindest die zusammenfassende Beschreibung der Lüftungsanlage ist einigen BewohnerInnen im Gedächtnis geblieben.

„Ich habe da noch eine Broschüre irgendwo. Da habe ich auch schon reingeschaut, aber das kann ich mir durchlesen, da kann ich sagen, alles recht und schön, was da drinnen steht, aber es ist nicht so“ (Interview 2).

„Ich habe eine Beschreibung der Lüftungsanlage. Aber das ist auch alles. Ich glaube, das ist ein zweiseitiger A4-Zettel. Aber ich habe es mir erklären lassen, wie ich eingezogen bin und ich muss gestehen, ich habe da nie wieder drauf geschaut. Ich weiß auch gar nicht momentan, wo die wäre“ (Interview 3).

Wenn man bei keiner Hausversammlung dabei sein konnte, gab es dafür beim Einzug persönliche Erklärungen zur Lüftungsanlage.

„Ja, aber auch nur so grob, mich würde das schon interessieren, eine bessere Beschreibung. Vielleicht steht da wirklich eine genaue Beschreibung, wie sie reagiert im Sommer, wie benutze ich sie im Winter“ (Interview 3).

11.3 Ergebnisse der Fragebogenerhebung

12 BewohnerInnen der Häuser in der Makartstraße, deren Wohnungen nicht in das Messprogramm aufgenommen waren, haben einen Fragebogen, der ihnen persönlich in ihr Postfach eingefächert wurde, retourniert. Im Folgenden werden die Ergebnisse dieser quantitativen Erhebung dargestellt.

11.3.1 Zufriedenheit mit der Lüftungsanlage

Die Zufriedenheit mit der Wohnsituation in der Makartstraße ist eher hoch, zwei Drittel der Befragten sind sehr oder eher zufrieden, ein Drittel ist eher unzufrieden, niemand ist sehr unzufrieden. Ähnlich verhält es sich bei der Frage nach der Bewertung der Lüftungsanlage: zwei Drittel sind sehr oder eher zufrieden, ein Drittel ist eher unzufrieden – dies hat sich vom Beginn des Einsatzes der Lüftungsgeräte bis zum Zeitpunkt der Befragung auch nicht geändert.

Probleme mit der Lüftungsanlage werden bei der schriftlichen Befragung vor allem in den Bereichen „Überhitzung“, aber auch „Geruchsbelästigung“ und „Zu geringe Wärmeversorgung“ angegeben, weiters auch bei der Luftqualität in der Wohnung (trockene Luft), einige bemängeln auch durch die Lüftung verursachten Lärm.

Die Bedienerfreundlichkeit der Lüftungsanlage wird von allen Befragten mit „sehr gut“ oder „eher gut“ eingestuft.

Die vergebenen Schulnoten für die Lüftungsanlage liegen überwiegend im positiven Bereich bei „sehr gut“ und „gut“.

11.3.2 Informationen zur Lüftungsanlage

Fast alle Befragten fühlten sich auch vor der Sanierung über den Umgang mit der Lüftungsanlage ausreichend informiert. Bei den dafür eingesetzten Informationsmedien wird von fast allen zu gleichen Teilen eine kurze persönliche Einweisung vor Ort, schriftliches Informationsmaterial und eine Hausversammlung angeführt, also ein Mix an verschiedenen Zugängen und Informationsmöglichkeiten.

Ungefähr die Hälfte der Befragten meint, diese Informationen wären genau richtig im Umfang gewesen, ein Drittel meint, sie wären nicht ausreichend gewesen. Die meisten hätten gerne noch zusätzlich persönliche Erläuterungen zum Thema gehabt, besser verständliches Informationsmaterial oder eine zusätzliche Hausversammlung. Zumindest zwei Drittel der Befragten verfügen über eine Bedienungsanleitung für die Lüftungsanlage.

Die meisten der Befragten würden auch sicher oder eher wieder in ein Passivhaus ziehen als nicht.

11.4 Interview mit dem zuständigen Bauleiter

Mit dem für die Sanierung zuständigen Bauleiter der Wohnanlage Makartstraße, Herrn Ing. Alfred Willensdorfer, wurde ein qualitatives telefonisches Interview geführt, um die Zugänge zu der Passivhaussanierung auch aus seiner Sicht kennen zu lernen.

Der Wohnbaugenossenschaft war es ein besonderes Anliegen, eine Passivhaussanierung durchzuführen. Es war ein Pilotprojekt.

„Wir wollten da eine Passivhaussanierung realisieren. Weil wir in unserem Unternehmen den Weg seit 15 Jahren gehen, Niedrigenergiehaus- und Passivhausgebäude zu errichten. Da haben wir schon Neubauten gemacht, aber Sanierung war es die erste. Wir möchten innovativ bauen und sanieren. Nachhaltig und kostengünstig für unsere Mieter.“

Eine besondere Herausforderung war es, die MieterInnen in der Makartstraße von diesem Vorhaben zu überzeugen, bedingt vor allem dadurch, dass diese eine sehr hohe Altersstruktur aufweisen.

„Die Mieter in irgendeiner Form zu überzeugen. Das war ein ziemlich schwieriger Punkt, weil es doch von der Altersstruktur sehr viele Pensionisten dort sind, die sagen, jetzt wohne ich schon 40 Jahre hier, ich brauche nichts anderes.“

Dieses Problem wurde durch die Verwendung verschiedener Informations- und Kommunikationszugänge gelöst.

„Mit drei Mieterversammlungen, die wir abgehalten haben. Die erste Mieterversammlung – da ist nur darüber gesprochen worden, da hatten wir noch nichts Konkretes. Bei der zweiten und bei der dritten – bei der dritten speziell – haben sie schon gesehen, wie das Fenster ausschaut in natura, da haben wir ein Muster mitgebracht, da haben wir ein Muster von der Lüftung mitgebracht, ein Lüftungsgerät, und eine Fassade haben wir mitgebracht, dann war die Akzeptanz vorhanden.“

Aber auch während des Sanierungsprozesses wurde nicht auf die Betreuung der BewohnerInnen vergessen.

„Wir haben einen Bauleiter gehabt, der selbst bei uns beschäftigt ist, also ein Mitarbeiter von mir, der war sowieso immer bei den Mieterversammlungen. Aber wir haben auch einen fixen Tag gehabt, am Dienstagnachmittag, da hat jeder kommen können und sagen können, was er noch braucht, was ihm nicht passt etc.“

An die Sanierungsphase schlossen sich zwei weitere Mieterversammlungen an. Ebenfalls wurde mit schriftlichen Informationen gearbeitet.

„Die Protokolle der Mieterversammlungen haben die BewohnerInnen bekommen, und dann haben sie eine Art ‚Wie wohne ich in einem Passivhaus?‘-Folder gekriegt. In Langform und in Kurzform, in A4-Form.“

Die Zufriedenheit der BewohnerInnen mit der Sanierung und dem neuen Passivhauskonzept war laut einer von der Genossenschaft in Auftrag gegebenen Evaluierung sehr hoch. Ebenfalls hat sich natürlich auch die erreichte Reduktion bei den Heizkosten positiv auf die Akzeptanz bei den BewohnerInnen ausgewirkt.

11.5 Resümee aus sozialwissenschaftlicher Perspektive

Welches Resümee kann aus der sozialwissenschaftlichen Begleitforschung zum Projekt „Sanierung Makartstraße“ gezogen werden?

Zufriedenheit

Die Sanierung des Gebäudes in der Makartstraße wurde von den BewohnerInnen sehr begrüßt. Sie sind mit ihren Wohnungen, dem durch die Vergrößerung und Umwandlung der Balkone in Loggien neu gewonnen Wohnraum und den neuen schalldichten Fenstern größtenteils sehr zufrieden.

Probleme

Mit der Lüftungsanlage in den Wohnungen kommen die BewohnerInnen recht gut zu Recht, wenn sie auch teilweise berichten, dass sie keine großen Unterschiede bemerken, egal, auf welcher Stufe sie die Regelung der Lüftungsanlage eingestellt haben.

