



# Energetechnische und baubiologische Begleituntersuchung Bauprojekt Roschégasse 20

W. Wagner, A. Prein, F. Mauthner

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

**64/2009**

**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](http://www.NachhaltigWirtschaften.at)

# Energietechnische und baubiologische Begleituntersuchung Bauprojekt Roschégasse 20

Ing. Waldemar Wagner  
Andreas Prein, Bakk. rer. nat.  
Franz Mauthner, B.Sc

AEE - Institut für Nachhaltige Technologien

Gleisdorf, Juli 2008

**Ein Projektbericht im Rahmen der Programmlinie**



Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften

Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

**Auftragnehmer:**

**AEE – Institut für Nachhaltige Technologien**

A-8200 Gleisdorf, Feldgasse 19

Tel.: 03112 5886 –60

Fax: 03112 5886 –18

E-Mail: w.wagner@aee.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.tu-graz.ac.at

<http://www.ifz.tu-graz.ac.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

<b>1</b>	<b>ZIEL DES PROJEKTES</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>STANDORTINFORMATIONEN</b>	<b>2</b>
2.1	Geographische und klimatische Daten	3
<b>3</b>	<b>BESCHREIBUNG DES PROJEKTES UND DES SYSTEMKONZEPTES</b>	<b>4</b>
<b>3.1</b>	<b>Gebäudekonzept und Architektur</b>	<b>4</b>
3.1.1	Berechnung der TFA (treated floor area)	6
3.1.2	Beschreibung der Bauweise	7
3.1.3	Beteiligte am Projekt und zeitliche Organisation	8
3.1.4	Besonderheiten am Gebäudekonzept	8
<b>3.2</b>	<b>Haustechnikkonzept</b>	<b>9</b>
3.2.1	Wärmepumpen- Kompaktaggregat	9
<b>3.3</b>	<b>Das Messtechnikkonzept</b>	<b>13</b>
3.3.1	Messdatenerfassung und -verarbeitung	16
<b>4</b>	<b>ANALYSE DER MESSDATEN</b>	<b>18</b>
<b>4.1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>18</b>
4.1.1	Konventionen	18
4.1.2	Wetterdaten	19
<b>4.2</b>	<b>Detailergebnisse des messtechnischen Gebäudemonitorings</b>	<b>20</b>
4.2.1	Komfortparameter	20
4.2.2	Lüftungsanlage	25
4.2.3	Energiebilanz erstes Betriebsjahr	29
4.2.4	Heizlasten	37
<b>4.3</b>	<b>Zusammenfassung der Messergebnisse und Fazit</b>	<b>39</b>
<b>5</b>	<b>SOZIALWISSENSCHAFTLICHE BEGLEITFORSCHUNG – ERHEBUNG DER NUTZERAKZEPTANZ</b>	<b>40</b>
<b>5.1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>40</b>
<b>5.2</b>	<b>Beschreibung des Vorgehens</b>	<b>41</b>
<b>5.3</b>	<b>Ergebnisse der Fragebogenerhebung</b>	<b>41</b>
5.3.1	Sozialstatistische Daten	41
5.3.2	Allgemeine Zufriedenheit	41
5.3.3	Passivhaus	41
5.3.4	Energiesparen	41
5.3.5	Informationen und Einschulung	41
5.3.6	Lüftung, Heizung und Temperaturregelung	41
5.3.7	Außenanlagen der Siedlung und Infrastruktur	42
5.3.8	Soziale Kontakte	42
5.3.9	Image der Hausverwaltung	42
<b>5.4</b>	<b>Interviews mit BewohnerInnen</b>	<b>42</b>

5.5	<b>Interview mit dem Architekten</b>	<b>43</b>
5.6	<b>Resümee aus der sozialwissenschaftlichen Begleitforschung</b>	<b>44</b>
6	<b>VERZEICHNISSE UND DOKUMENTATIONEN</b>	<b>45</b>
6.1	<b>Fotodokumentation</b>	<b>45</b>
6.2	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>47</b>
6.3	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>48</b>
6.4	<b>Quellenverzeichnis</b>	<b>49</b>
7	<b>ANHANG</b>	<b>50</b>
7.1	<b>Kurzdokumentation</b>	<b>50</b>



## 1 Ziel des Projektes

Ziel des Projektes ist es, im Rahmen der Programmlinie „Haus der Zukunft“ eine energetische und baubiologische Untersuchung und Bewertung von innovativen Gebäuden, unter Berücksichtigung der Benutzerakzeptanz durchzuführen.

Da Aspekte wie das Lüftungsverhalten, Raumtemperaturen oder der persönliche Umgang mit internen Lasten bzw. passiven-solaren Energieeinträgen das Gebäudeverhalten bei modernen Niedrigenergiebauweisen beträchtlich beeinflussen, sollen die energierelevanten Detailauswertungen im Zusammenhang mit den soziologischen Untersuchungen das Benutzerverhalten betreffend Aussagen über die Alltagstauglichkeit der Gebäude ermöglichen. Die energietechnische Evaluierung beinhaltet die Energiebilanz über das gesamte Gebäude bzw. über die einzelnen Wohneinheiten mit speziellem Fokus auf den Heizenergieverbrauch, den Warmwasserverbrauch, den Stromverbrauch für Haushalt und haustechnische Einrichtungen bzw. die Komfortparameter Raumtemperatur und Raumfeuchte unter Berücksichtigung des tatsächlichen Klimas, welches durch Messung der Außentemperatur bzw. der solaren Einstrahlung festgehalten wird.

Ein weiteres Arbeitspaket soll die ökologische Qualität der Gebäude durch die Materialwahl bzw. Maßnahmen während der Errichtung sowie in der anschließenden Nutzung des Gebäudes beurteilen. Mit Hilfe des TQ-Planungs- und Bewertungstools soll jedes Gebäude einen ökologischen Ausweis bekommen, an Hand dessen die Gebäude miteinander verglichen werden können.

Die drei Themenbereiche werden dem Realisierungsgrad der Gebäude angepasst, beginnend bei der Planung über die Bauphase bis in die ersten zwei Nutzungsjahre.

Neben der Analyse einzelner Gebäude ist der Vergleich mit Gebäuden ähnlicher Bau- bzw. Nutzungsart ein wesentliches Ziel des Projektes.

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.

Zum Vergleich der Gebäude untereinander sowie mit anderen gemessenen Passivhäusern wie z.B. die Gebäude aus dem Projekt Cepheus wird am Ende des Projektes ein separater Berichtsteil erstellt.

## 2 Standortinformationen

Die Passivhaus - Wohnhausanlage Roschégasse wurde am 15. Dezember 2006, an der Ecke Roschégasse/Pantucekgasse im Südosten Wiens (11. Bezirk Simmering), fertig gestellt.

Nachfolgende Abbildung 1 zeigt die Lage der Roschégasse in Wien.

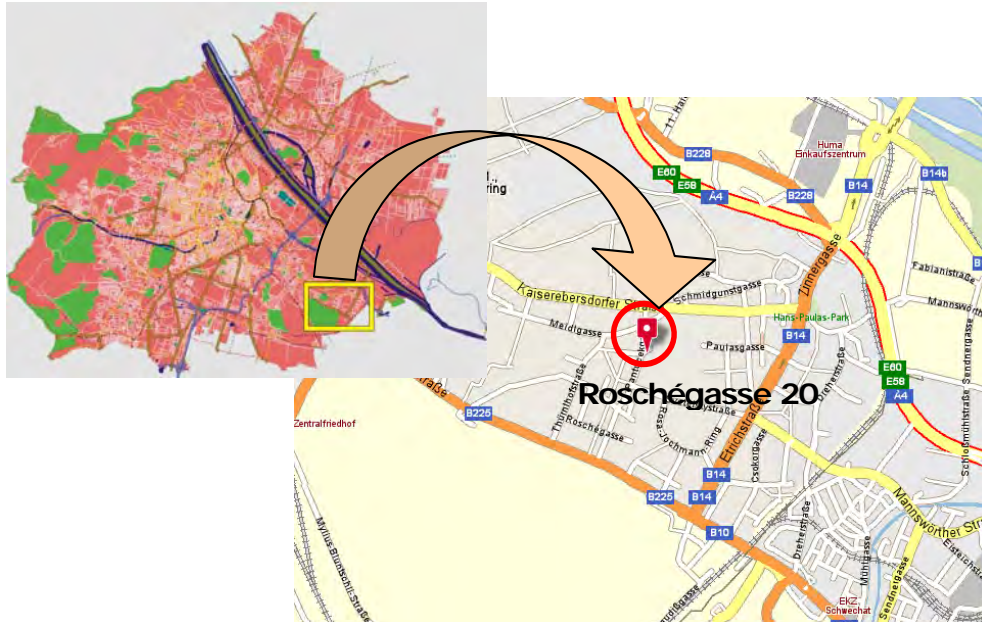


Abbildung 1: Die Lage der Roschégasse 20 in Wien

Unter der Gesamtleitung der gemeinnützigen Siedlungsgenossenschaft: AH! (Altmannsdorf und Hetzendorf) reg.Gen.m.b.H. entstand an diesem Standort die bis dahin größte Passivhaus- Wohnanlage Österreichs. Sie umfasst 114 Wohneinheiten mit ca. 9.564 m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche, eine Tiefgarage und Gemeinschaftsräume (vgl. Abbildung 2).



Abbildung 2: Lage des Baugrundstückes

Die Bebauung an den beiden Straßenfronten im Westen und Norden wurde 4-geschoßig mit einem zurückgesetzten Dachgeschoss ausgeführt.

Im Süden und Osten umschließen 3-geschoßige Zeilenbauten mit Maisonetten und darüber liegenden Geschosswohnungen den Hof.

Ergänzt wird dieses Ensemble durch einen kompakten, 3-geschoßigen Baukörper im Inneren des Hofes [DI Wilhelm Hofbauer].

In Abbildung 3 ist der Gebäudeentwurf als Gesamtansicht dargestellt.



Abbildung 3: Gesamtansicht Südost Roschégasse [Treberspurg & Partner Architekten]

Durch die großen, kompakt gehaltenen Baukörper und die sehr guten Dämmstandards ergibt sich der für Passivhäuser charakteristische, äußerst geringe Heizenergiebedarf.

## 2.1 Geographische und klimatische Daten

Lage in Wien	Simmering, XI. Wiener Gemeindebezirk Pantucekgasse 14/Roschégasse 12, A- 1110 Wien
Koordinaten Wien	geographische Länge: von E 16° 10' bis 16° 34' geographische Breite: von N 48° 07 bis 48° 19'
Meereshöhe (Stephansplatz)	171 m ü.A.

In nachfolgender Tabelle 1 sind die lokalen Klimadaten für den Standort Wien Simmering laut OIB Klimadatenkatalog angeführt.

Tabelle 1: Klimadaten Wien Simmering [OIB, PEP]

PLZ	Ortsname	Seehöhe	HGT <sub>12/20</sub>	HT <sub>12</sub>	$\theta_e$	$\theta_{ne}$	I <sub>horizontal</sub>
		m	Kd/a	d	°C	°C	kWh/m <sup>2</sup> a
1110	Wien Simmering	175	3387	207	3,64	-13	1122,4
Heizgradtage $HGT_{12/20}$ in der Heizperiode Heiztage $HT_{12}$ in der Heizperiode Mittlere Außentemperatur $\theta_e$ in der Heizperiode Norm-Außentemperatur $\theta_{ne}$ Globalstrahlungssumme auf horizontale Fläche $I_{horizontal}$ für Wien nach PEP							

Gemäß Klimadatenkatalog des OIB treten in Wien Simmering im Mittel 3387 Heizgradtage auf und die Auslegungstemperatur für die Heizung liegt bei -13°C [OIB, statistische Werte]. Die Globalstrahlungssumme auf die horizontale Fläche beträgt gemäß Standardwetterdatensatz für Wien, der im Rahmen des EU-Projektes „Promotion of European Passive Houses (PEP)“ für die Verwendung im Passivhausprojektierungspaket (PHPP) festgelegt wurde 1122,4 kWh/m<sup>2</sup>a.

Der gemessene Wert für die Globalstrahlungssumme auf die horizontale Fläche beträgt für den Standort Roschégasse im Jahr 2007 gesamt 1201,1 kWh/m<sup>2</sup>a und es wurden für dieses Jahr 3452 Heizgradtage ermittelt [AEE INTEC].

### 3 Beschreibung des Projektes und des Systemkonzeptes

#### 3.1 Gebäudekonzept und Architektur

Bei der Planung des Gebäudes wurde besonders darauf Wert gelegt Wohnqualität zu erzielen, die über ein optimales Raumklima hinausgeht.

Die Bebauung an den beiden Straßenfronten ist 4-geschossig, mit einem zurückgesetzten Dachgeschoss ausgeführt. Um keine Wohnung ausschließlich zur Straße zu orientieren wurden in diesem Bereich Spänner-Typen mit zum Hof gerichteten Freiflächen entwickelt. Im Süden und Osten umschließen 3-geschoßige Zeilenbauten mit Maisonetten und darüber liegenden Geschosswohnungen den Hof. Durch das Abrücken der Zeilen von der Grundgrenze werden diese von zwei Seiten belichtet. Zwischen den Zeilen fungieren die Stiegenhäuser als Gelenke und erschließen die Laubengänge im 2.Stock. Ergänzt wird die Bebauung durch einen kompakten, 3-geschoßigen Baukörper im Inneren des Hofes.

Durch die großen, kompakt gehaltenen Baukörper ergibt sich ein sehr niedriger Energiebedarf. Die Gliederung konzentriert sich auf wenige großvolumige Gestaltungselemente, wie die Erker an der Roschégasse 20 oder die stark akzentuierten, z.T. auskragenden Dachgeschosse, von denen aus man einen herrlichen Blick bis zum Schneeberg genießen kann.

Nachfolgende Abbildung 4. zeigt unterschiedliche Ansichten des fertiggestellten Gebäudes in der Roschégasse.



Abbildung 4: oben: Ansicht Südwest [Treberspurg & Partner Architekten]  
unten links : Verschattungselemente am südseitigen Balkon  
unten rechts: PV- Anlage an der Südfassade [AEE INTEC]

Aus den 114 Wohneinheiten wurden fünf, für den Baukörper charakteristische Wohnungen zur genaueren Vermessung ausgewählt.

Abbildung 5 zeigt eine Grundrissdarstellung des Wohngebäudes, sowie farblich hervorgehoben, die Lage der fünf für das Monitoring gewählten Wohnungen.