Von mehreren befragten BewohnerInnen werden Überhitzungsprobleme im Sommer artikuliert, andere teilen diese Einschätzung wiederum überhaupt nicht. Die Nutzung der neuen Loggien ist für einige daher im Sommer nicht möglich. Auch Klagen wegen zu geringer Temperaturen im Winter werden vereinzelte geführt. Hier dürften sich – wie man aus den unterschiedlichen Einschätzungen entnehmen kann – auch die unterschiedlichen Lagen der Wohnungen im Gebäude auf das Behaglichkeitsempfinden auswirken.

Das starke Verkehrsaufkommen in der Makartstraße stellt auch trotz der neuen schalldichten Fenster für einige BewohnerInnen ein Problem dar, wenn die Sanierung durch den Einsatz besserer Fenster hier auch sicher Abhilfe geschaffen hat.

Information

An Informationen zum Passivhaus und zur Lüftungsanlage gab es mehrere Mieterversammlungen sowie einen Passivhausfolder in Lang- und Kurzform. Der Bauleiter stand auch während der Sanierung zu fixen Sprechstunden für die BewohnerInnen zur Verfügung. Diese Form der Informationsvermittlung ist sehr gut angekommen – auch, dass die Hausverwaltung bei Problemen mit der Lüftungsanlage rasch reagiert.

12 Fotodokumentation



Fernwärmeübergabestation Quelle: AEE INTEC



Hausverteilung Fernwärme Quelle: AEE INTEC



Wärmemengenzähler Heizung Quelle: AEE INTEC



Wärmemengenzähler Warmwasser
Quelle: AEE INTEC



Datenlogger und Modem Quelle: AEE INTEC



Messort Außenfühler Nord Quelle: AEE INTEC

13 Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1 LAGE DES GRUNDSTÜCKES [HEROLD.AT]	7
ABBILDUNG 2 MONTAGE DER VORGEFERTIGTEN FASSADENELEMENTE [ARCHITEKTURPREIS]	10
ABBILDUNG 3 WÄRMEVERLAUF SOWIE DETAILANSICHTEN DES FASSADENPANEELS [GAP-SOLAR]	11
ABBILDUNG 4 AUFBAU DES EINZELRAUMLÜFTUNGSGERÄTES M-WRG DER FIRMA MELTEM [MELTEM]	14
ABBILDUNG 5 DARSTELLUNG DES EINZELWOHNRAUMLÜFTUNGSSYSTEMS FÜR DREI UNTERSCHIEDLICHE WOHNUNGSTYPEN [DOMENIG - MEISINGER I. ET. AL.]	14
ABBILDUNG 6 ÜBERSICHT DER SPEZIFISCHEN KENNGRÖßEN NACH PHPP [DOMENIG - MEISINGER I. ET. AL. S.47]	18
ABBILDUNG 7 PHPP-BERECHNUNGSBLATT HEIZWÄRME [DOMENIG-MEISINGER I. ET.AL., S.48]	19
ABBILDUNG 8 RECHNERISCHER VERLAUF DER SPEZIFISCHEN VERLUSTE UND GEWINNE UND DES HEIZWÄRMEBEDARFS IM MONATSVERFAHREN NACH PHPP [DOMENIG-MEISINGER I. ET.AL., S.50]	20
ABBILDUNG 9 MESSSCHEMA MAKARTSTRABE	22
ABBILDUNG 10 SCHEMA DER DATENAUFZEICHNUNG UND WEITERVERARBEITUNG	23
ABBILDUNG 11 RAUMTEMPERATUREN, RAUMFEUCHTIGKEIT, AUßENTEMPERATUR, AUßENFEUCHTE MAKARTSTRABE 30, TAGESMITTELWERTE	26
ABBILDUNG 12 VERTEILUNG DER MITTLEREN RAUMTEMPERATUREN IN DEN WOHNÄUMEN ALS FUNKTION DER AUßENTEMPERATUR FÜR DIE MESSPERIODE 01.02.2008 – 31.01.2009 ALS STUNDENMITTELWERTE	27
ABBILDUNG 13 ÜBERSICHT ÜBER DIE GEMESSENEN TEMPERATURDATEN, STUNDENMITTELWERTE	28
ABBILDUNG 14 RAUM- UND AUßENTEMPERATUREN IM ZEITRAUM ZWISCHEN 22.JUNI 2008 UND 27.JUNI 2008	29
ABBILDUNG 15 RAUM- UND AUßENTEMPERATUR IM JUNI 2008	29
ABBILDUNG 16 ÜBERTEMPERATUREN IN DEN MESSWOHNUNGEN	30
ABBILDUNG 17 RAUM- UND AUßENTEMPERATUREN SOWIE RELATIVE RAUMFEUCHTE FÜR EINE „KÄLTEPERIODE“ IM FEBRUAR 2008	31
ABBILDUNG 18 SYSTEMTEMPERATUREN IM HEIZUNGSKREISLAUF IM FEBRUAR 2008	32
ABBILDUNG 19 REL. LUFTFEUCHTIGKEIT ÜBER RAUMTEMPERATUR FÜR DEN ZEITRAUM FEBRUAR 2008 BIS JÄNNER 2009	33
ABBILDUNG 20 RAUMFEUCHTEVERTEILUNG IN DEN MESSWOHNUNGEN, MAKARTSTRABE 30 FEB.08-JÄN.09	33
ABBILDUNG 21 SKIZZE DES MESSSCHEMAS, PROJEKT MAKARTSTRABE	34
ABBILDUNG 22 STROMVERBRAUCHSANTEILE IN PROZENT DES GESAMTSTROMVERBRAUCHS, MESSZEITRAUM 1. FEBRUAR 2008 – 31. JÄNNER 2009	36
ABBILDUNG 23 HEIZ-, END- UND PRIMÄRENERGIEVERBRAUCH	36
ABBILDUNG 24 VERTEILUNG DES WÄRMEVERBRAUCHS AN DREI HEIZSTRÄNGEN, 1. FEBRUAR 2008 – 31. JÄNNER 2009	37
ABBILDUNG 25 MONATLICHER ENERGIEVERBRAUCH, 1. FEBRUAR 2008 – 31. JÄNNER 2009	38
ABBILDUNG 26 STROMVERBRAUCH DER WOHNUNGEN, MONATSWERTE, EINGANG MAKARTSTRABE 30, ANONYMISIERT	39
ABBILDUNG 27 MONATLICHE ENERGIEBILANZ MAKARTSTRABE 30, MESSPERIODE 1.FEB.08-31.JÄN.09	39
ABBILDUNG 28 MONATLICHER STROMVERBRAUCH EINGANG MAKARTSTRABE 30, 1. FEBRUAR 2008 – 31. JÄNNER 2009	40

14 Tabellenverzeichnis

TABELLE 1: NORMKLIMAWERTE LINZ	8
TABELLE 2: ÜBERSICHT DER WOHNUTZFLÄCHEN DER MESSTECHNISCH ERFASTEN WOHNUNGEN	9
TABELLE 3: THERMISCHE BEWERTUNG DER KONSTRUKTION LAUT PLANUNG [GAP-SOLAR, S.2]	12
TABELLE 4: HERSTELLERDATENBLATT MELTEM M-WRG-S [MELTEM].....	13
TABELLE 5: PROJEKTGESAMTKOSTEN (INKL. NEBENKOSTEN) PRO M ² WOHNUTZFLÄCHE EXCL. MWST. WOHNUTZFLÄCHE ALT 3.106,11 M ² [DOMENIG-MEISINGER I. ET.AL., S.58]	16
TABELLE 6: TABELLENÜBERSICHT - TEILERGEBNISSE PHPP - BERECHNUNG [DOMENIG - MEISINGER I. ET. AL., S.46]	17
TABELLE 7: PRIMÄRENERGIEFAKTOREN (PE) VERSCHIEDENER ENERGIETRÄGER [PHPP 2007].....	24
TABELLE 8: WÄRME- UND STROMVERBRAUCH FÜR DEN MESSZEITRAUM 1.FEBRUAR 2008-31.JÄNNER 2009 .	35
TABELLE 9: TEMPERATUR- UND KLIMABEREINIGTE WERTE	37
TABELLE 10: ÜBERSICHT ÜBER DIE BERECHNETEN UND GEMESSENEN HEIZ- , END- UND PRIMÄRENERGIEKENNWERTE, MAKARTSTRABE 30	41

15 Quellen

- [DIN 1946 Teil 2] Raumluftechnik Gesundheitstechnische Anforderungen (Januar 1994)
- [Domenig-Meisinger I. et al.] I. Domenig-Meisinger, A. Willensdorfer, B. Krauss, J. Aschauer, G. Lang: Erstes Mehrfamilien-Passivhaus im Altbau, Berichte aus Energie und Umweltforschung 21/2007 Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie 1030 Wien
- [Feist W.] Dr. Wolfgang Feist (Herausgeber)
Arbeitskreis Kostengünstige Passivhäuser – Phase II
Protokollband Nr. 13
Energiebilanzen mit dem Passivhaus Projektierungs Paket
Darmstadt, Dezember 1998
- [gap-solar] Projektbericht Makartstraße Linz, gap-solar GmbH
Technologiepark17, A-4320 Perg
- [IG Passivhaus] IG Passivhaus Österreich
1000 Passivhäuser in Österreich - Interaktives Dokumentations-Netzwerk Passivhaus,
<http://www.igpassivhaus.at/>
(16.10.2007)
- [Meltem] www.lueftungsnet.de/html/meltem_m-wrg.html
(3.11.2009)
- [PHPP 2007] Passivhausprojektierungspaket Version 2007
Tabellenblatt Daten
- [Schnieders J. et al.] Jürgen Schnieders, Dr. Wolfgang Feist, Rainer Pfluger
Oliver Kah
Cepheus (Cost Efficient Passive Houses as European Standards)
Endbericht, Passivhaus Institut Darmstadt, Juli 2001
- [ZAMG] Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik
Klimadaten Österreich 1971 - 2000,
Hohe Warte, Wien
www.zamg.ac.at
(25.09.2007)

Anhang TQ-Bewertung

TQ-Bewertung Sanierung auf Passivhausstandard – Makartstraße, 4020 Linz
30.04.2009

Gebäudezertifikat

total quality

Sanierung auf Passivhausstandard Makartstraße



Tabellenteil



Allgemeine Projektbeschreibung

Bezeichnung	Eingabe	Anmerkungen
Gebäudenutzung	Wohnen	
Gebäudetyp	Mehrgeschossiger Wohnbau	
Bauweise	Sanierung Massivbau	
TQ-Bewertung: Planungsphase/Fertigstellung	Fertigstellung	
Anschrift	Makartstrasse 30-40, 4020 Linz	
Bauherr	GIWOG, Gemeinnützige Industrie-Wohnungs-AG	
Eigentümer	GIWOG, Gemeinnützige Industrie-Wohnungs-AG	
Verwalter	GIWOG, Gemeinnützige Industrie-Wohnungs-AG	
Baujahr	2006	
Katastralgemeinde	45204 Lustenau	
Voraussichtliche Nutzungsdauer für Rohbau	90 Jahre	

Planerteam

Bezeichnung	Name / Firma	Adresse
Architektur	Arch+More ZT GmbH, Velden/Wörthersee – Linz, DI Ingrid Domenig-Meisinger	
Energieplanung	E-Plus, DI Bernd Krauß	

Klimadaten und Seehöhe

Bezeichnung	Eingabe	Anmerkungen
Jährliche Heizgradtage (20°C/12°C)	3.527	Kd ... Kelvintage (Klimadaten: Kalksburg)
Jahressumme Globalstrahlung auf horizontale Ebene	1.048	kWh pro m ² und Jahr
Jahresniederschlag	ca. 800	mm ... Millimeter
Seehöhe	266	m ... Meter

Nähere Angaben zum Nutzungskonzept

Art der Bewirtschaftung: Mietwohnungen

Bau- und Ausstattungsbeschreibung

Das Projekt Makartstrasse der GIWOG ist die Sanierung eines in den 50-er Jahren errichteten 5-geschoßigen Wohnbaus. Ziel war es die bestehende Gebäudesubstanz nicht nur energetisch zu optimieren sondern auch eine Verbesserung der Lebensqualität an einer stark befahrenen Ausfallsstraße von Linz zu erreichen. In der Kategorie Modernisierung wurde das Projekt 2006 mit dem österreichischen Staatspreis für nachhaltiges Bauen ausgezeichnet.

Mittels vorgefertigter Fassadenelemente konnte im Erdgeschoß Niedrigenergie- und in den darüberliegenden Geschoßen der Passivhausstandard erreicht und somit der Heizwärmebedarf um bis zu 90% reduziert werden. Zusätzlich wurden die alten lärmbelasteten Balkone in die neue Fassade integriert und somit zusätzlicher Wohnraum geschaffen. Generell konnte die Lärmbelästigung durch die schalldämmende Eigenschaft der neuen Fassade stark reduziert werden.

Das Projekt zeigt wie die Modernisierung von alter Bausubstanz unter sozial verträglichen Rahmenbedingungen möglich ist und verbindet energetische Gebäudesanierung im mehrgeschossigen Wohnbau mit Steigerung von Wohn- und Lebensqualität.

Technische Details: Wand und Deckenaufbauten

Standardelement vorgehängte Fassade: ESA – Solarfassade (Süd)	
U-Wert: 0,096 W/m ² K	
Holzrahmen mit Befestigungslattung	119 mm
Mineralwolle	40 mm
Holzfaserhartplatte	3 mm
Wellpappenwabe	48 mm
Luftschicht	21 mm
Glasscheibe	6 mm

Flächenaufstellung der Gebäude

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
Netto-Grundfläche (NGFa)	3867,6 m ²		nach ÖN B 1800
Beheizte bzw. beheizbare Brutto-Grundfläche	2.345 m ²		nach ÖN B 8110-1
Überbaute Grundfläche (gesamt)	832,02 m ²		nach ÖN B 1800
Sonstige versiegelte Fläche	169,7 m ²		z.B. Zufahrt, Gehwege, Stiegenabgänge, Parkplätze
Grundstücksfläche (tatsächliche Fläche)	1813 m ²		Anteilig an Gesamtfläche
PKW-Stellplätze innen	Nein		