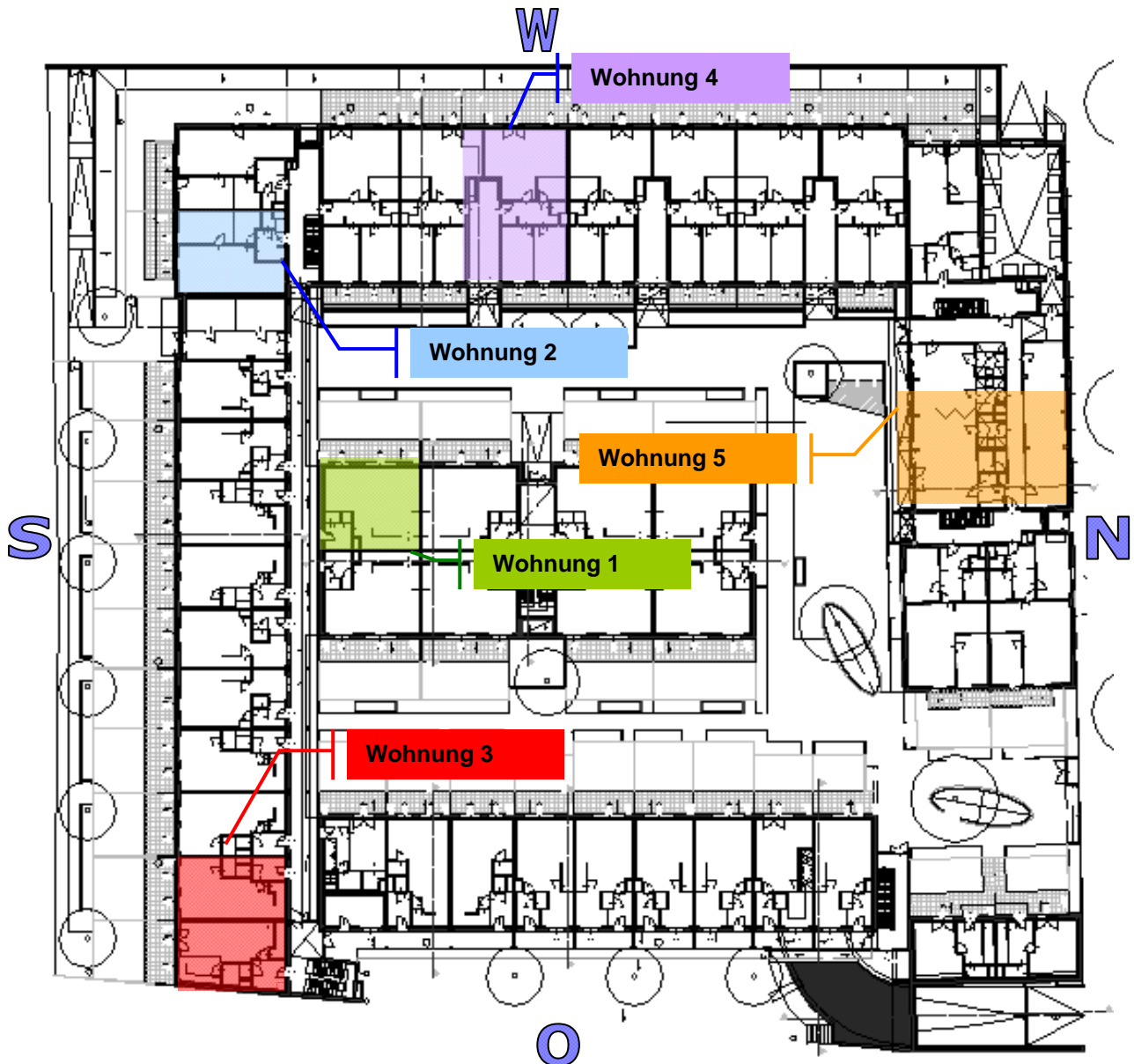


Abbildung 5: Regelgeschossgrundriss mit Lage der fünf Messwohnungen

Die einzelnen Messwohnungen wurden nach ihrer topografischen sowie nach ihrer baulichen Lage innerhalb des Baukörpers so gewählt, dass sie in Summe möglichst repräsentativ das Verhalten des gesamten Gebäudes widerspiegeln.

Es wurde sowohl die Lage der Wohnungen im Bezug auf die Himmelsrichtungen berücksichtigt, als auch die architektonisch bedingten Unterschiede, die sich etwa durch angrenzende Außenwände (vgl. Abbildung 5, Wohnung 3) ergeben.

Für die Ermittlung des spezifischen Heizenergiebedarfs in kWh/m<sup>2</sup> stellen diese hier vorgestellten Wohnungen jene Referenzflächen dar, auf die diese Kennzahl bezogen wird.

Die Energiebezugsfläche (TFA- treated floor area) der fünf vermessenen Wohnungen, also die Berechnungsgrundlage für die Ermittlung der Energiekennzahlen liegt bei 427,23m<sup>2</sup>. Insgesamt beträgt die Energiebezugsfläche für das gesamte Gebäude laut PHPP 10067,9 m<sup>2</sup>.

In Tabelle 2 sind die einzelnen Wohnnutzflächen sowie die Energiebezugsflächen der ausgesuchten Messwohnungen angeführt.

Tabelle 2: Übersicht der Wohnnutzflächen der messtechnisch erfassten Wohnungen

	Wohnnutzfläche [m <sup>2</sup> ]	Energiebezugsfläche TFA [m <sup>2</sup> ]
Wohnung 1	104,78	100,57
Wohnung 2	60,03	60,03
Wohnung 3	90,22	87,59
Wohnung 4	71,44	71,44
Wohnung 5	100,76	100,76

Die gesamte Energiebezugsfläche der fünf Messwohnungen beträgt somit 420,38 m<sup>2</sup>.

Die Berechnung der TFA (treated floor area) erfolgt nach Vorgaben des Passivhaus Instituts in Darmstadt und wird nachfolgend näher erläutert.

### 3.1.1 Berechnung der TFA (treated floor area)

- 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.
- 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.
- Keller, Technikräume u.ä. innerhalb der thermischen Hülle, die keine Wohnräume sind, werden zur 60% angerechnet.
- Berechnung der Grundfläche:
  - Die Grundfläche eines Raumes wird aus den Rohbaumaßen ermittelt. Ein Abzug für Putz usw. ist nicht vorzunehmen.
  - Als Rohbaumaße sind die lichten Maße zwischen den Wänden anzusetzen ohne Berücksichtigung von Wandgliederungen, Wandbekleidungen, Fuß- und Scheuerleisten, Öfen, Heizkörpern usw.
- Schornsteine, Pfeiler, Säulen usw. mit weniger als 0,1 m<sup>2</sup> Grundfläche werden nicht von der EBF abgezogen.
- Tür- und Fensternischen werden nicht berücksichtigt
- Schrägen:
  - Raumteile mit einer lichten Höhe von mindestens 2 Metern werden voll angerechnet.
  - Raumteile mit einer lichten Höhe von mindestens 1 und weniger als 2 Metern werden zur Hälfte angerechnet.

Die einheitliche Bestimmung dieser Bezugsfläche sollte besonders gründlich und einheitlich erfolgen, da eine falsche Angabe dieses Wertes sich natürlich sehr stark auf die spezifische Energiekennzahl auswirkt.

### 3.1.2 Beschreibung der Bauweise

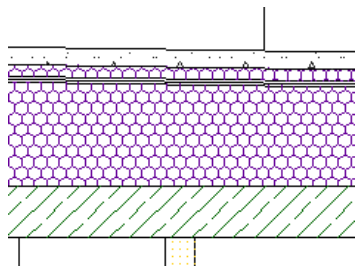
Das Gebäude wurde in Massivbauweise errichtet, wobei die tragenden Bauteile in Stahlbeton und Macuphon-Steinen ausgeführt wurden. Die Außenwände im Erdgeschoss bestehen aus 18 cm Stahlbeton, welcher mit 26 cm bis 35 cm Austrotherm EPS-F Platten gedämmt ist. Als wetterfeste Außenschicht dient ein 0,5 cm dicker Kunststoffdünnputz. Innenseitig wurde eine 0,5 cm dicke Spachtelung aufgebracht.

Die nicht tragenden Innenwände wurden als Gipskartonständerwände ausgeführt.

Das statische Konzept kommt mit geringen Deckenspannweiten aus. Die thermische Trennung der Baukörper vom Tiefgeschoss erfolgt über eine 20 cm dicke Dämmlage, die statisch über punktweise Elastomerlager angebunden ist (Wärmebrückenfreiheit).

In Abbildung 6: sind die Regelquerschnitte der wichtigsten Außenbauteile angeführt.

#### Decke/ Dach



**U = 0.10 W/m<sup>2</sup>K**

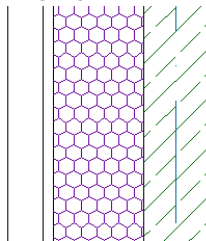
**Außen/ kalt**

Gründach/Kies	0,5 cm
Vlies	4,0 cm
Austrotherm XPS TOP 30 GK	2,0 cm
3-lagige bituminöse Dachdichtungsbahn	32,0 cm
2-lagig Austrotherm EPS-W25	0,5 cm
Bitumendachbahn mit Metallfolie	18,0 cm
Stahlbeton-Decke	0,5 cm
Spachtelung	

**Innen/ warm**

**U = 0.13 W/m<sup>2</sup>K**

#### Außenwand

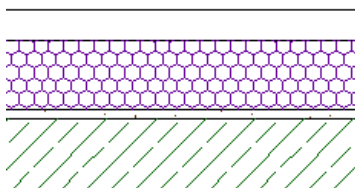


**Außen/kalt**

Kunststoffdünnputz	0,5 cm
Austrotherm EPS- F	30,0 cm
Stahlbeton- Wand	18,0 cm
Spachtelung	0,5 cm

**Innen /warm**

#### Kellerdecke/ Boden



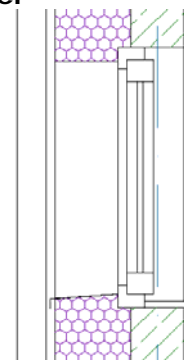
**U = 0.14 W/m<sup>2</sup>K**

**Innen/ warm**

Fußbodenbelag	1,5 cm
Estrich	5,0 cm
PAE- Folie	---
Austrotherm EPS- Trittschall	2,0 cm
Austrotherm EPS- W25	18,0 cm
gebundene Polystyrolschüttung	5,0 cm
Stahlbeton- Decke	20,0 cm

**Keller/ unbeheizt**

#### Fenster



**Verglasung**

**U<sub>G</sub> = 0.60 W/m<sup>2</sup>K**

**Gesamtfenster**

**U<sub>W</sub> = 0.79 W/m<sup>2</sup>K**

Abbildung 6: Regelquerschnitte der Außenbauteile [Treberspurg & Partner Architekten]

### 3.1.3 Beteiligte am Projekt und zeitliche Organisation

Der Bauträger und Eigentümer des Projektes ist die Gemeinnützige Siedlungs-Genossenschaft Altmannsdorf und Hetzendorf reg.Gen.m.b.H. Die Anlage besteht aus 114 Genossenschaftswohnungen, die nach Abschluss eines Nutzungsvertrages an Genossenschaftsmitglieder vermietet werden.

Die kleinste Wohnung ist ca. 61 m<sup>2</sup>, die größte Wohnung ca. 125 m<sup>2</sup> groß. Jeder Wohnung ist im Kellergeschoss ein großzügiger Einstellraum zugeordnet.

In Tabelle 3 sind in einer Übersicht die wichtigsten Beteiligten am Bauprojekt aufgelistet.

Tabelle 3: Beteiligtenliste und zeitliche Organisation

Planungsbeginn	02. 2004
Spatenstich	07. 2005
Schlüsselübergabe/ Bezug	12.2006 – 03.2007
Bauträger und Eigentümer	Gemeinnützige Siedlungs-Genossenschaft Altmannsdorf und Hetzendorf reg.Gen.m.b.H.
Generalunternehmen	Porr Projekt und Hochbau AG
Architektur	Treberspurg und Partner Architekten ZT GesmbH; DI. Christian Wolfert
Haustechnik	HKLS Thermo Projekt Haustechnische Planungs GmbH
Bauphysik	Ingenieurbüro Wilhelm Hofbauer
Statik	Hollinsky & Spreitzer ZT GesmbH
Elektroplanung	Ingenieurbüro Helmut Redl

### 3.1.4 Besonderheiten am Gebäudekonzept

Ein wesentlicher Bestandteil des Planungskonzeptes war das Einbinden einer Photovoltaikanlage als integrativen Bestandteil des Entwurfes und sichtbares Symbol für Nachhaltigkeit und die Möglichkeit der Versorgung des Projektes mit erneuerbaren Energien (Abbildung 7). Die PV Anlage wurde von Wien Energie errichtet und betrieben und der gewonnene Strom in das Netz von Wien Energie eingespeist.



Abbildung 7: Die Photovoltaikanlage auf der Südfassade der Wohnanlage

Da in Passivhausanlagen ein wesentlicher Anteil des Energieverbrauches durch das Nutzerverhalten beeinflusst wird legte der Eigentümer großen Wert auf eine umfassende Einschulung der BewohnerInnen.

Vor der Unterzeichnung der Mietverträge wurde mit Hilfe eines Fragebogens ermittelt ob die individuellen Wohnbedürfnisse der Interessenten mit den Wohnbedingungen in einem Passivhaus übereinstimmen.



Weiters wurde vor der Schlüsselübergabe ein Informationsabend mit den zukünftigen Mietern abgehalten, um diese auf die Besonderheiten beim Bewohnen eines Passivhauses vorzubereiten. In individuellen Beratungsgesprächen wurde auf die Fragen der BewohnerInnen vertiefend eingegangen und in persönlichen Wohnungsübergaben nochmalig die Handhabung des haustechnischen Systems erklärt.

Des weiteren wurde vom Eigentümer :ah! eine eigene Projekthomepage (zu finden unter <http://www.ah-passivhaus.at/home.php>) mit allgemeinen Informationen über das Bewohnen von Passivhäusern, Projekttermine, Haustechnik, oft gestellten Fragen usw. erstellt.

## 3.2 Haustechnikkonzept

Im Mittelpunkt der gesamten Haustechnik befindet sich das dezentral realisierte Lüftungssystem der Firma Drexel&Weiss. Durch den Einsatz von Wärmepumpen- Kompakt- aggregaten in den einzelnen Wohnungen (Typ Aerosmart S) wird sowohl der erforderliche Luftwechsels sichergestellt, als auch der Heizwärmebedarf sowie der Warmwasserbedarf gedeckt.

### 3.2.1 Wärmepumpen- Kompaktaggregat

Im Falle der Roschégasse wird die Außenluft zentral über Dach angesaugt und mit einem Feinstaubfilter gereinigt.

Danach erfolgt eine Konditionierung der Außenluft (Vorwärmung oder Vorkühlung) über einen Luft/Sole - Wärmetauscher. Für jedes Stiegenhaus gibt es einen eigenen Ansaugturm mit einem Sole/Luft - Wärmetauscher. Der Solekreis wird aus Tiefensonden gespeist.

Das System, das in Abbildung 8 schematisch dargestellt ist, arbeitet mit 11 Tiefensonden á 100 m, verwendet ein Wasser-Glykolgemisch als Trägermedium und wird mittels Ringleitungen mit den Heiz- und Kühlregistern über Dach verbunden.