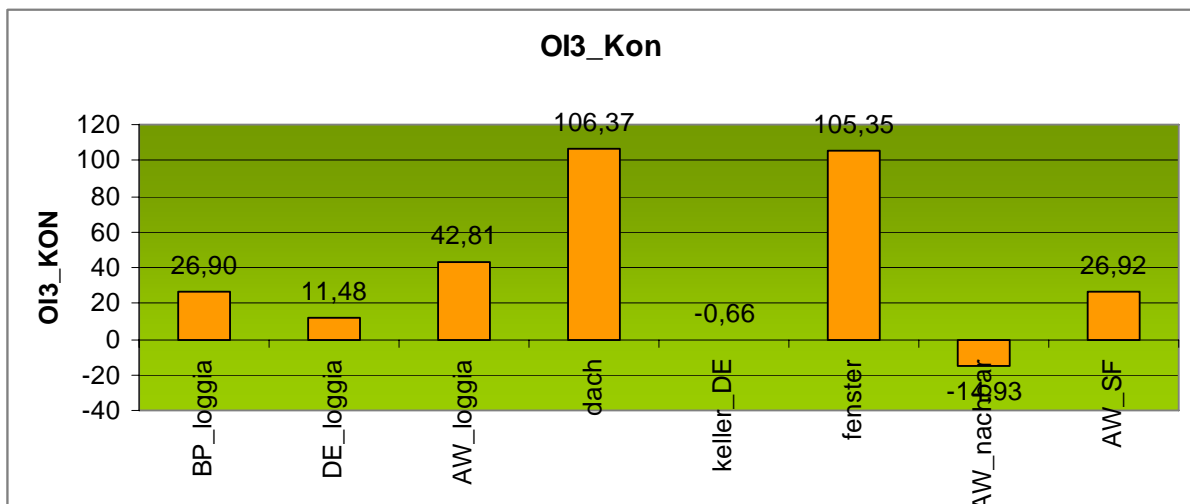
1 Ressourcenschonung

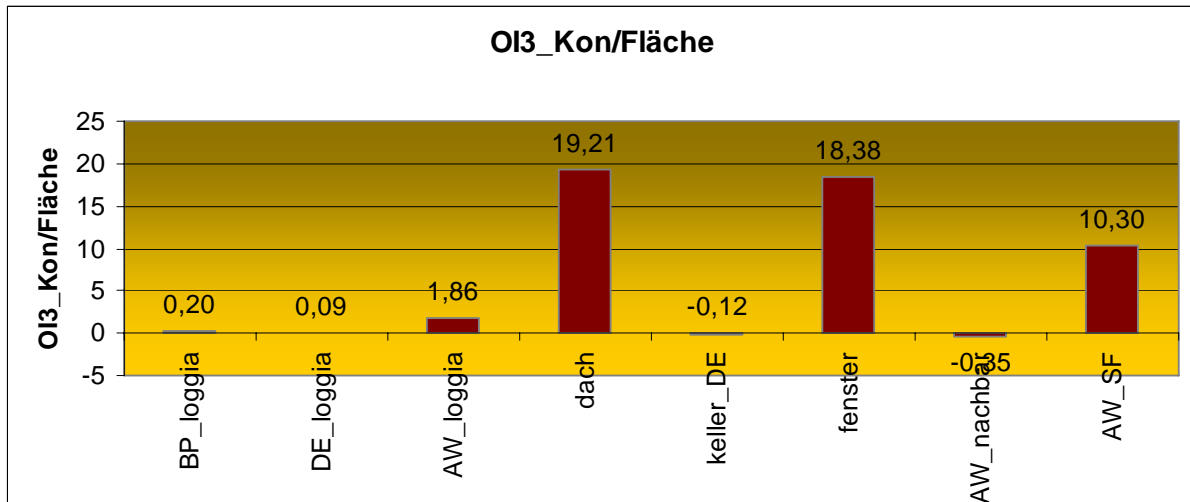
Berechnung OI3-Index Passivhauswohnanlage Am Mühlweg Bauteil C:

Kennwerte mit Bezug auf die Bruttogeschosßfläche und der Charakteristischen Länge des Gebäudes

Bruttogeschosßfläche:	4254,0	m ²
charakteristische Länge:	2,6	m

OI3	32	Punkte
OI3_{TGH,lc}	32,41	Punkte
OI3_{TGH,BGF}	50	Punkte





1-1 Energiebedarf des Gebäudes

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung*	Anmerkungen
Primärenergie für die Errichtung des Rohbaus (Baustoffproduktion) pro m ² NGF und Jahr*	3,35 kWh/m ² .a	5	Bezug: Netto-Grundfläche
Heiz- und Warmwasserwärmebedarf		4	Gesamtbewertung
Heizlast des Gebäudes gesamt	26,57 kW		
Heizenergiebedarf pro Jahr	34.717,53 kWh/a		
Heiz- und Warmwasserwärmebedarf gesamt; pro m ² beheizte BGF und Jahr	38,11 kWh/m ² .a		
davon: Heizwärmebedarf; pro m ² beheizte BGF und Jahr	14,63 kWh/m ² .a		
davon: Warmwasserwärmebedarf; pro m ² beheizte BGF und Jahr	23,75 kWh/m ² .a		
Charakteristische Länge	2,589		
Anteil der Erneuerbaren Energieträger am Heizwärmebedarf	100 Prozent	5	
Solaranlage für die Warmwasserbereitung	Es wird keine Solaranlage verwendet	0	

* Bezogen auf die Nutzungsdauer Rohbau (siehe „0 Allgemeine Projektbeschreibung“)

** Die Bewertungsskala reicht von -2 bis +5 Punkten. Ein Ergebnis von 0 entspricht in etwa der durchschnittlichen Qualität des Baubestandes.

1-2 Bodenschutz

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
Versiegelungsgrad der unbebauten Fläche	12,2 Prozent	4	
Ökologische Wertigkeit der bebauten Fläche	Nutzung bestehender Gebäudesubstanz	5	
Ökologie des Baulandes	Erhaltung der Vegetation und Neupflanzung	3	

1.3 Schonung der Trinkwasserressourcen

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
Regenwassernutzung vorhanden	Nein		
Wassersparende Sanitäreinrichtungen vorhanden	Nein		
Wasserzähler vorhanden	Nein		
Gesamtbewertung		-2	

1.4 Effiziente Nutzung von Baustoffen

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
Masse des Rohbaus	120,35 Tonnen		Enthält nicht die bestehende Substanz
Baustoffe mit Anteil an recyceltem oder wiedergewonnenem Material	> 25 % der Masse	5	
Trennbarkeit in sortenreine Fraktionen bei Sanierung oder Rückbau: - Trennbare Innenwandaufbauten - Trennbare Außenwandaufbauten - Trennbarer Bodenaufbau - Trennbare Geschosdecken	Ja Ja Ja Ja	5	Nachweis siehe Baubeschreibung
Produktauswahl	überwiegend regionale Produkte für Rohbau und Ausbau	5	Planerangabe
Transportmanagement	Transportmanagement ist ansatzweise vorhanden	0	

2 Verminderung der Belastungen für Mensch und Umwelt

2.1 Atmosphärische Emissionen (auf Basis Schätzung Massenauszug)

	Fläche m ²	OI3KON	OI3Kon / Fläche	OI3BGF	global warming (GWP100) kg CO ₂ eq.	photo- chemical oxidation kg C ₂ H ₂	acidifi- cation kg SO ₂ eq.	eutro- phication kg PO ₄ -eq	PEI nicht erneuerbar MJ	PEI erneuerbar MJ
makartstrasse	4281,17			90,5022945	216701,675	35,1896891	1438,70452	76,0503721	4194985,26	896807,206
BP_loggia	32,6	26,8973482	0,20481634	0,37392476	739,368	0,24035328	9,455304	0,44980176	20321,5505	11443,7237
DE_loggia	32,6	11,4844112	0,08745081	0,15965535	681,86975	0,11578314	6,3505126	0,28541072	17954,355	7452,79509
AW_loggia	185,7	42,8094273	1,85690142	3,3900685	2765,49083	1,33375218	64,905864	3,92484378	167453,409	118717,951
dach	773	106,370479	19,2060535	35,0637015	74208	7,04976	477,714	20,82462	1027405,4	22259,71
keller_DE	773	-0,65738033	-0,11869536	-0,21669723	18552	1,76244	119,4285	5,206155	256851,35	5564,92749
fenster	746,87	105,352898	18,3793026	33,5543364	73239,5955	14,13425	372,435377	17,2859408	1318696,38	31004,4659
AW_nachbar	99	-14,9277615	-0,34519732	-0,63021253	1425,6	0,135432	9,1773	0,400059	19737,3482	427,628322
AW_SF	1638,4	26,9187189	10,3017701	18,8075177	45089,751	10,4179184	379,237663	27,673541	1366565,46	699936,005

2-2 Abfallvermeidung: Trennung des Baustellenabfalls

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
Liegt ein Abfallkonzept inkl. Vermeidungskonzept für Bautätigkeit und späteren Rückbau/Abbruch vor?	Ja, Trennung gemäß Bau - restmassentrennverordnung		
Gesamtbewertung		2	

2-3 Abwasser

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
Schmutzwasserentsorgung	Kanalanschluss	Nicht bewertet	Dieser Punkt wird nur für Ein- bzw. Zweifamilienhäuser bewertet.
Versickerung des gereinigten Regenwassers von bebauten und versiegelten Flächen	war nicht Planungsziel	Nicht bewertet	Dieser Punkt wird nur für Ein- bzw. Zweifamilienhäuser bewertet.

2-4 Reduktion des motorisierten Individualverkehrs

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
1. Rahmenbedingungen für ein Verkehrskonzept		3	Gesamtbewertung für 1A bis 1E
1A. Beschreibung der Möglichkeiten des Verzichts auf das Auto liegt vor	Ja		
1B. Möglichkeit für Car-Sharing vorgesehen	Nein		Ist in Wien mittlerweile nahezu flächendeckend vorhanden.
1C. Zufahrtsmöglichkeit für Lieferdienste vorgesehen	Ja		
1D. Erreichbarkeits- / Entfernungsangaben von Einrichtungen des täglichen Bedarfs liegen vor	Ja		
1E. Erreichbarkeits- / Entfernungsangaben öffentlicher Haltestellen liegen vor	Ja		
2. Fahrradabstellplätze		2	Gesamtbewertung für 2A bis 2G
2A. Keine Abstellplätze vorhanden	Nein		
2B. Versperbarer Sammelraum	Ja		
2C. Versperbarer Sammelraum leicht zugänglich	Ja		
2D. Bügel für Fahrradsicherung im versperbaren Sammelraum	Nein		
2E. Abstellplätze für mehr als 50% der BewohnerInnen im versperbaren Sammelraum vorhanden	Ja		
2F. Abstellplätze im Freien mit Bügeln vorhanden	Nein		
2G. Abstellplätze im Freien sind wettergeschützt	Nein		

2-5 Reduktion von Belastungen durch Baustoffe

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
1. Vermeidung von PVC		1	Gesamtbewert. für PVC
- Kein PVC bei Elektrokabeln	Nein		
- Kein PVC in Sanitärinstallationen	Nein		
- Kein PVC bei Bodenbelägen	Ja		
- Kein PVC bei Fenstern	Nein		
- Kein PVC bei Folien	Ja		
- Kriterium in der Ausschreibung berücksichtigt	Nein		Nachweis liegt vor (Bauträgerangabe)
2. Vermeidung von PUR und PIR		-1	Gesamtbewertung PUR und PIR
- Beim Fenstereinbau	Nein		
- Bei der Rohrdämmung	Nein		
- Bei der Installationsfixierung	Nein		
- Bei der Füllung von Hohlräumen	Nein		
- Kriterium in der Ausschreibung berücksichtigt	Nein		
3. Chemischer Holzschutz			
- Wird außen Holz verwendet?	Nein	Nicht bewertet	
- Chemischer Holzschutz außen	Nein	Nicht bewertet	
- Konstruktiver Holzschutz	Nein	Nicht bewertet	
- Wird innen Holz verwendet?	Ja		
- Chemischer Holzschutz innen	nicht Gemäß österr. Holzschutzmittelverzeichnis	0	
4. Lösungsmittelarme bzw. -freie Voranstriche, Anstriche, Lacke und Klebstoffe		2	Gesamtbewertung für Anstriche, Lacke u. Kleber
- Verzicht auf Alkydharzlacke	Nein		
- Verzicht auf Nitrolacke	Ja		
- Verwendung lösungsmittelarmer Voranstriche	Nein		
- Verwendung lösemittelfreier Verlegeunterlagen	Nein		
- Überwiegender Einsatz von Naturklebstoffen	Ja		
- Lösungsmittelgehalt in der Ausschreibung berücksichtigt	Nein		

2-6 Vermeidung von Radon

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
Gesamtbewertung für Vermeidung von Radon		5	
Radonrisikopotenzial durch Radonkarten erhoben	Ja		
Baustoffe nach ÖN S5200 untersucht	Nein		

2.7 Elektrobiologische Hausinstallation

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
Gesamtbewertung für Elektrobiologische Hausinstallation		nicht bewertet	
Ist die Vermeidung von Elektromog ein Planungsziel?	Nein		war kein Planungsziel

2-8 Vermeidung von Schimmel

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
Trockenheit des Rohbaus	Erreichen der Gleichgewichtsfeuchte vor Wohnungsbezug	5	

3 Komfort für Nutzerinnen und Nutzer

3.1 Qualität der Innenraumluft

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
Lüftungskonzept / -system	Mechanische Lüftung, Wohnnutzung mit WRG	4	Gesamtbewertung Innenraumluft
Zuluftfilter: Frischluft ≥ 7 , Abluft ≥ 4	Nein		WRG...Wärmerückgewinnung
Effizienz der WRG > 75% und spezif. Strombedarf $\leq 0,4$ W/(m ³ h)	Ja		
Konzept zur Vermeidung von Luftschadstoffen	Ja		

3.2 Behaglichkeit

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
1. Behaglichkeit im Sommerbetrieb		5	Teilbewertung Sommerbetrieb
Planungsziel Lufttemperatur $\leq 26^{\circ}\text{C}$	Ja		
Planungsziel relative Feuchte $\leq 55\%$	Ja		
Nachweis über a) Dynamische Kühllastberechnung liegt vor, aktive Kühlung nicht erforderlich. Eine Raumtemperatur von 26°C wird an weniger als 50 Stunden im Referenzjahr überschritten	Ja		Nachweis durch dynam. Gebäudesimulation, bzw PhPP
2. Im Winterbetrieb		5	Teilbewertung Winterbetrieb
Planungsziel Lufttemperatur $18-22^{\circ}\text{C}$	Ja		
Planungsziel relative Feuchte $\geq 45\%$	Ja		
Luftgeschwindigkeit $\leq 0,15\text{ m/s}$	Ja		
Auslegungsbedingungen	Temperaturunterschied Wand/Luft kleiner 1K, Temperaturunterschied Glas/Luft kleiner 4K		Nachweis liegt vor K...Kelvin

3-3 Tageslicht

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
Tageslichtquotient* ist größer oder gleich 2 bei:	$2 \leq 55$ Prozent der Tops	2	

* In 2m Raumtiefe, 1m Seitenabstand von Wand; Nutzebene: 0,85cm über Fußbodenoberkante.

3-4 Sonnen- und Blendschutz

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
mindestens 1,5 Sonnenstunden erreichen am 21.12.	70 Prozent der Tops	3	

3.5 Schallschutz in den Wohnungen

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
Baulandkategorie	Kategorie 4: Kerngebiet (Büros, Geschäfte, Handel und Verwaltung ohne Schallemissionen sowie Wohnungen), Gebiet für Betriebe ohne Schallemission		anhand Ö-Norm 8115-2;
Nicht transparente Außenbauteile	63 dB	5	Bewertetes Schalldämmmaß R_w in Abhängigkeit v. Außenschallpegel $L_{A,eq}$ bei Tag
Transparente Außenbauteile	36 dB	1	Bewertetes Schalldämmmaß R_w in Abhängigkeit v. Außenschallpegel $L_{A,eq}$ bei Tag
Bewertetes Schalldämmmaß R_w (Trennwände)	62 dB	2	
Bewertetes Schalldämmmaß R_w (Decken zwischen Wohneinheiten)	65 dB	3	
Bewerteter Normtrittschallpegel $L_{n,T,w}$ (Decken zwischen Wohneinheiten)	39 dB	3	

3-6 Gebäudeautomation

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
Qualitätslevel	Elektroinstallation berücksichtigt Nutzungsänderungen; Erweiterungen durch Leerverrohrungen	2	

4 Langlebigkeit

4.1 Flexibilität der Konstruktion bei Nutzungsänderungen

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
Flexibilität der Konstruktion bei Nutzungsänderung		2	Gesamtbewertung
Dimensionierung der Deckenkonstruktion erlaubt Nutzungsänderungen	Ja		
Grundkonstruktion mit leicht austauschbaren Subsystemen	Ja		
Raumhöhen größer gleich 2,75 m	Nein		
Ausreichende Kapazität an Versorgungsschächten	Ja		
Versorgungsleitungen nur in als fix betrachteten Wänden	Nein		
Elektroinstallation mittels BUS-System oder ausreichende Kapazität an Leerverrohrung	Ja		
Beschreibung von baulichen und haustechnischen Maßnahmen für Nutzungsänderungen vorhanden	Nein		