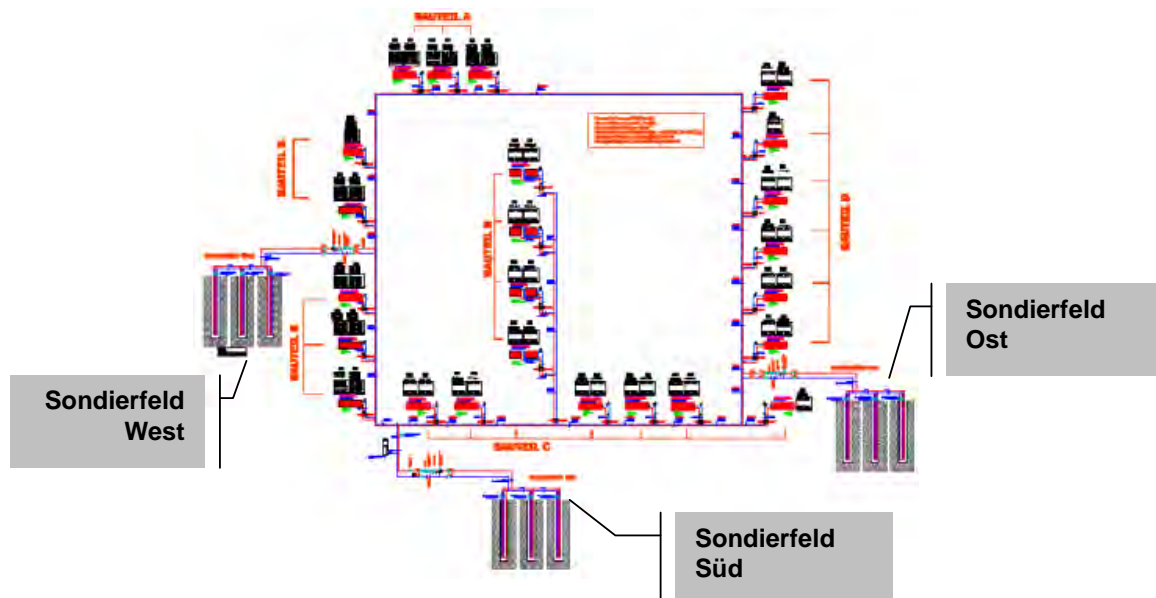


Abbildung 8: Schematische Darstellung der Lage der Bohrungen und des Verteilsystems des Erdreichwärmetauschers

Die gefilterte und konditionierte (vorgewärmt oder vorgekühlt) Außenluft gelangt, wie in Abbildung 9 dargestellt, über zentrale Schächte in die dezentralen Kompaktlüftungsgeräte.



Abbildung 9: Sammelschacht für die Zu- und Abluftleitungen und Luftverteilung in abgehängten Decken [DI Wilhelm Hofbauer]

Über eingebaute Wärmerückgewinnungsregister kann in den Kompaktlüftungsgeräten die Wärme der Abluft genutzt werden und zusätzlich erfolgt über den Betrieb einer Kleinstwärmepumpe die Warmwasserbereitung (vgl. Abbildung 10).

Die vorgewärmte Zuluft wird über Rohrleitungen, die in abgehängten Decken verlaufen, und in weiterer Folge über Weitwurfdüsen in die Wohnräume eingebracht.

Die Luft durchströmt den Wohnraum (Überströmöffnungen an den Türschlitzen ermöglichen Luftwechsel), bevor sie in Bädern, WC´s und Küchen wieder abgesaugt wird.

Um ein Verschmutzen des Wärmetauschers zu verhindern, ist vor dem Lüftungsgerät ein Abluftfilter angeordnet.

In Abbildung 10 ist das Funktionsschema eines solchen Wärmepumpen- Kompaktaggregates dargestellt, bzw. ist auf der rechten Seite ein Schemenbild für das eingesetzte Gerät in der Roschegasse dargestellt.

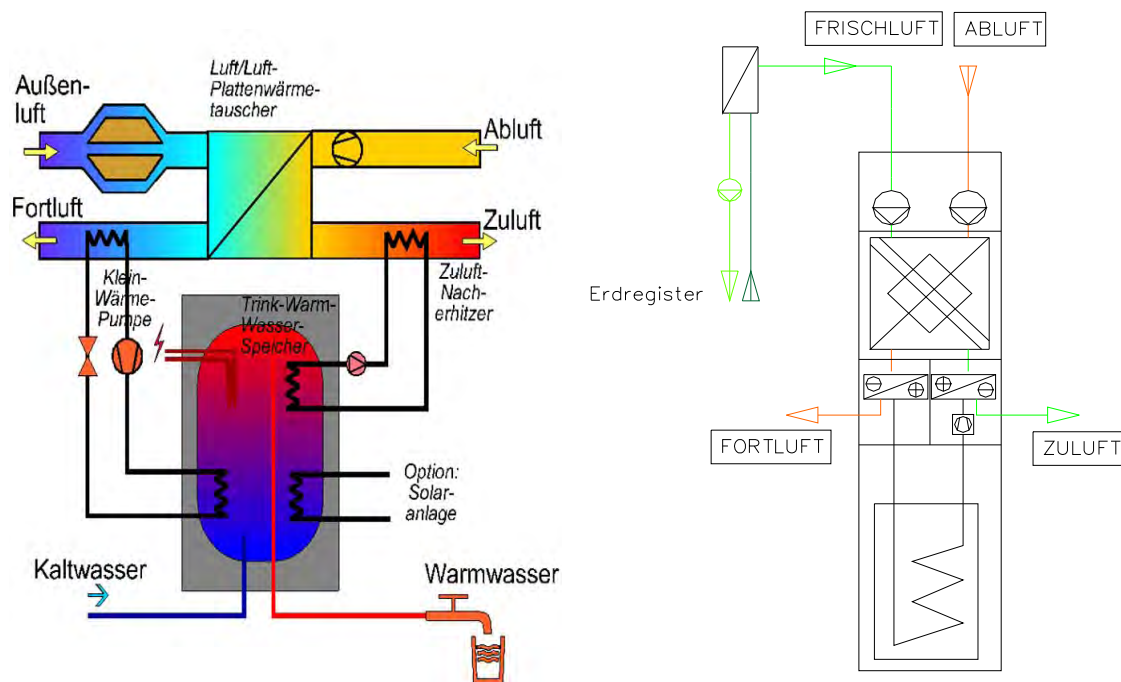


Abbildung 10: Funktionsprinzip eines Wärmepumpen- Kompaktaggregates [www.passiv.de]

In Abbildung 11 sind die wichtigsten Komponenten der dezentralen Kompaktlüftungseinheit dargestellt.



Abbildung 11: links, mitte: Kompaktlüftungsgerät vom Typ Aerosmart S der Firma Drexel&Weiss; rechts: Zu-, Abluft- und Überströmöffnungen [AEE INTEC]

Die Beheizung der Wohnungen erfolgt über die vorgewärmte bzw. nachgeheizte Zuluft. Zusätzlich kann zur Abdeckung von Spitzenlasten ein zusätzlicher E-Radiator im Wohnzimmer zugeschaltet werden, wenn die Zulufterwärmung über die Wärmepumpe nicht ausreichen sollte. In den Bädern ist jeweils ein elektrischer Heizstrahler eingebaut.

Die Erwärmung der Zuluft im Wärmepumpenkompakttaggregat erfolgt dabei folgendermaßen:

Nach dem Lufteinlass über Dach wird die Frischluft über ein durch Erdwärme gespeistes Wärmeregister vorerwärmt bzw. im Sommerbetrieb vorgekühlt. Beim Eintritt in die Wohnungen wird die Frischluft zuerst im Gegenstrom-Plattenwärmetauscher des dezentralen Kompaktlüftungsgerätes mit der Wärme der Abluft weiter erwärmt. Die Fortluft (auf 5-15°C abgekühlte Abluft) wird zum Verdampfer der Wärmepumpe geleitet um dieser das Energiepotential zur Verfügung zu stellen.

Im Kondensatorteil der Wärmepumpe wird im Warmwasserbetrieb das Brauchwasser im emaillierten 200-Liter-Speicher erwärmt bzw. im Heizbetrieb wird zusätzlich die Zuluft erwärmt. Dabei hat die Brauchwassererwärmung Vorrang, der Luftkondensator wird im Bedarfsfall über ein Magnetventil zugeschaltet. Das Heißgas wird auch im Luftheizbetrieb durch den Brauchwasserkondensator geführt, wodurch die hocheffiziente Heißgas-Enthitzung gewährleistet wird. Als Kältemittel kommt laut Herstellerdaten die Type R134a zum Einsatz.

Der Brauchwasserspeicher ist ein doppelt vakuumemaillierter Stahlspeicher mit 200 Liter Inhalt. Die vollflächige Hartschaumisolation sorgt für geringe Wärmeverluste. Die Wärmeübertragung vom Kältemittel zum Warmwasser erfolgt über einen Sicherheitskondensator.

Das im Wärmetauscher und in der Wärmepumpe entstehende Kondensat wird in einer Kondensatwanne aufgefangen und über einen Schlauchanschluss abgeführt.

Im Sommerbetrieb wird das Kompaktlüftungsgerät grundsätzlich gleich wie im Winter betrieben. Lediglich die Wärmepumpe wird nur noch zur Warmwasserbereitung verwendet.

Bei den Geräten der Firma Drexel&Weiss gibt es außerdem die Möglichkeit zur Nachrüstung einer Sommerbox. Dabei wird für den Sommerbetrieb ein Bypass eingebaut, der den Kreuz- Gegenstromwärmetauscher zur Wärmerückgewinnung umgeht. Dadurch wird verhindert, dass vorgekühlte Außenluft durch wärme Abluft aufgeheizt wird. Es wurden alle Geräte im Sommer 2008 mit diesen Sommerboxen nachgerüstet. Wünschenswert wäre ein einfacher Umschaltmechanismus von Wärmetauscherprinzip auf Bypass, somit hätten die Bewohner die Möglichkeit eine aktive Nachtkühlung zu betreiben.

Die Bedienung der Anlage beschränkt sich auf das Einstellen der gewünschten Raumtemperatur und der drei vorprogrammierten Lüftungsstufen

Durch die dezentralen Kombilüftungsgeräte entfallen jegliche Kosten für Heiz- und Warmwasserleitungen, sowie für Wärmemengen- und Warmwasserzähler. Gleichzeitig werden auch jegliche Wärmeverteilverluste und die Kosten für Grundgebühren, Wärmemengenmessung, Zählertausch und Wartung dieser Komponenten vermieden.

Die Kompaktgeräte vereinen die gesamte Haustechnik für Heizung, Warmwasser und Lüftung in Gefrierschrankgröße. Für ihren Einbau reicht daher im Falle einer mittelgroßen Wohnung von 100m<sup>2</sup> die planerische Berücksichtigung einer Gerätenische mit einer Grundfläche von etwa 80x80 cm und einer Höhe von 250 cm (vgl. Abbildung 12).

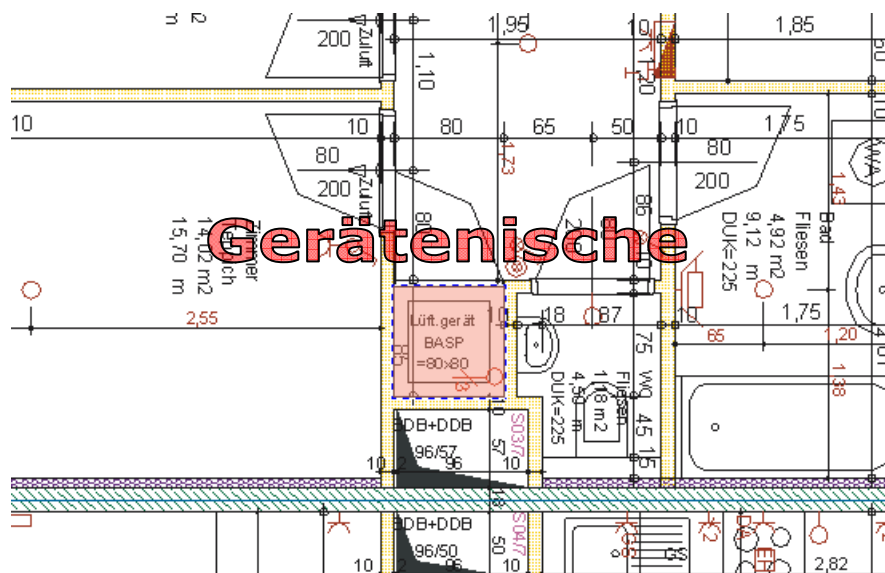


Abbildung 12: Typische Einbausituation des PH- Kompaktlüftungsgeräts in einer Gerätenische

### 3.3 Das Messtechnikkonzept

Das Gebäude wurde mit der notwendigen Messtechnik ausgestattet, um eine komplette Energiebilanz des Gebäudes erstellen und gleichzeitig die Komfortparameter Raumtemperatur, Raumfeuchte und CO<sub>2</sub>-Gehalt in den Räumen erfassen zu können. Außerdem wurden die Klimabedingungen mit Globalstrahlung, Außentemperatur und Außenfeuchte aufgezeichnet.

Ziel der Messung war im Speziellen die Erfassung und Überprüfung folgender Parameter:

- Gesamtprimärenergiebedarf für das Gebäude < 120 kWh/(m<sup>2</sup> a)
- Gesamtendenergiebedarf für das Gebäude < 42 kWh/(m<sup>2</sup> a)
- Gesamtheizenergiebedarf für das Gebäude < 15 kWh/(m<sup>2</sup> a)
- Maximale Heizlast des Gebäudes < 10 W/m<sup>2</sup>
- Komfortparameter Raumtemperatur und Raumfeuchte in 5 ausgesuchten Wohnungen
- Komfortparameter CO<sub>2</sub>-Gehalt in einer ausgesuchten Wohnung (Wohnung 3)
- Warmwasserbedarf je WE
- Getrennte Darstellung des elektrischen Energiebedarfes der Wohnungen in:
  - Haushaltsenergie für Kochen, Kühlen, TV, Licht,...
  - Strom für Lüftungsanlage und Wärmepumpe (je WE)
  - Strom für Elektroheizregister (je WE)
  - Strom für Elektroheizstrahler im Bad (je WE)

Folgende Daten wurden hierfür messtechnisch erfasst:

- Wärmemengen des Warmwasserverbrauchs mit Messung der Warmwassertemperatur, des Warmwasserdurchflusses und der Kaltwassertemperatur
- Elektrische Energieverbräuche: für Lüftung, Heizung und Haushaltsstrom
- Temperatur des Sole- Vor- und Rücklaufes sowie der Zuluft
- Komfortparameter in den einzelnen Räumen: Temperatur, relative Feuchte

Des Weiteren werden folgende Klimadaten erfasst:

- Globalstrahlung in Kollektorebene (horizontal)
- Außentemperatur
- Außenfeuchte

Die Klimadaten dienen zur Beurteilung des Raumklimas (Raumfeuchte, Raumtemperatur) bzw. werden im Rahmen der Messdatenauswertung für eine klimabereinigte Beurteilung des Heizwärmebedarfs des Gebäudes herangezogen.

In nachfolgender Abbildung 13 ist das energie- und lüftungstechnische Konzept der Wohnanlage in der Roschégasse, inklusive aller Messpunkte bzw. Messstellen schematisch dargestellt.

In Tabelle 4 sind im Anschluss daran alle eingebauten Sensoren im Detail mit Einbauort, Fühlerbezeichnung und verwendetem Messgerät angeführt.

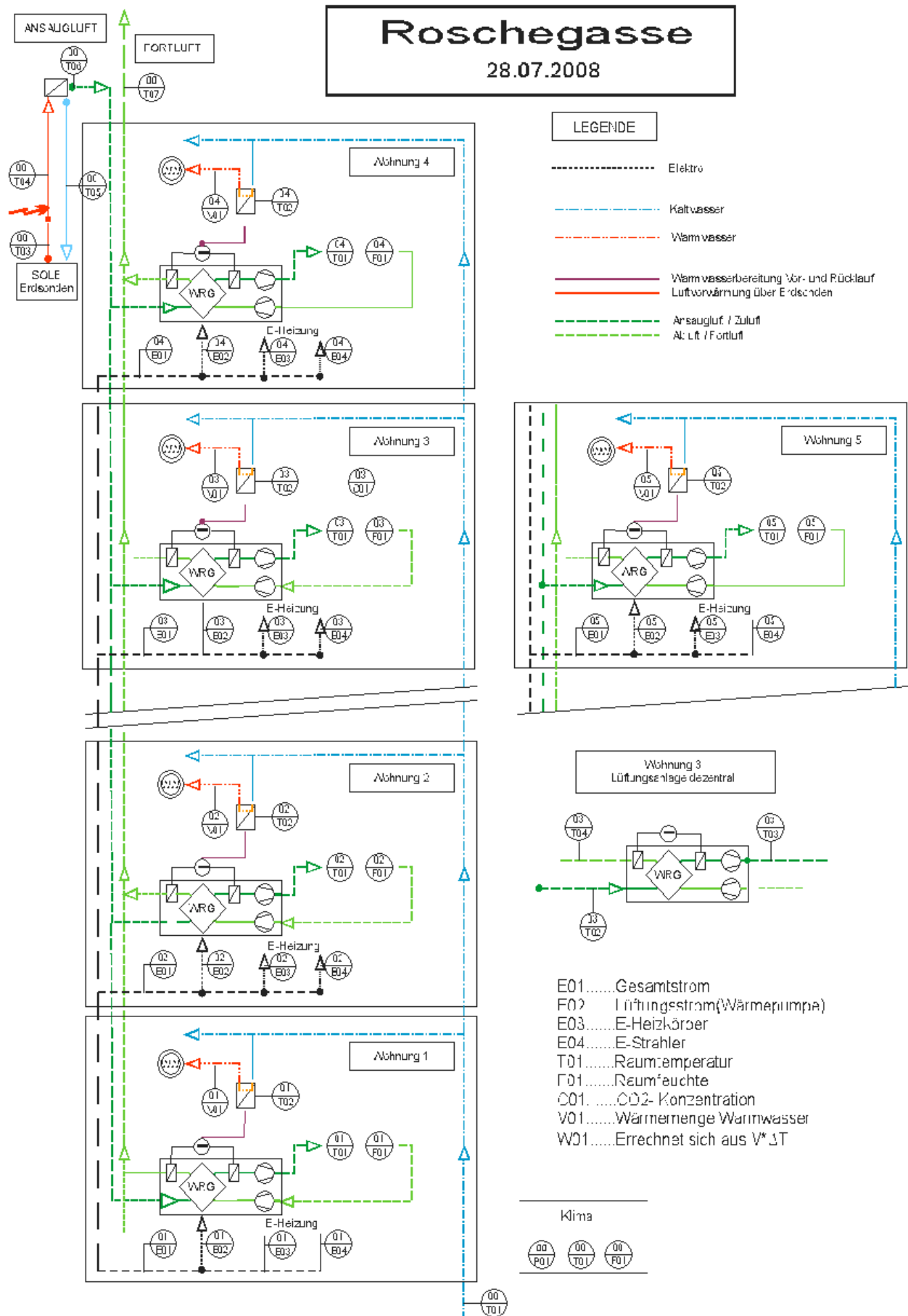


Abbildung 13: Messtechnisches Konzept Roschégasse - Fühlerpositionen [AEE INTEC]

Tabelle 4: Messgeräteliste für das Objekt Roschégasse 20

Messgerät	Messgröße	Klassifizierung	mA	V	D	Bemerkung	Ort	Typ	Nr.
<b>Klimadaten</b>									
Pyranometer	Globalstr.	Klimaparameter	1			am Dach	00	P	01
Temp.fühler	Außentemp.	Klimaparameter	1			im Ansaugkanal der Lüftungsanlage	00	T	01
Feuchtefühler	Außenfeuchte	Klimaparameter	1			im Ansaugkanal der Lüftungsanlage	00	F	01
<b>Endenergieinput-Systemgrenze Haus</b>									
E-Zähler	El.-Energie	Allgemein Strom				Licht, etc.(Jahreswert gerechnet)			
E-Zähler	El.-Energie	Technik ges.				Technikstrom (Jahreswert gerechnet)			
E-Zähler	El.-Energie	E-Wohnungen gesamt				alle Wohnungen (Jahreswert) wird aus den bestehenden Zählern abgelesen.			
<b>Nutzenergie Heizung (dezentral je Wohnung)</b>									
E-Zähler	El.-Energie	Lüftung WNG 1			1	Zähler im Wohnungsverteiler	01	E	01
E-Zähler	El.-Energie	E-Radiator WNG 1			1	Zähler im Wohnungsverteiler	01	E	02
E-Zähler	El.-Energie	Badstrahler WNG 1			1	Zähler im Wohnungsverteiler	01	E	03
E-Zähler	El.-Energie	Lüftung WNG 2			1	Zähler im Wohnungsverteiler	02	E	01
E-Zähler	El.-Energie	E-Radiator WNG 2			1	Zähler im Wohnungsverteiler	02	E	02
E-Zähler	El.-Energie	Badstrahler WNG 2			1	Zähler im Wohnungsverteiler	02	E	03
E-Zähler	El.-Energie	Lüftung WNG 3			1	Zähler im Wohnungsverteiler	03	E	01
E-Zähler	El.-Energie	E-Radiator WNG 3			1	Zähler im Wohnungsverteiler	03	E	02
E-Zähler	El.-Energie	Badstrahler WNG 3			1	Zähler im Wohnungsverteiler	03	E	03
E-Zähler	El.-Energie	Lüftung WNG 4			1	Zähler im Wohnungsverteiler	04	E	01
E-Zähler	El.-Energie	E-Radiator WNG 4			1	Zähler im Wohnungsverteiler	04	E	02
E-Zähler	El.-Energie	Badstrahler WNG 4			1	Zähler im Wohnungsverteiler	04	E	03
E-Zähler	El.-Energie	Lüftung WNG 5			1	Zähler im Wohnungsverteiler	05	E	01
E-Zähler	El.-Energie	E-Radiator WNG 5			1	Zähler im Wohnungsverteiler	05	E	02
E-Zähler	El.-Energie	Badstrahler WNG 5			1	Zähler im Wohnungsverteiler	05	E	03
<b>Nutzenergie Warmwasser (dezentral je Wohnung)</b>									
WMZ	Hydraul.Energie	WNG 1			1	Warmwasser	01	V	01
WMZ	Hydraul.Energie	WNG 2			1	Warmwasser	02	V	01
WMZ	Hydraul.Energie	WNG 3			1	Warmwasser	03	V	01
WMZ	Hydraul.Energie	WNG 4			1	Warmwasser	04	V	01
WMZ	Hydraul.Energie	WNG 5			1	Warmwasser	05	V	01
<b>Nutzenergie Technikstrom (dezentral je Wohnung)</b>									
E-Zähler	El.-Energie	WNG 1			1	Zähler im Wohnungsverteiler	01	E	01
E-Zähler	El.-Energie	WNG 2			1	Zähler im Wohnungsverteiler	02	E	02
E-Zähler	El.-Energie	WNG 3			1	Zähler im Wohnungsverteiler	03	E	03
E-Zähler	El.-Energie	WNG 4			1	Zähler im Wohnungsverteiler	04	E	04
E-Zähler	El.-Energie	WNG 5			1	Zähler im Wohnungsverteiler	05	E	05
<b>Komfortparameter (je Wohnung)</b>									
Temp.fühler	Raumtemp.	WNG 1			1	Zähler in Wohnung	01	T	01
Feuchtefühler	Rel. Feuchte	WNG 1			1	Zähler in Wohnung	01	F	01
Temp.fühler	Raumtemp.	WNG 2			1	Zähler in Wohnung	02	T	01
Feuchtefühler	Rel. Feuchte	WNG 2			1	Zähler in Wohnung	02	F	01
Temp.fühler	Raumtemp.	WNG 3			1	Zähler in Wohnung	03	T	01
Feuchtefühler	Rel. Feuchte	WNG 3			1	Zähler in Wohnung	03	F	01
CO <sub>2</sub> - Fühler	CO <sub>2</sub> - Konzentration.	WNG 3			1	Zähler in Wohnung	03	C	01
Temp.fühler	Raumtemp.	WNG 4			1	Zähler in Wohnung	04	T	01
Feuchtefühler	Rel. Feuchte	WNG 4			1	Zähler in Wohnung	04	F	01
Temp.fühler	Raumtemp.	WNG 5			1	Zähler in Wohnung	05	T	01
Feuchtefühler	Rel. Feuchte	WNG 5			1	Zähler in Wohnung	05	F	01
<b>Lüftungsanlage zentral (Ansaugung über Dach)</b>									
Temp.fühler	Lufttemp.	Dach (Ansaugturm	1			nach zentralem Vorheizregister; Frischluf	00	T	06
Temp.fühler	Lufttemp.	Dach (Ansaugturm)				nach Ansaugturm; Fortluft	00	T	07

Messgerät	Messgröße	Klassifizierung	mA	V	D	Bemerkung	Ort	Typ	Nr.
<b>Lüftungsanlage dezentral (für eine Wohnung – Wohnung 3)</b>									
Temp.fühler	Lufttemp.	WNG 3		1		Frischluf vor Eintritt in Kreuz- Gegenstromwärmetauscher	03	T	02
Temp.fühler	Lufttemp.	WNG 3		1		Frischluf nach Kreuz- Gegenstromwärmetauscher	03	T	03
Temp.fühler	Lufttemp.	WNG 3		1		Abluf nach Kreuz- Gegenstromwärmetauscher	03	T	04
<b>Systemtemperaturen Warmwasser bzw. Sole</b>									
Temp.fühler	Wassertemperatur	Kaltwasserzulauf zentral		1		Zähler im Technikraum	00	T	02
Temp.fühler	Temp. Sole	Solekreis Tiefensonden		1		Sole Vorlauf	00	T	03
Temp.fühler	Temp. Sole	Solekreis Tiefensonden		1		Sole Vorlauf nach Soleheizung	00	T	04
Temp.fühler	Temp. Sole	Solekreis Tiefensonden		1		Sole Rücklauf	00	T	05
Temp.fühler	Wassertemperatur	WNG 1		1		Zähler im Wohnungsverteiler	01	T	02
Temp.fühler	Wassertemperatur	WNG 2		1		Zähler im Wohnungsverteiler	02	T	02
Temp.fühler	Wassertemperatur	WNG 3		1		Zähler im Wohnungsverteiler	03	T	02
Temp.fühler	Wassertemperatur	WNG 4		1		Zähler im Wohnungsverteiler	04	T	02
Temp.fühler	Wassertemperatur	WNG 5		1		Zähler im Wohnungsverteiler	05	T	02
Legende für Einbauorte: 0 = zentral bzw. außen (Dach) , 1 = WE1, 2 = WE2, 3. WE3; 4 = WE4; 5 = WE5									
Der Datenlogger wird im Technikraum montiert.									
Sämtliche Datenkabel müssen zu diesem Datenlogger bzw zum Unterverteiler gezogen werden.									
Die Datenkabel müssen paarweise verdrillt, als ganzes geschirmt und mind. 0,6mm <sup>2</sup> Querschnitt pro Litze haben.									
Stromanschluß für Datenlogger 230V									
Festnetz-Telefonanschluss									
mA... Einheitssignal 4..20mA; V..Einheitssignal 0..10V; D.. Potentialfreier Impuls									

### 3.3.1 Messdatenerfassung und -verarbeitung

Zur Erfassung der Messdaten wurde ein SPS Datenloggersystem im Technikraum des Gebäudes installiert.

Grundsätzlich wurden die analogen Sensoren im 200 ms Rhythmus abgefragt und die Daten als 15min-Mittelwerte im Datenlogger gespeichert. Sollte ein einzelner Messwert durch technische Probleme (kurzzeitiger Fühlerbruch, elektromagnetische Rückkopplung usw.) außerhalb eines vorher definierten Wertebereichs liegen und so die Mittelwertbildung verfälschen, so wurde dieser Wert in einem eigenen Fehlerprotokoll abgespeichert.

Die Speicherkapazität des Datenloggers war so konzipiert, dass eine durchgehende Datenaufzeichnung von mindestens einem Monat möglich ist. Die Daten wurden trotzdem täglich ausgelesen und in eine SQL-Datenbank übertragen bzw. gesichert.

Abbildung 14 zeigt schematisch den Datenfluss vom Sensor über die Messdatenerfassung, die Datenübertragung, -speicherung, -analyse und schließlich die Auswertung.



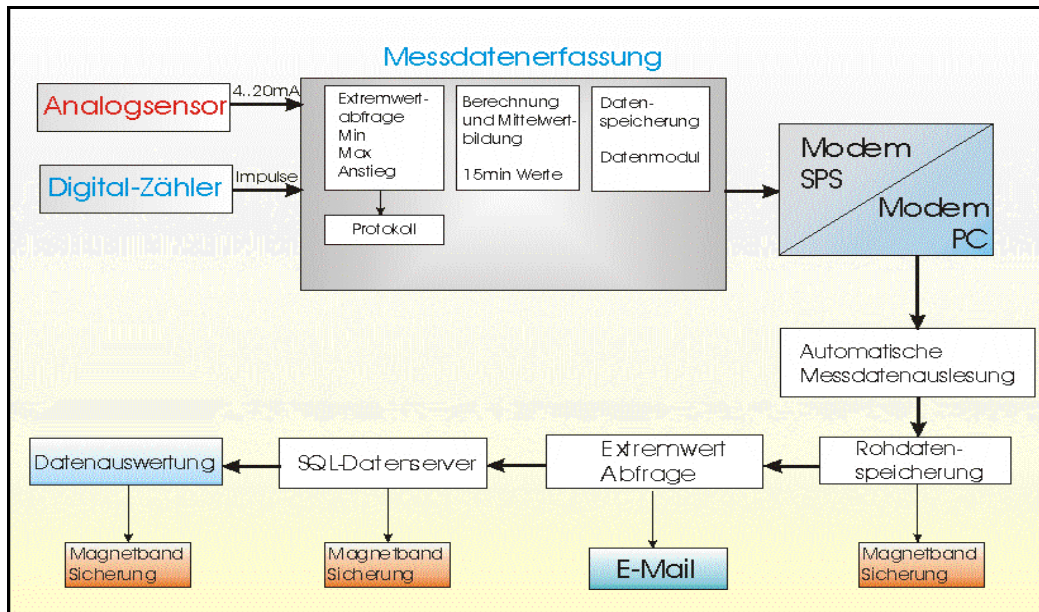


Abbildung 14: Schema der Datenaufzeichnung und Weiterverarbeitung

Die Daten wurden für die Auswertung sowohl als 15 min-Werte als auch als Stunden- und Tageswerte aus der Datenbank ausgelesen.