4.2 Grundlagen für den Gebäudebetrieb und die Instandhaltung

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
Grundlagen Gebäudebetrieb und Instandhaltung		5	Gesamtbewertung
Leitfaden für Wartung und Instandhaltung	Ja		
Leitfaden für Betrieb	Ja		
Dokumentation der Gebäudetechniksysteme	Ja		
Dokumentation des Gebäudes	Ja		
Vollständige Ausführungszeichnungen	Ja		

5. Sicherheit

Einbruchsschutz

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
Ist erhöhter Einbruchsschutz ein Planungsziel?	Ja	2	
Gewählte Schutzmaßnahmen	Einzelmaßnahmen, einbruchshemmende Türen und Verglasungen		

Brandschutz

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
Brandschutz		1	Gesamtbewertung
Besondere Anforderungen an Baustoffe (Grundkonstruktion)	Ja		
Besondere Anforderungen an Innenausstattung	Nein		
Besondere Anforderungen an Brandschutzmaßnahmen im Haustechnikbereich	Nein		
Besondere Anforderungen an Brandmeldeeinrichtungen und automatische Löschanlagen	Nein		
Besondere Anforderungen an Fluchtwegkonzept	Nein		

Barrierefreiheit

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
Barrierefreiheit		2	Gesamtbewertung
Barrierefreiheit als Planungsziel?	Nein		
Ausstattungsmerkmale:			
Lift	Durchgängiger Lift		
Barrierefreie allgemeine Erschließungsflächen	Nein		Nachweis siehe Plandokumente
Mit geringem Aufwand barrierefrei gestaltbare Tops	Nein		

Umgebungsrisiken

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
Hochwasser	Basisrisiko nicht gegeben		
Muren	Basisrisiko nicht gegeben		
Lawinen	Basisrisiko nicht gegeben		
Geologische Stabilität	Basisrisiko nicht gegeben		
Erdbebensicherheit	Bedingungen nach ÖNORM B 4015-1 erfüllt		
Welche Schutzmaßnahmen wurden zur Verringerung eines Basisrisikos getroffen?			
Blitzschutz: Verbesserter Blitzschutz gegenüber behördlichen Auflagen	Nein		
Freiwilliger Blitzschutz realisiert	Nein		
Hochspannungsanlagen	empfohlener Abstand wurde eingehalten		
Spannung der nächsten Hochspannungsleitung	110 kV		
Abstand zur nächsten Hochspannungsleitung	> 1000 m		

6 Planungsqualität

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
Planungsqualität	siehe unten	4	Gesamtbewertung
Nutzungskonzept	Ja		
Zielvorgaben für Entwurfsbereiche	Ja		
Variantenanalyse	Ja		
Folgekostenabschätzung Verwaltung/Service	Ja		
Folgekostenabschätzung Strom	Ja		
Folgekostenabschätzung Brennstoffe	Ja		
Folgekostenabschätzung Wasser	Ja		
Folgekostenabschätzung Abwasser	Ja		
Folgekostenabschätzung Wartung/Instandhaltung	Ja		
Folgekostenabschätzung Reinigung	Ja		
Folgekostenabschätzung Umbaukosten	Ja		
Gebäudemanagement-Konzept	Nein		
Gebäudeinformationssystem (GIS)	Nein		

7 Qualitätssicherung bei der Errichtung

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
TQ-Bewertung für Errichtung oder Planung?	Errichtung		
Bauaufsicht		-2	Gesamtbewertung
Thermographie	Ja		
Blower-Door-Test	Ja		
Geräuschpegel bei Tag	Nein		
Beurteilungspegel	Nein		
Endabnahme	detaillierte Endabnahme, Prüfumfang hoch	5	

8 Infrastruktur und Ausstattung

8-1 Anbindung an die Infrastruktur

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
Anzahl der EinwohnerInnen der Stadt / der Gemeinde	Stadt < 100000 Einwohner		Wien
Entfernung zu:	Teilergebnisse siehe unten	4	Gesamtbewertung
Einkaufsmöglichkeiten (täglicher Bedarf)	50 m		Nachweis vorhanden
Freizeiteinrichtungen (Sport, Kultur)	300 m		Nachweis vorhanden
Restaurant/Essen	50 m		Nachweis vorhanden
Parks, Aufenthaltsmöglichkeit im Freien	200 m		Nachweis vorhanden
Apotheke	150 m		Nachweis vorhanden
Praktischer Arzt, Praktische Ärztin	200 m		Nachweis vorhanden
Haltestelle öffentlicher Verkehr	50 m		Nachweis vorhanden
Car-Sharing	> 1000 m		Nachweis vorhanden

BEWERTUNGSERGEBNISSE IM ÜBERBLICK

Das sind Ihre Ergebnispunkte

3,36

Kriterium bzw. Gruppe	Ergebnispunkte	Gewichtungsfaktor	Gewichtete Ergebnispunkte
1 Ressourcenschonung	3,63	0,1389	0,50
1.1 Energiebedarf des Gebäudes	3,50	0,3000	1,05
1.1.1 Primärenergie für die Errichtung des Rohbaus (Baustoffproduktion)	5,00	0,2500	1,25
Heizwärmebedarf (lt. PHPP)	4,00	0,2500	1,00
1.1.4 Anteil der Erneuerbaren Energieträger am Heizwärmebedarf	5,00	0,2500	1,25
Solaranlage für die Warmwasserbereitung	0,00	0,2500	0,00
1.2 Bodenschutz	4,67	0,2000	0,93
1.2.1 Versiegelungsgrad der unbebauten Fläche	5,00	0,3333	1,67
1.2.2 Ökologische Wertigkeit der bebauten Fläche	5,00	0,3333	1,67
1.2.3 Ökologie des Baulandes	4,00	0,3333	1,33
1.3 Schonung der Trinkwasserressourcen	2,00	0,2000	0,40
1.4 Effiziente Nutzung von Baustoffen	4,17	0,3000	1,25
1.4.1 Baustoffe mit Anteil an recyceltem oder wiedergewonnenem Material	5,00	0,3333	1,67

1.4.2 Trennbarkeit in sortenreine Fraktionen bei Sanierung oder Rückbau	5,00	0,3333	1,67
1.4.3 Produktauswahl	5,00	0,1667	0,83
Transportmanagement	0,00	0,1667	0,00
2 Verminderung der Belastungen für Mensch und Umwelt	2,96	0,1389	0,41
2.1 Atmosphärische Emissionen	5,00	0,2941	1,47
Beitrag zum Treibhauseffekt aus der Raumwärmeversorgung für die Gebäudenutzung	5,00	1,0000	5,00
2.2 Abfallvermeidung	2,00	0,1176	0,24
2.2.1 Minimierung des Baustellenabfalls	2,00	1,0000	2,00
2.3 Abwasser	Nicht bewertet	0,0000	
2.3.1 Schmutzwasserentsorgung	Nicht bewertet	0,0000	
2.3.2 Versickerung des gereinigten Regenwassers von bebauten und versiegelten Flächen	Nicht bewertet	0,0000	
2.4 Reduktion des motorisierten Individualverkehrs	2,50	0,1176	0,29
2.4.1 Rahmenbedingungen für ein Verkehrskonzept	3,00	0,5000	1,50
2.4.2 Fahrradabstellplätze	2,00	0,5000	1,00
2.5 Reduktion von Belastungen durch Baustoffe	0,25	0,2941	0,07
2.5.1 Vermeidung von PVC	1,00	0,2500	0,25
2.5.2 Vermeidung von PUR und PIR in Schäumen, Dichtungen, Dämmungen	-1,00	0,2500	-0,25
2.5.3 Chemischer Holzschutz außen	Nicht bewertet	0,0000	
Chemischer Holzschutz innen	-1,00	0,2500	-0,25