Das Datenaufzeichnungssystem wurde am 12. Dezember 2007 in den Messwohnungen und Haustechnikräumen in Betrieb genommen und die ersten Daten am 14. Dezember aufgezeichnet.

Der Beginn der Messdatenauswertung wurde auf den 01. März 2007 gesetzt, da ab diesem Zeitpunkt alle Wohnungen bezogen sein sollten. Insgesamt wurde für die energietechnische und baubiologische Untersuchung des Gebäudes ein Zeitraum von 16 Monaten (01.03.2007 bis 30.06.2008) herangezogen, messtechnisch erfasst und ausgewertet.

Das energietechnische Monitoring beinhaltet eine Bewertung der Komfortparameter Temperatur, Feuchte und CO<sub>2</sub>-Konzentration im Inneren des Gebäudes, sowie die Erstellung einer kompletten Energiebilanz.

In den nachfolgenden Kapiteln werden die Ergebnisse des umfangreichen Monitorings dargestellt und eingehend erläutert.

## 4 Analyse der Messdaten

### 4.1 Einleitung

Dieses Kapitel beinhaltet die Messergebnisse, die im Zeitraum März 2007 bis Juni 2008 gesammelt wurden.

Im Rahmen des Monitorings wurden analog zu den Auswertungen im EU-CEPHEUS Projekt die Komfortparameter und das Benutzerverhalten ausgewertet sowie eine komplette Energiebilanz erstellt.

Außerdem werden aufgetretene Probleme anhand von Detailgrafiken dargestellt, deren Ursachen aufgezeigt und Verbesserungsvorschläge gemacht.

#### 4.1.1 Konventionen

##### Bewertung des Primärenergiebedarfs

Zur Auswertung des Primärenergieverbrauches wurden folgende Primärenergiefaktoren verwendet:

- Strom 2,50

Dieser Wert repräsentiert den nicht erneuerbaren, kumulierten Energieaufwand für die Bereitstellung dieses Energieträgers an der Gebäudehülle. Der verwendete Primärenergiefaktor für Strom wurde bereits im CEPHEUS Projekt verwendet.

##### Bewertung des Heizwärmebedarfs

Bei der Bewertung des Heizwärmebedarfs (HWB) ist zu berücksichtigen, dass dieser Wert bei dem jeweils betrachteten Messjahr vorliegenden Wetterbedingungen und Raumtemperaturen zustande kommt. Zur besseren Vergleichbarkeit wurde, analog zur Vorgangsweise im CEPHEUS-Projekt, der Heizwärmebedarf auf 20°C Raumtemperatur umgerechnet.

Für die Bewertung des Heizwärmebedarfs (HWB) ist die durchschnittliche Raumtemperatur während der Heiztage der betrachteten Messperiode zu ermitteln und anschließend mit dem Passivhausprojektierungspaket (PHPP) der Heizwärmebedarf bei 20° (standardmäßig) und den gemessenen Klimadaten, sowie bei der ermittelten Raumtemperatur mit den gemessenen Klimadaten zu berechnen.

Das Verhältnis dieser beiden Werte wird dann zur Umrechnung des gemessenen Heizwärmebedarfs nach der folgenden Formel verwendet:

$$HWB_{20^{\circ}C} = HWB_{gemessen} \cdot \frac{HWB_{PHPP\_Klima\_gemessen\_20^{\circ}C}}{HWB_{PHPP\_Klima\_gemessen\_T,gemessen}}$$

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

Zu diesem Zweck wird ein durchschnittlicher Norm- Klimadatensatz für Wien herangezogen.

Mithilfe der Formel

$$HWB_{20^{\circ}C\_Standard\_Wien\_PEP} = HWB_{20^{\circ}C} \cdot \frac{HWB_{PHPP,20^{\circ}C,Standard\_Wien\_PEP}}{HWB_{PHPP\_Klima\_gemessen\_20^{\circ}C}}$$

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

#### 4.1.2 Wetterdaten

Die in Abbildung 15 dargestellten Daten zeigen einen Vergleich des Standardwetterdatensatzes von Wien, der im Rahmen des EU Projektes „Promotion of European Passiv Houses (PEP)“ für die Verwendung im Passivhausprojektierungspaket (PHPP) festgelegt wurde (blauer Balken bzw. blaue Linie), mit den im Rahmen dieses Messprogramms in der Roschégasse erhobenen Werten für März 2007 bis Juni 2008.

Orange dargestellt (Balken bzw. Linie) sind die Wetterdaten für das erste vollständig gemessene Messjahr 01. März 2007 bis 28. Februar 2008, in grün die gemessenen Monate März bis Juni 2008 des zweiten Messjahres.

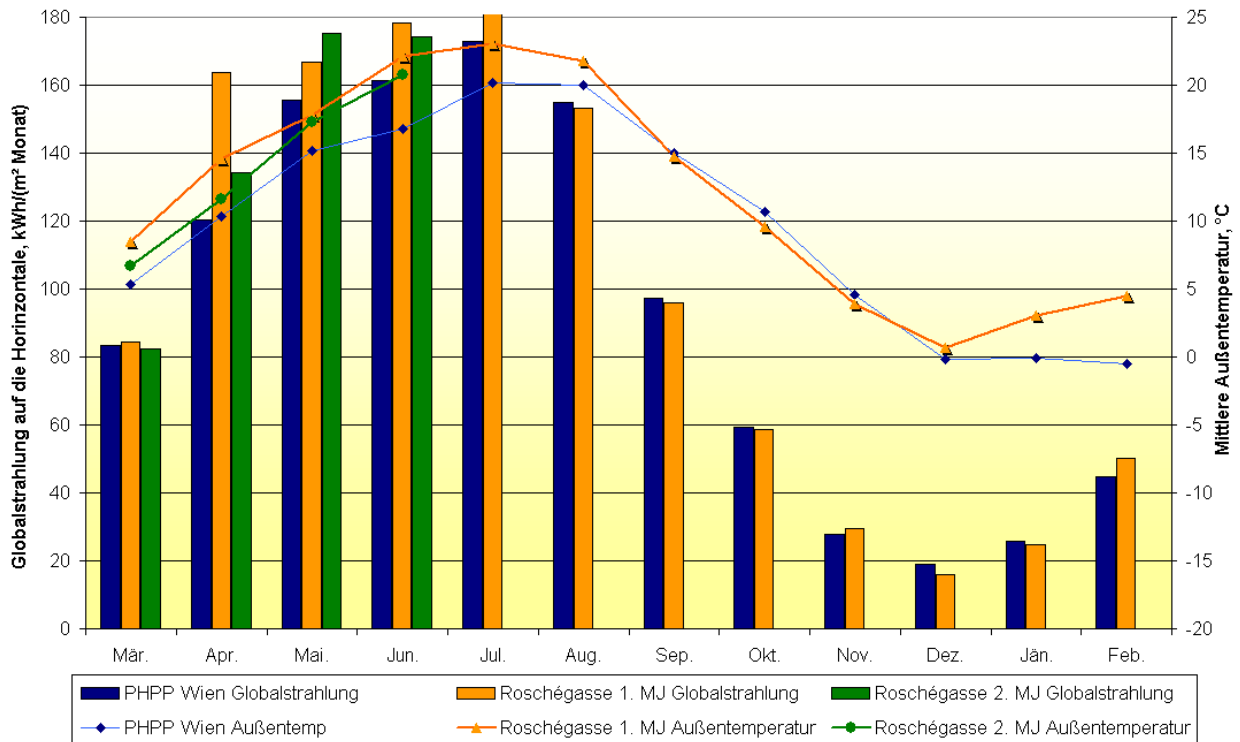


Abbildung 15: Vergleich der Klimadaten für Wien mit den im ersten Messjahr erhobenen Daten

In Abbildung 15 ist ersichtlich, dass es sowohl im ersten als auch im zweiten Messjahr größere Abweichungen gegenüber dem Standarddatensatz (PEP) gegeben hat. Besonders deutlich zu erkennen sind die deutlich höheren Werte für die Globalstrahlung, sowie für die mittlere Außentemperatur in den Monaten April bis Juni.

Die mittlere Außentemperatur liegt im ersten Messjahr 2007 deutlich, um mehr als 2 Kelvin, über der Normtemperatur. Durch den strahlungsreichen Sommer ist auch die Globalstrahlungssumme auf die horizontale Fläche um etwa 80 kWh/(m<sup>2</sup> a) höher als im langjährigen Durchschnitt.

Durch die Normierung der gemessenen Daten auf einen Standardwetterdatensatz können in weiterer Folge unterschiedliche Gebäude in Österreich trotz unterschiedlicher Lage und unterschiedlicher Klimabedingungen im Messjahr miteinander verglichen werden.

Die folgende Tabelle 5 zeigt den bisher gemessenen Wetterdatensatz für das erste Messjahr im Vergleich zum PEP- Standarddatensatz

Tabelle 5: Wetterdaten im Vergleich

	Globalstrahlung kWh/(m <sup>2</sup> a)	Mittlere Außentemperatur °C
PHPP PEP Wien	1122,6	9,8
Roschégasse 1. MJ	1202,3	12,0

## 4.2 Detailergebnisse des messtechnischen Gebäudemonitorings

Die nachfolgenden Abbildungen und Tabellen beinhalten, wenn nicht anders angeführt, Daten des als Messjahr 1 angeführten Zeitraums von 01.03.2007 bis 28.02.2008.

Darüber hinaus werden Detailergebnisse bis Ende Juni 2008 vorgestellt.

### 4.2.1 Komfortparameter

Das Zusammenwirken von Lufttemperatur, -feuchte, -geschwindigkeit und -reinheit (z.B. CO<sub>2</sub>-Gehalt) der Luft wird als Raumklima bezeichnet. Diese unterschiedlichen Komfortparameter müssen genormten Anforderungen genügen, damit der Aufenthalt in einem Gebäude für Personen subjektiv als angenehm bzw. behaglich empfunden werden kann.

Abbildung 16 zeigt den Verlauf der Tagesmittelwerte der Raumtemperaturen, Raumfeuchten und der Außentemperatur sowie der Globalstrahlung auf eine horizontale Fläche pro Tag für das erste Messjahr.

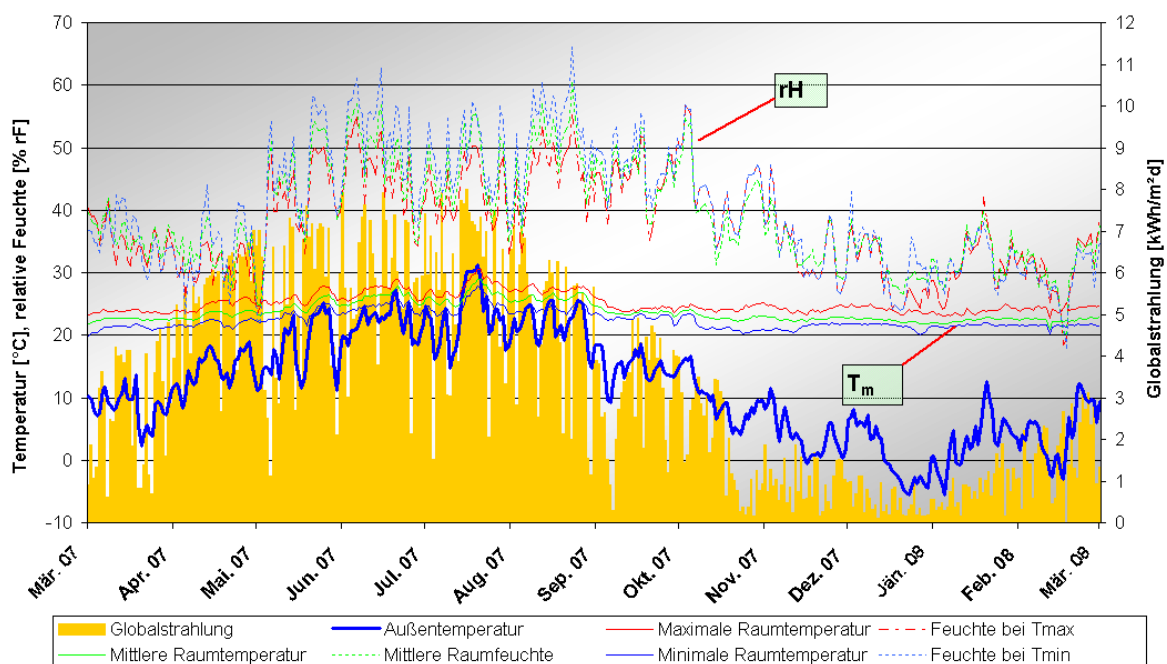


Abbildung 16: Raumklima in Tagesmittelwerten, Roschégasse Messjahr 1

Gemäß DIN 1946 Teil 2 soll die empfundene Raumtemperatur zwischen 20°C und 26°C liegen.

An den Temperaturverläufen kann man erkennen, dass sich diese über die Wintermonate hinweg in einem konstant behaglichen Temperaturbereich bewegen. In den Sommermonaten erkennt man allerdings ein deutliches Überhitzungspotential, mit Temperaturen häufig um oder über 30°C.

Die relative Raumfeuchte bewegt sich im Sommer mit Werten zwischen 30% und 70% exakt innerhalb der Behaglichkeitsgrenzen gemäß ÖNORM EN 13779. Im Winterfall gibt es häufig Probleme mit zu trockener Raumluft, die, wie beispielsweise im Februar 2008, auf bis zu 20% absinken kann. Auffällig hierbei ist, dass die geringen Raumluftfeuchten nicht wie anzunehmen bei den geringsten Außentemperaturen auftreten, sondern eher in den Übergangsmonaten Februar bis Mai.

In Abbildung 17 sind die Stundenmittelwerte der Raumtemperaturen in den einzelnen Messwohnungen für das erste Messjahr dargestellt.

Der hellorange Bereich zeigt die empfohlene operative Raumtemperatur, wobei bei hohen Außentemperaturen auch geringfügig höhere Werte zulässig sind.