2.5.4 Lösungsmittelarme bzw. -freie Voranstriche, Anstriche, Lacke und Klebstoffe	2,00	0,2500	0,50
2.6 Vermeidung von Radon	5,00	0,0588	0,29
2.7 Elektrobiologische Hausinstallation	Nicht bewertet	0,0000	
2.8 Vermeidung von Schimmel	5,00	0,1176	0,59
3 NutzerInnenkomfort	3,15	0,1389	0,44
3.1 Qualität der Innenraumluft	4,00	0,2000	0,80
3.2 Behaglichkeit	5,00	0,2000	1,00
3.2.1 Im Sommerbetrieb	5,00	0,5000	2,50
3.2.2 Im Winterbetrieb	5,00	0,5000	2,50
3.3 Tageslicht	2,00	0,1500	0,30
3.4 Sonne im Dezember	3,00	0,1500	0,45
3.5 Schallschutz in den Tops	2,00	0,2000	0,40
Bewertetes Schalldämmmaß R_w Nicht-transparente Außenbauteile	5,00	0,1000	0,50
Transparente Außenbauteile	-1,00	0,1000	-0,10
Trennwände zwischen Wohneinheiten	2,00	0,2000	0,40

Decken zwischen Wohneinheiten	3,00	0,1000	0,30
Bewerteter Normtrittschallpegel $L_{n,T,w}$ (Decken zwischen Wohneinheiten)	3,00	0,1000	0,30
Basispegel $L_{A,95}$	-2,00	0,2000	-0,40
energieäquivalenter Dauerschallpegel bzw. Beurteilungspegel	5,00	0,2000	1,00
3.6 Gebäudeautomation	2,00	0,1000	0,20
4 Langlebigkeit	3,50	0,1111	0,39
4.1 Flexibilität der Konstruktion bei Nutzungsänderungen	2,00	0,5000	1,00
4.2 Grundlagen für den Gebäudebetrieb und die Instandhaltung	5,00	0,5000	2,50
5 Sicherheit	1,67	0,1111	0,19
5.1 Einbruchschutz	2,00	0,3333	0,67
5.2 Brandschutz	1,00	0,3333	0,33
5.3 Barrierefreiheit	2,00	0,3333	0,67
6 Planungsqualität	4,00	0,1111	0,44
7 Qualitätssicherung bei der Errichtung	5,00	0,1111	0,56
7.1 Bauaufsicht	5,00	0,5000	2,50

7.2 Endabnahme	5,00	0,5000	2,50
8 Infrastruktur und Ausstattung	3,00	0,1389	0,42
8.1 Anbindung an die Infrastruktur	5,00	0,5000	2,50
8.2 Ausstattungsmerkmale der Wohnungen und der Wohnanlage	1,00	0,5000	0,50
9 Kosten	Nicht bewertet	0,0000	
9.1 Errichtungskosten pro m2 Hauptnutzfläche	Nicht bewertet	0,0000	

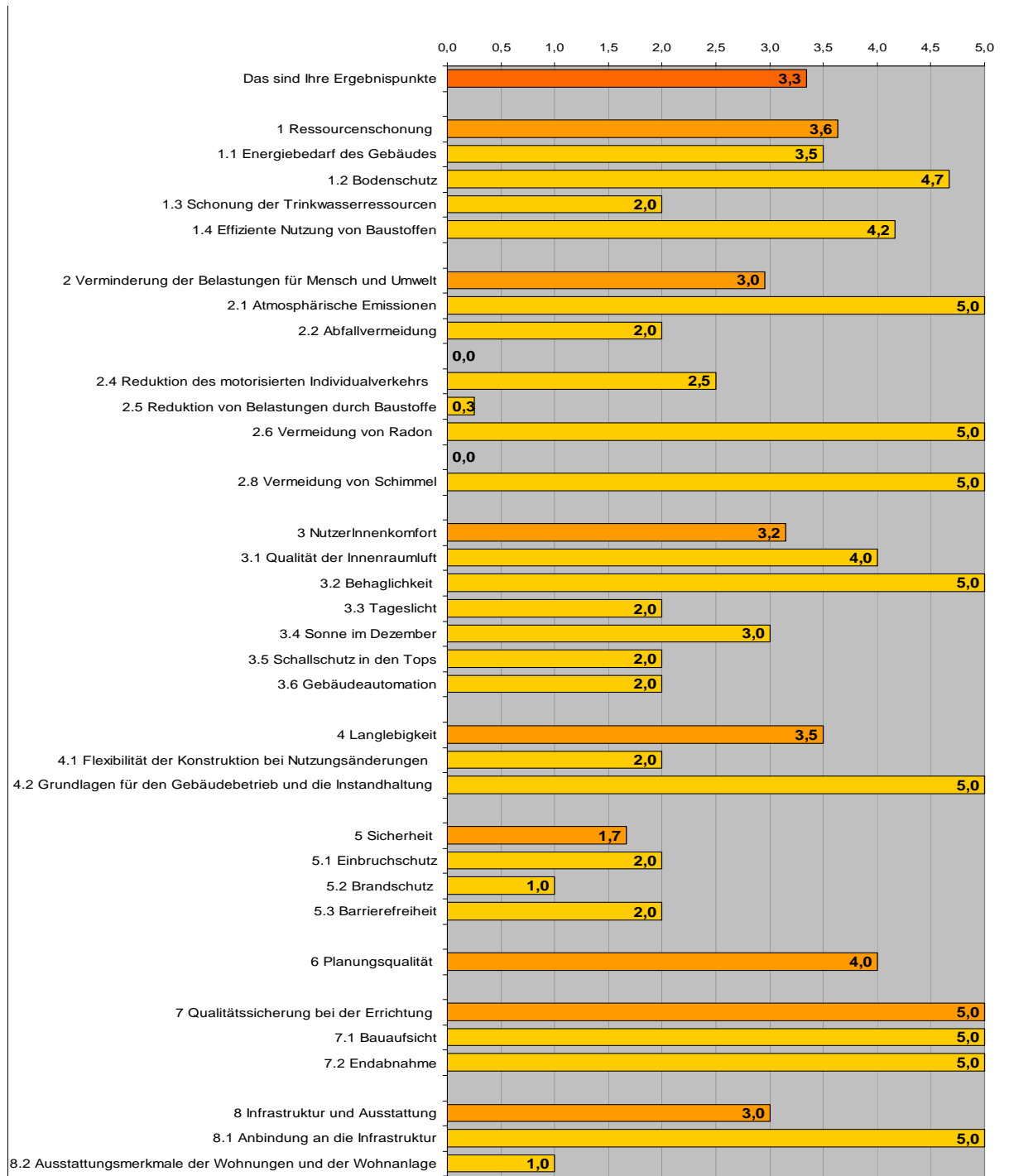
Legende:

Ergebnispunkte Gruppe	Gewichtungsfaktor Gruppe	Gewichtete Ergebnispunkte Gruppe
Ergebnispunkte Untergruppe	Gewichtungsfaktor Untergruppe	Gewichtete Ergebnispunkte Untergruppe
Ergebnispunkte einzelne Kriterien	Gewichtungsfaktor einzelnes Kriterium	Gewichtete Ergebnispunkte einzelnes Kriterium

Erklärungen zur Bewertung: Die gewichteten Ergebnispunkte der Gruppen werden aufsummiert und ergeben die Gesamtbewertung, die Sie ganz oben in diesem Blatt finden.

Fakultative Kriterien werden mit "Nicht bewertet" beschrieben, und der dazugehörige Gewichtungsfaktor wird Null.

GRAFISCHE ÜBERSICHT DER GESAMTERGEBNISSE



Erläuterungen wichtiger Qualitätskriterien

Das Total Quality (TQ)-Zertifikat besteht aus einer vierseitigen Kurzzusammenfassung sowie dem vorliegenden ausführlichen Tabellenteil. Im Folgenden werden einige wichtige, im Zertifikat vorkommende Begriffe bzw. Sachverhalte zusätzlich erläutert.