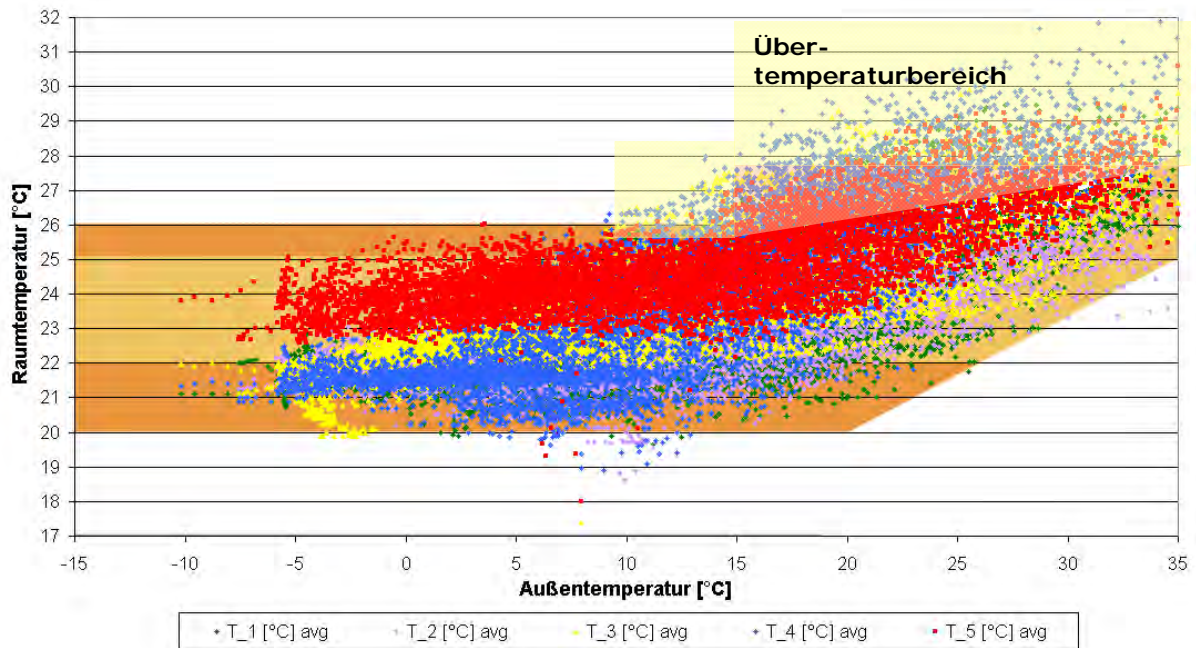


Abbildung 17: Verteilung der mittleren Raumtemperaturen in den vermessenen Wohnungen als Funktion der Außentemperatur im Messjahr 1; Stundenmittelwerte

Die in Abbildung 17 dargestellten Datenpunkte für die Innenraumtemperaturen zeigen, dass sich diese während kalter Witterung eigentlich zu keinem Zeitpunkt im Jahr ungewollt unterhalb des behaglichen Bereiches befinden. Bei warmen Außentemperaturen kommt es jedoch vor allem in den Wohneinheiten eins, drei und vier zu Übertemperaturen, die teilweise deutlich außerhalb des Komfortbereiches liegen.

Wie in nachfolgender Abbildung 18 zu erkennen, sind relativ große Unterschiede in den einzelnen Wohnungen erkennbar, die vor allem auf ungleiches Nutzerverhalten, sowie auf die unterschiedliche Lage der einzelnen Wohnungen zurückzuführen sind.

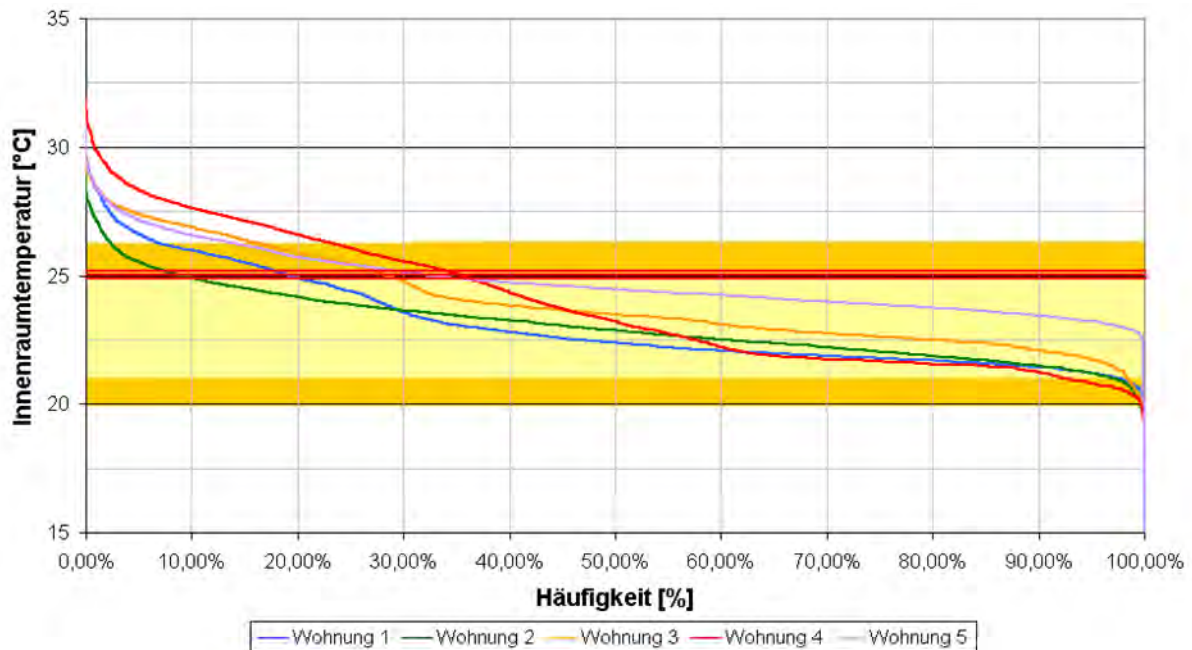


Abbildung 18: Geordneter Temperaturverlauf in den Messwohnungen; Roschégasse Messjahr 1

In Abbildung 18 wurden die Temperaturen in den Messwohnungen in geordneter Reihenfolge aufgelistet. Zu erkennen ist, dass in Wohnung 4 in rund 35 % der Zeit Temperaturen

über 25°C aufgetreten sind, während dies in Wohnung 2 lediglich zu 8 % der Zeit der Fall war.

Wohnung 1 liegt in einem beschatteten Hofbereich und wird wenig über Außenfenster belüftet. In Wohnung 2 gibt es nur Fensteröffnungen in einer Fassadenebene. Daher tritt auch bei gekippten Fenstern nur ein geringer Luftaustausch mit der unkonditionierten, wärmeren Außenluft auf. Die anderen Wohnungen werden durchwegs über gekippte Fenster oder durch komplett offene Balkontüren quergelüftet.

Gut ersichtlich sind die Schwankungen der Raumtemperaturen analog der Außentemperatur infolge der Querlüftung in Abbildung 19.

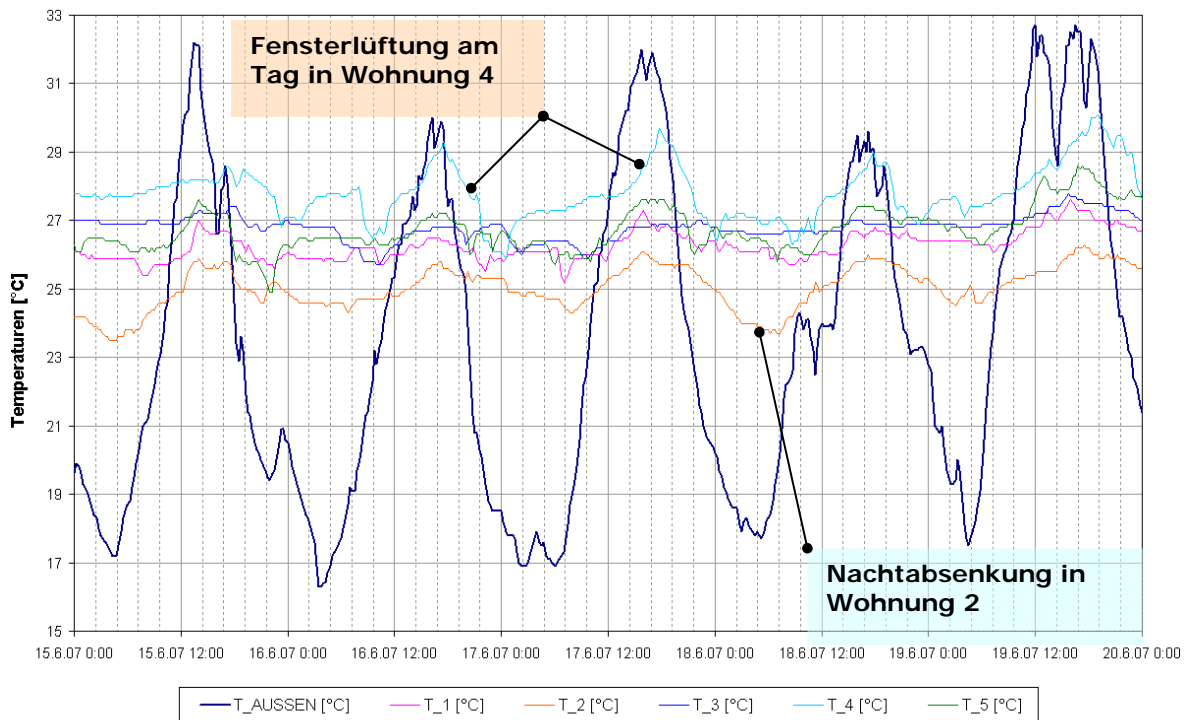


Abbildung 19: Raumtemperaturen und Außentemperaturen in einer schönen sonnigen Woche im Juni 2007

Besonders hoch liegen die Temperaturen in Wohnung 4. Die Raumtemperatur oszilliert stark mit der Außentemperatur, was ein Anzeichen dafür ist, dass passiv solare Einträge z.B. durch Fensterflächen erfolgen und/oder dass während des Tages gelüftet wurde. Bei Fensterlüftung während warmer Außentemperaturen sollte deswegen darauf geachtet werden, dass dadurch nur subjektiv ein Abkühlungseffekt durch den erhöhten Luftwechsel bzw. der vorbeistreichenden Luft erfolgt, die Raumtemperatur tatsächlich allerdings steigt. Abhilfe kann man sich hier z.B. mit handelsüblichen Ventilatoren verschaffen.

Die behaglicheren Raumtemperaturen in Wohnung 2 dürften auf den geringeren Außenluftwechsel und die geringere Belegungszahl und die damit verbundenen geringeren inneren Lasten zurückzuführen sein.

Zusätzlich hat es den Anschein, als würde in Wohnung 2 die Möglichkeit zur Nachtlüftung genutzt werden (vgl. Abbildung 19, 18.06.2007), wodurch sich ein Abkühlungseffekt bemerkbar macht.

Vergleicht man die Wohnungen 2 und 4, so sind die Auswirkungen der beiden Effekte sehr gut an den stark unterschiedlichen Innenraumtemperaturen erkennbar.

Über den Tag gesehen ist es in Wohnung 2 etwa 3 Kelvin kühler als in Wohnung 4 und es kommt zu keinen extremen Übertemperaturspitzen.

Insgesamt lag die mittlere Raumtemperatur im ersten Messjahr 2163 Stunden über 25°C (entspricht 24,7% von Gesamt) und nur 18 Stunden unter 20°C (entspricht 0,2% von Gesamt).

Abbildung 20. zeigt eine Übersicht über die gemessenen Temperaturdaten in der Roschégasse für das erste Messjahr.

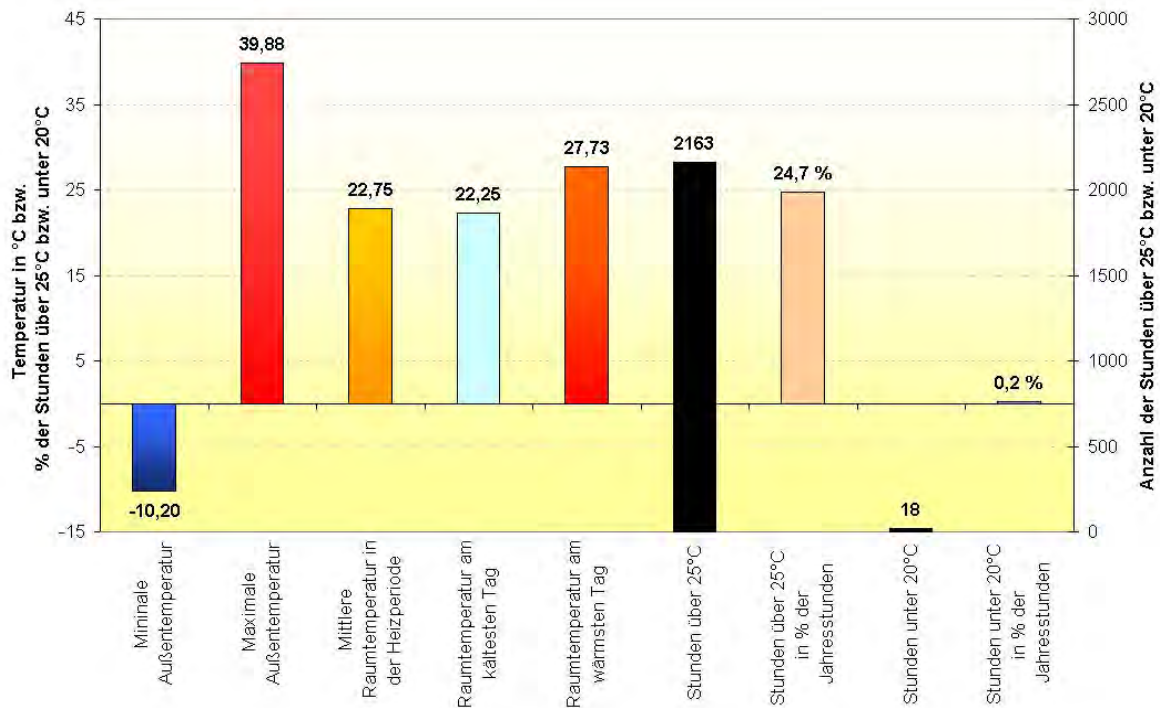


Abbildung 20: Übersicht über die gemessenen Temperaturdaten, Roschégasse Messjahr 1

Am wärmsten Tag mit einer Außentemperatur von über 39°C lag die, über alle Wohnräume gemittelte Raumtemperatur, bei 27,7°C. Am kältesten Tag lag die Außentemperatur bei -10,2 °C und die mittlere Raumtemperatur bei rund 22,3 °C. In der gesamten Heizperiode lag, die über alle Wohnräume gemittelte Raumtemperatur, bei rund 22,8 °C.

Neben den Komfortparametern Raumtemperatur und Raumfeuchte spielt auch der CO<sub>2</sub>-Gehalt in der Raumluft als lufthygienischer Parameter eine wesentliche Rolle.

Der CO<sub>2</sub>-Gehalt in Gebäuden (angegeben in ppmv – parts per million by volume) wird durch eine Reihe von Faktoren wie Personenanzahl, Luftwechsel, Aktivitätsgrad, etc. beeinflusst und ist ein guter Indikator für die Raumluftqualität.

Das Diagramm in Abbildung 21 zeigt die geordneten CO<sub>2</sub>-Konzentrationen in Messwohnung 3 die im Zeitraum 25. Juli bis 11. Dezember 2007 in 15 Minuten Mittelwerten aufgezeichnet wurden.

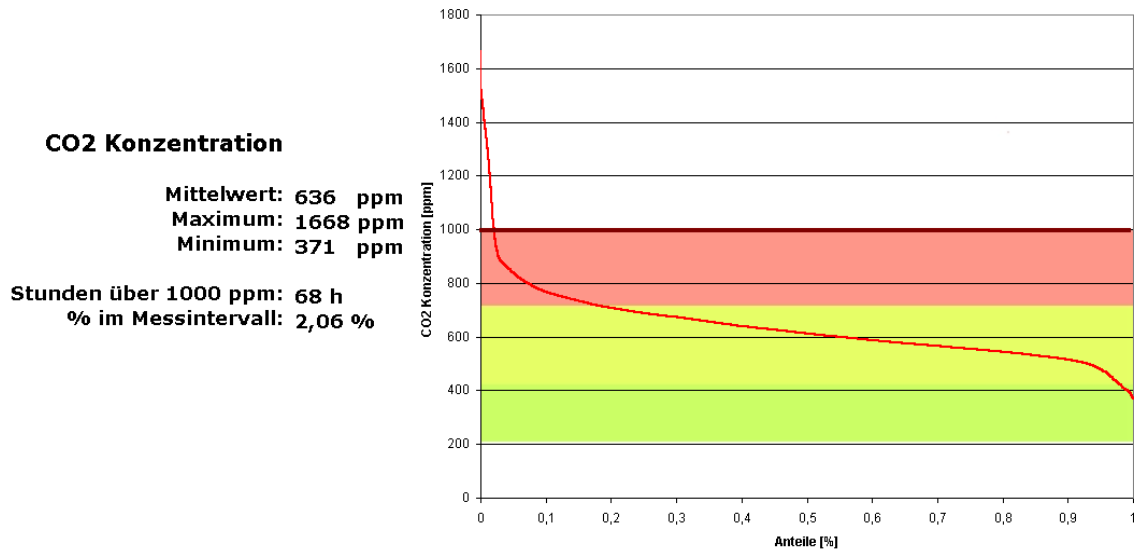


Abbildung 21: CO<sub>2</sub>- Konzentrationen Roschégasse Wohnung 3; 25.07 bis 11.11.2007

Der Wert von 1000 ppmv bzw. 0,1Vol.-% stellt einen empfohlenen oberen Grenzwert dar, der auf Untersuchungen von Max von Pettenkofer zurückgeht. DIN 1946, Teil 2 nennt eine maximale Konzentration von 1500 ppmv oder 0,15 Vol.-%.

Das Kohlendioxid selbst ist bei der Konzentration von 0,15 Vol.-% physiologisch und toxiologisch unbedenklich, bei längerer Einwirkung können allerdings Müdigkeit und Kopfschmerzen die Folge sein. Der MAK (Maximale Arbeitsplatz-Konzentration) Wert liegt bei 5000 ppmv.

Ruhende Luft in der freie Atmosphäre besitzt derzeit etwa eine CO<sub>2</sub>-Konzentration von 350 bis 450 ppmv und ist im Steigen begriffen.

Eine Übertretung der Pettenkoferzahl wurde in 2 % (68 Stunden) des Messintervalls registriert. Der Maximal gemessene Wert lag bei 1668 ppmv und der Mittelwert bei 636 ppmv. Die CO<sub>2</sub>- Konzentration in der Messwohnung waren demnach völlig unauffällig.

In Abbildung 22 ist der Verlauf der CO<sub>2</sub>-Konzentration in Wohnung 3 als 15 Minuten Mittelwert für vier Tage im Sommer rot dargestellt.



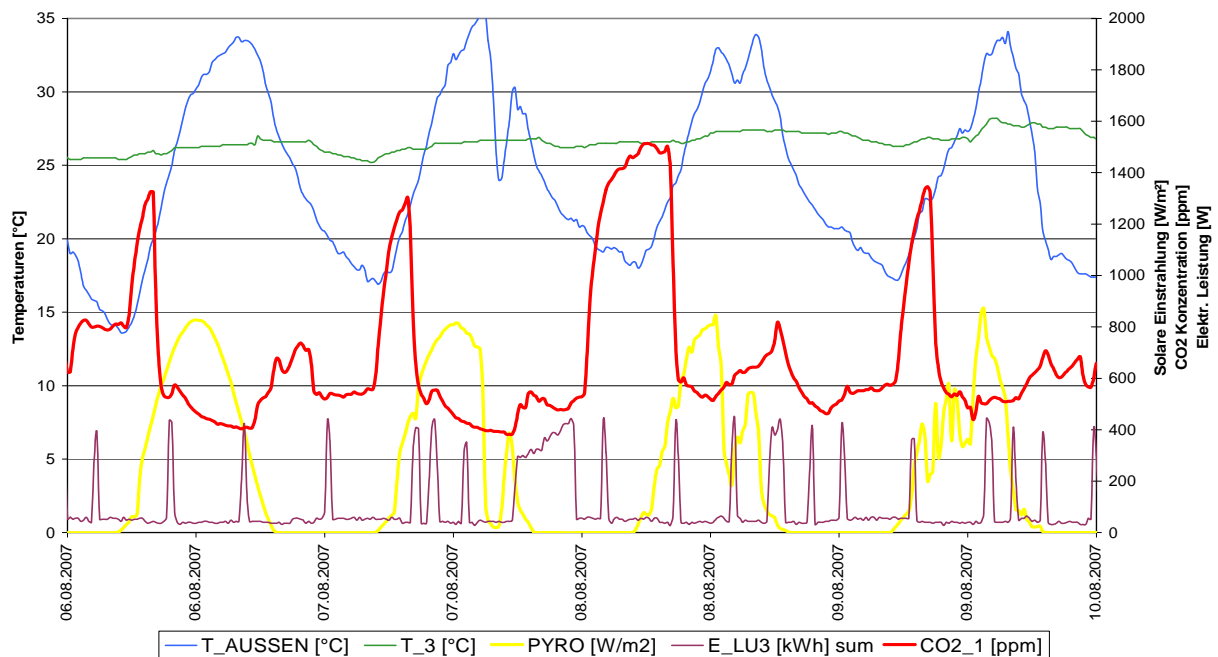


Abbildung 22: Verlauf der CO<sub>2</sub> Konzentration im Sommer an ausgewählten Tagen in Wohnung 3

Die höchsten Werte werden in Wohnungen für gewöhnlich in der Nacht bei geschlossenen Fenstern und Türen in Schlafzimmern erreicht (vgl. Abbildung 22).

In Wohnung 3 wurde der CO<sub>2</sub>- Messpunkt in der Überströmzone im Gangbereich gewählt, um einen mittleren Wert für die Wohnung zu erhalten.

Man kann erkennen, dass in der Nacht bzw. in den frühen Morgenstunden Maximalwerte bis 1500 ppm auftreten, die Konzentrationen allerdings nach Verlassen der BewohnerInnen rasch wieder abnehmen.

Am Verlauf des Stromverbrauches für die Lüftung (E\_LU3) erkennt man auch, dass die Leistung für die Ventilatoren sich meist zwischen 40 und 50W bewegt. Im Wärmepumpenbetrieb sind auch 400 bis 500W möglich.

#### 4.2.2 Lüftungsanlage

Der erforderliche Luftwechsel in der Roschégasse wird, wie in Kapitel 3.2.1 ausführlich beschrieben, in den einzelnen Wohnungen durch die dezentralen Wärmepumpen- Kompaktaggregate sichergestellt. Die Kompaktgeräte sind mit einer Wärmerückgewinnung (Kreuz- Gegenstromwärmetauscher) ausgestattet und die über Dach angesaugte Außenluft kann bei Bedarf über einen Tiefensonden-Solekreislauf vorkonditioniert werden (Außenluftvorwärmung bzw. Frostfreihaltung im Winter; Außenluftkühlung im Sommer).

In Abbildung 23 sind für den Sommerfall die Soletemperaturen und die zentrale Zulufttemperatur nach dem Kühl- bzw. Heizregister am Dach (T\_ZULUFT) zu erkennen.

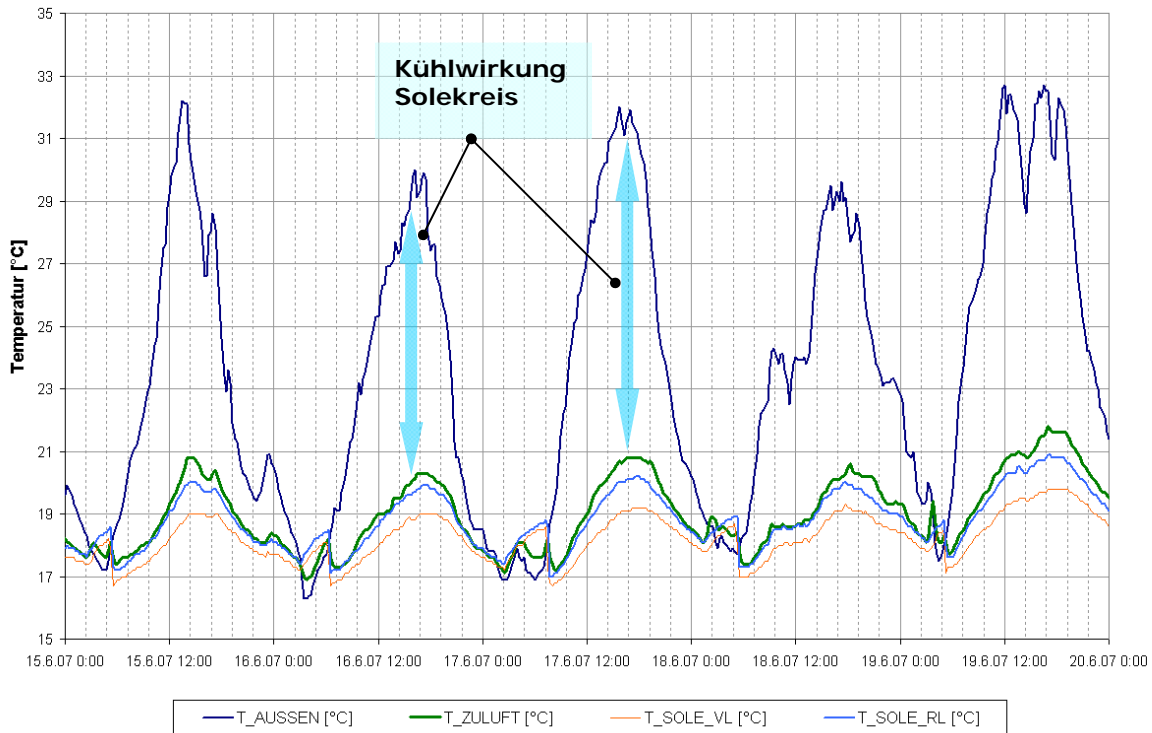


Abbildung 23: Systemtemperaturen: Zentrale Zulufttemperatur, Solevor- und Solerücklauftemperaturen

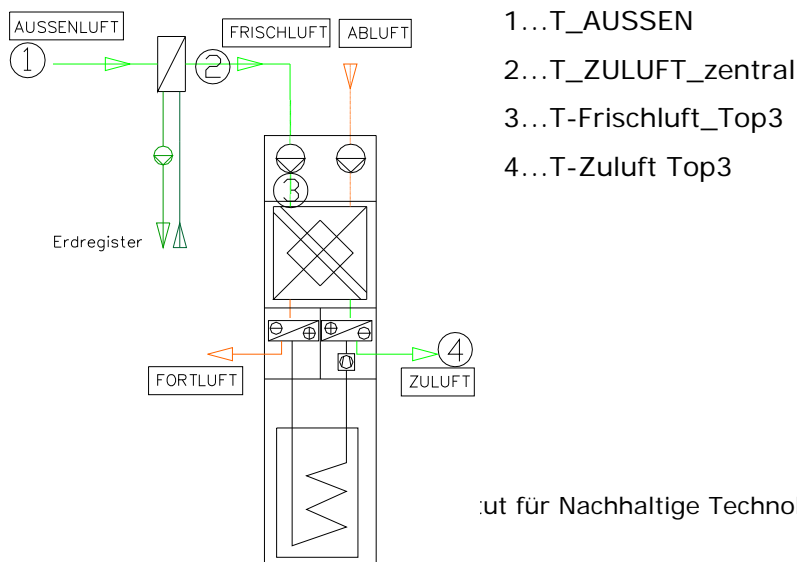
Die Außenluft wird beim Schachtkopf am Dach zentral für mehrere Wohnungen angesaugt und durch den Solekreislauf der Erdreichtiefenbohrungen gekühlt.

Man kann gut erkennen, dass bei sehr hohen Außenlufttemperaturen von über 30°C die Zulufttemperatur durch den Tiefensonden- Solekreislauf auf ein für diese Verhältnisse sehr gutes Temperaturniveau von 21°C herabgesetzt werden kann.

Diese sehr gut vorkonditionierte zentrale Zuluft gelangt nun in weiterer Folge über Lüftungskanäle zu den einzelnen dezentralen Kompaktgeräten, wo das Wärmerückgewinnungsregister passiert wird, bevor der Luftstrom endgültig in die Wohnungen eingeblasen wird.

Wie bereits die Auswertung der Behaglichkeitsdaten gezeigt hat, sind im Sommer immer wieder erhöhte Innenraumtemperaturen aufgetreten. Um dies zu begründen wurde in weiterer Folge ab Jänner 2008 eine genauere Untersuchung der Luftzustände von der Außenluft über die zentrale Zuluft über Dach bis hin zu den vier Luftströmen um die Kompaktgeräte vorgenommen.

Nachfolgende Abbildung 24 zeigt die gemessenen Luftzustände (Temperaturen) des Lüftungssystems.