Heizwärmebedarf

Der **Heizwärmebedarf (HWB)** ist jene Wärmemenge die einem Gebäude im Normaljahr (Jahr mit durchschnittlichem Klima) zugeführt werden muss, um die gewünschte Raumtemperatur aufrecht zu erhalten. Der Heizwärmebedarf wird in Kilowattstunden (kWh) angegeben.

Der **spezifische Heizwärmebedarf** ist der auf die beheizte Brutto-Grundfläche (BGF) bezogene Heizwärmebedarf eines Gebäudes bzw. Raumverbandes. Die Brutto-Grundfläche ist gemäß ÖN B 1800 als Summe der Grundflächen aller Grundrissebenen eines Bauwerkes definiert. Der spezifische Heizwärmebedarf wird in kWh/m²_{BGF} angegeben.

Mit dem Ziel der Vergleichbarkeit wurde ein standardisiertes Berechnungsschema in der Europäischen Norm EN 832 festgelegt. In diese Berechnung des Heizwärmebedarfs fließen Klimadaten des Standortes in Form der Monatsmittelwerte der Globalstrahlung und der Lufttemperaturen ein. Auch Nutzungsdaten (Lüftungsverhalten, Abwärmen von Personen und Geräten) werden einbezogen. Die EN 832 wurde bei der Übernahme in das nationale Normenwerk von einzelnen Ländern unterschiedlich adaptiert. So wird in Deutschland (DIN EN 832) der Energiebedarf zur Warmwasserbereitung in den HWB hineingerechnet, in Österreich (ÖN EN 832) nicht.

Heizenergiebedarf

Der **Heizenergiebedarf** ist jene Energiemenge, die dem Gebäude im mittleren Jahr zur Deckung des Heizwärmebedarfs zugeführt werden muss (Brennstoffe, Fernwärme). Der Heizenergiebedarf wird aus dem Heizwärmebedarf unter Berücksichtigung des Jahres-Nutzungsgrades des/der Wärmebereitstellungssystem(s) errechnet. Als Heizenergie wird stets die Endenergie betrachtet, also jene Energiemenge, die auch bezahlt werden muss. Beträgt zum Beispiel der spezifische Heizwärmebedarf 30 kWh/m²_{BGF} und der Jahres-Nutzungsgrad 90 %, ergibt sich ein spezifischer Heizenergiebedarf von $30/0,9 = 33,33 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGF}}$; bei Verwendung von Heizöl EL mit einem Heizwert von rund 10 kWh/l entspricht das $33,33/10 = 3,33 \text{ l Heizöl pro m}^2_{\text{BGF}}$ und Jahr.

Schallschutz

Im Rahmen der Total-Quality-Bewertung wird bei Bürogebäuden nur die Abschottung gegen Außenlärm bewertet, und zwar an Hand von Planungsnachweisen der Schallschutzeigenschaften der Außenbauteile wie Außenwände, Fenster, Glasfassaden, etc. Messungen wie bei Wohngebäuden sind nicht vorgeschrieben.

Thermische Behaglichkeit im Winterbetrieb

Für die Beurteilung der thermischen Behaglichkeit im Winter wird in der Total-Quality-Bewertung die Differenz zwischen der inneren Oberflächentemperatur der Wand bzw. der Verglasung und der Raumlufttemperatur herangezogen. Die Berechnung erfolgt unter der Annahme, dass die Außenlufttemperatur gleich der Normaußentemperatur ist. Die Normaußentemperatur ist jene Außentemperatur, die für die Dimensionierung der Heizung herangezogen wird. Sie liegt für die meisten österreichischen Standorte im Bereich von -12°C bis -14°C . Die Berechnung wird für die ebene Außenwand bzw. die Verglasungsmittelpunkte von Verglasungen durchgeführt. Im Bereich von Kanten, Ecken, Fenster- bzw. Tür-Anschlüssen können auch tiefere innere Oberflächentemperaturen auftreten. Bei großen Verglasungen mit hohen U-Werten (etwa $U_{\text{Glas}} \geq 1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$, das bedeutet, dass bei einer Temperaturdifferenz von 1 K pro m² Verglasungsfläche eine Wärmeleistung von 1,6 W von innen nach

außen abgeführt wird und damit dem Innenraum „verloren“ geht) können an kalten Tagen bei entsprechend niedrigen inneren Oberflächentemperaturen Zugerscheinungen durch Kaltluftabfall an der inneren Glas-Oberfläche auftreten.

Messungen

Die im Folgenden beschriebenen Messungen werden nach Baufertigstellung gefordert.

Thermografie

Die Thermografie liefert Oberflächentemperaturverteilungen mit hoher Auflösung. Die thermografische Analyse der äußeren Gebäudeoberflächen erlaubt damit eine großflächige, qualitative und zerstörungsfreie Untersuchung der Wärmedämmeigenschaften von Gebäudeoberflächen. Eine genaue Ermittlung der U-Werte (Wärmedurchgangskoeffizienten) ist auf diese Weise nicht möglich; das Auffinden bestimmter Wärmebrücken (wie z.B. nicht ausreichend gedämmte auskragende Bauteile, Wärmebrücken aufgrund von Durchstoßungen der Wärmedämmung oder aufgrund von Baustoffwechsel) hingegen schon. Thermografie-Aufnahmen der Gebäudehülle bei Überdruck (innerer Luftdruck größer als der äußere Luftdruck) liefern darüber hinaus Informationen über Undichtheiten der Gebäudehülle.

Im Rahmen der TQ Messungen werden außenthermografische Aufnahmen überall dort durchgeführt, wo die Außenfassaden leicht erfassbar sind (z.B. Straßenfronten). Da für die Messung eine Mindesttemperaturdifferenz zwischen Innen- und Außenlufttemperatur von ca. 20 °C erforderlich ist, können die Messungen nur in der kalten Jahreszeit durchgeführt werden.

Da nicht alle Außenflächen gemessen werden, kann nicht ausgeschlossen werden, dass trotz der vorliegenden Nachweise Mängel auftreten. Durch die Überprüfung ist die Wahrscheinlichkeit, dass Mängel vorhanden sind, reduziert.

Messungen der Luftdichtheit

Wenn im Gebäude eine mechanische Lüftung mit Wärmerückgewinnung eingebaut ist, wird auch die Luftdichtheit stichprobenartig gemessen. Bedingung ist, dass die mechanische Lüftung entweder das ganze Gebäude oder zumindest den größten Teil des Gebäudes versorgt. Die Luftdichtheit muss gegeben sein, weil die mechanische Lüftung nur dann eine optimale Wirkung erbringen kann, wenn das Gebäude ausreichend dicht ist. Die Messung wird nach dem „Blower door“-Verfahren durchgeführt. Mit einem Ventilator wird eine Druckdifferenz von ca. 50 Pa zwischen Innen und Außen erzeugt und die Menge der ein- bzw. ausströmenden Luft gemessen.

Da die Luftdichtheit nicht in allen Tops gemessen wird, kann nicht ausgeschlossen werden, dass trotz der vorliegenden Nachweise in anderen Tops Mängel bezüglich der Luftdichtheit auftreten. Durch die Überprüfung ist die Wahrscheinlichkeit, dass Mängel vorhanden sind, reduziert.

Weiterführende Hinweise

Eine vollständige Erläuterung aller verwendeten Begriffe und eine Begründung der Zielwerte finden Sie unter www.argeTQ.at. Für weitere Erläuterungen bezüglich der TQ-Kriterien stehen Ihnen die Mitglieder der argeTQ zur Verfügung.

argeTQ-Mitglieder sowie Ansprechpartner:

Österreichisches Ökologie Institut
Robert Lechner
Seideng. 13
1070 Wien
Tel.: 01/523 61 05--38
Email: lechner@ecology.at

Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie
Dipl.-Ing. Dr. Bernhard Lipp
Alserbachstraße 5/8
1090 Wien
Tel.: 01/319 20 05-12
Email: blipp@ibo.at