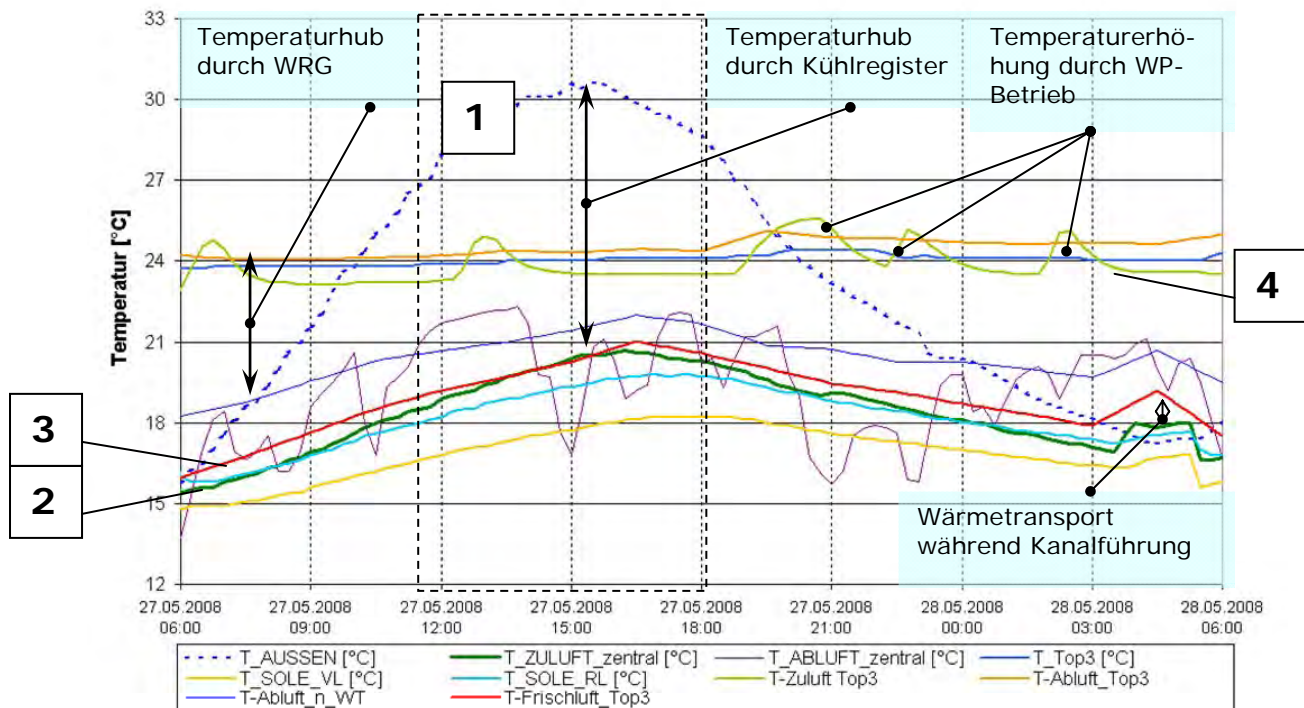


Abbildung 24: Zulufttemperatur und Außentemperatur

Abbildung 24 zeigt die Veränderung des Außenluftzustandes ( $T_{AUSSEN}$ ) von der Ansaugung über Dach nach dem Kühlregister ( $T_{ZULUFT\_zentral}$ ) über die Lüftungskanäle bis zum Ansaugstutzen des Kompaktgerätes in Wohnung 3 ( $T_{Frischluf\_Top3}$ ) und weiters die Temperatur der eingebrachten Zuluft ( $T_{Zuluft\_Top3}$ ).

**Betrachtung: 27.05.2008, 15:00 Uhr**

Die Außenluft mit rund 31°C wird bei aktivem Solekreislauf auf eine Temperatur von 20,4°C ( $T_{ZULUFT\_zentral}$ ) abgekühlt. Durch die Kanalführung bleibt die Temperatur zu diesem Zeitpunkt gleich, bei höheren Temperaturen im Abluftkanal kommt es allerdings auch zu einem Wärmeaustausch. Im Winterfall wird dadurch die vorgewärmte Außenluft weiter aufgewärmt, allerdings wird im Sommerfall die vorgekühlte Außenluft wieder aufgewärmt.

Die Temperatur der Luft erhöht sich anschließend von 20,4°C auf 23,6°C, weil auch im Sommer die Wärmerückgewinnung in Betrieb ist und die warme Abluft aus der Wohnung die kühle Frischluft vorwärmt. Diese Wärmerückgewinnung während des Sommers ist allerdings sehr kontraproduktiv, da somit ein großer Teil der Kühlleistung durch den Solekreislauf vernichtet wird.

Die Firma Drexel&Weiss hat auf diesen Umstand bereits reagiert, indem ein nachrüstbarer Bypass entwickelt wurde. Idee hinter dieser „Sommerbox“ ist, dass über die Sommermonate hinweg eine Umgehung des Plattenwärmetauschers bewerkstelligt werden kann. Die Sommerbox muss zur Zeit noch manuell für den Betrieb im Sommer eingebaut werden.

Abbildung 25 zeigt eine Gegenüberstellung der Temperaturen zweier Wohneinheiten, wobei das Lüftungsgerät in Wohnung 5 (blaue Linien) mit einer Sommerbox nachgerüstet wurde und das Gerät in der Vergleichswohnung (Wohnung 3; rote Linien) konventionell, ohne Sommerbox betrieben wird.

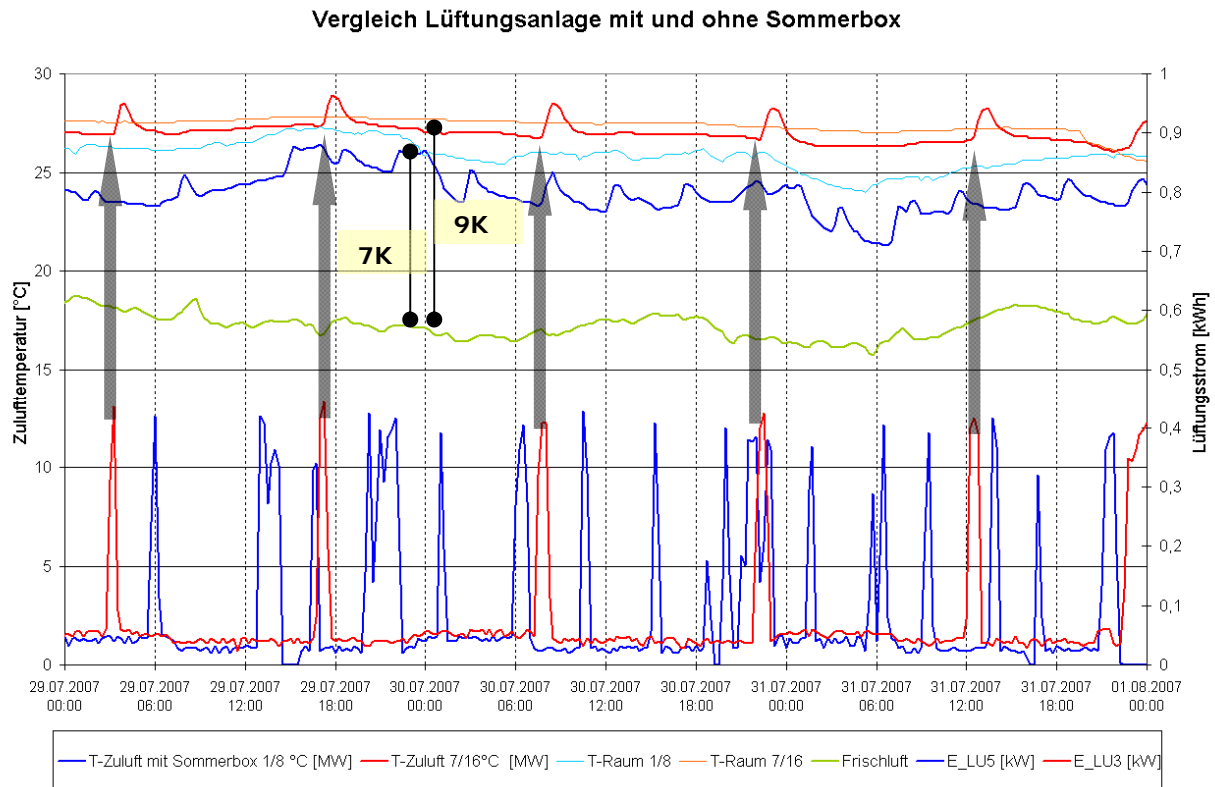


Abbildung 25: Zusammenhang zwischen Warmwassererzeugung und Erwärmung der Zuluft im Sommer

Vor dem Einbau der Box am 26.07.2007 liegen die Raumtemperaturen in beiden Wohnungen annähernd auf demselben Niveau. Nach dessen Einbau liegt die Innenraumtemperatur in Wohnung 5 (mit Sommerbox) fortwährend im Durchschnitt rund  $1^{\circ}\text{C}$  unter der Raumtemperatur von Wohnung 3. Der Temperaturunterschied bei der Zuluft beträgt rund  $2^{\circ}\text{C}$ .

Abbildung 25 zeigt ebenfalls, dass ein Betrieb des PH-Kompaktlüftungsgerätes bei der Warmwasserbereitung zu einer Erhöhung der Zulufttemperatur führt. In Abbildung 25 ist dies an den auftretenden Spitzen bei der Zulufttemperatur (dicke rote Linie) bei Wohnung 3 zu erkennen, die mit dem Warmwasserbetrieb der Wärmepumpe korrelieren (dünne rote Linie). Diese Erhöhung wird verursacht, weil sich der Kompressor für die Wärmepumpe im Zuluftkanal befindet und bei Betrieb dort seine Wärme abgibt.

Im Winterfall erreicht man dadurch eine sehr effiziente Ausnutzung der Abwärme des Kompressors. Im Sommerfall bewirkt dies, wenn auch nur zu Zeiten der Warmwasserbereitung, das Gegenteil.

Wie schon in Abbildung 24 ersichtlich, ist der Unterschied zwischen der Frischlufttemperatur nach dem Erdwärmeregister über Dach und der Zulufttemperatur in den Räumen zu beachten. Im oben dargestellten Zeitraum beträgt dieser im Betrieb mit Sommerbox durchschnittlich rund  $5^{\circ}\text{C}$  und im Standardbetrieb rund  $7^{\circ}\text{C}$ .

Die Ursache für diesen Verlust an Kühlenergie liegt wie erwähnt zum Einen an der Wärmerückgewinnung auch im Sommer und zum Anderen an den langen Lüftungsleitungen im Hauptschacht bzw. an der Abwärme der Lüftungsventilatoren.

Der Einsatz der Sommerbox zeigt eine deutliche Verbesserung des Zuluftzustandes im Sommer und eine Nachrüstung ist auf jeden Fall sinnvoll. Trotzdem fällt auf, dass auch durch diese konstruktive Maßnahme ein sehr großer Teil der Kühlenergie verloren geht.

### 4.2.3 Energiebilanz erstes Betriebsjahr

In Tabelle 6 ist die Gesamtenergiebilanz für das erste Messjahr von März 2007 bis März 2008 zusammengefasst.

Tabelle 6: Energiebilanz im Messzeitraum 01.03.2007 bis 28.02.2008

<b>Gesamtwärmeverbrauch</b>	<b>kWh</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>	<b>Prozentanteil</b>
	<b>17689</b>	<b>41,40</b>	<b>100%</b>
davon:			
Heizung gesamt:	<b>7184</b>	<b>16,82</b>	<b>40,61%</b>
über Wärmepumpe <sup>1)</sup>	6329	14,81	35,78%
Über E- Zusatzheizung	855	2,00	4,84%
Warmwasserverbrauch	<b>7784</b>	<b>18,22</b>	<b>44,01%</b>
Verluste (Speicher)	2721	<b>6,37</b>	<b>15,38%</b>
<b>Gesamtwärmeeintrag</b>	<b>17689</b>	<b>41,40</b>	<b>100%</b>
davon:			
Wärmepumpe	16861	39,47	95,32%
E-Strahler	18	0,04	0,10%
E- Heizung	848	1,99	4,80%
<b>Stromverbrauch gesamt</b>	<b>24928</b>	<b>58,35</b>	<b>100%</b>
davon:			
Haushaltsstrom	13096	30,65	52,53%
Heizungsstrom WP <sup>1)</sup>	2502	5,86	10,04%
Warmwasserstrom WP <sup>1)</sup>	3351	7,84	13,44%
Allgemein Strom	2037	4,77	8,17%
Lüftungsstrom	1526	3,57	6,12%
HLS	847	1,98	3,4%
Lift	697	1,59	2,72%
Elektroheizung	853	2,00	3,42%
Tiefgarage (nicht innerhalb thermischer Hülle)	3072	7,19	12,32%

<sup>1)</sup> Rechenwert

Der Wärmeverbrauch, welcher über die Wärmepumpe eingebracht wird, ergibt sich als Rechenwert der für die Wärmepumpe gemessenen elektrischen Energie und dem COP (Coefficient Of Performance) der Wärmepumpe inkl. der Abwärmen der Ventilatoren und des Wärmepumpenmotors.

Der gemessene, über alle Wohnungen betrachtete, spezifische Heizenergiebedarf liegt in der ersten Messperiode vom 1. März 2007 bis 29. Februar 2008 bei 16,82 kWh/(m<sup>2</sup>a).

Bei der Bewertung des Heizwärmebedarfs (HWB) ist zu berücksichtigen, dass dieser Wert bei den in diesem Messjahr vorliegenden Wetterbedingungen und Raumtemperaturen zustande gekommen ist. Zur besseren Vergleichbarkeit wurde, analog zur Vorgangsweise im CEPHEUS-Projekt, der Heizwärmebedarf auf 20°C Raumtemperatur umgerechnet.

In dieser Messperiode lag die durchschnittliche Raumtemperatur während der Heiztage bei 22,75°C. Mit dem Passivhaus- Projektierungspaket (PHPP) wurde der Heizwärmebedarf bei 20°C und bei 22,75°C Raumtemperatur und mit gemessenen Wetterdaten berechnet. Das Verhältnis dieser beiden Werte wurde dann zur Umrechnung des gemessenen Heizwärmebedarfs nach der folgenden Formel verwendet

$$HWB_{20^{\circ}C} = HWB_{gemessen} \cdot \frac{HWB_{PHPP\_Klima\_gemessen\_20^{\circ}C}}{HWB_{PHPP\_Klima\_gemessen\_T,gemessen}}$$

Der Heizwärmebedarf (normiert auf 20°C Raumtemperatur) lag demnach im ersten Messjahr bei

11,71 kWh/(m<sup>2</sup> a).

In einem weiteren Schritt wurde analog zur Raumtemperaturnormierung der Heizwärmebedarf zusätzlich auf Standardklimadaten normiert. Zu diesem Zweck wurde ein durchschnittlicher Klimadatensatz für Wien verwendet (PEP- vgl. Kapitel 4.1.2). Mithilfe der folgenden Formel

$$HWB_{20^{\circ}C\_Standard\_Wien\_PEP} = HWB_{20^{\circ}C} \cdot \frac{HWB_{PHPP,20^{\circ}C,Standard\_Wien\_PEP}}{HWB_{PHPP\_Klima\_gemessen\_20^{\circ}C}}$$

ergibt sich für das vollständige Messjahr in der Roschégasse ein Heizwärmebedarf normiert auf 20°C Raumtemperatur und das Standardklima Wien von

**15,3 kWh/(m² a).**

In den folgenden Grafiken sind jeweils die gemessenen Energien und nicht normierte Werte dargestellt.

Im ersten Messjahr beläuft sich der Warmwasserverbrauch auf 18,22 kWh/(m²a).

Der Verlustanteil im System fällt mit rund 15,4% sehr gering aus, was einen großen Vorteil der dezentralen Erzeugung von Heizenergie und Warmwasser widerspiegelt. Leitungs- und Verteilverluste werden nahezu ausgeschlossen, die Verluste entstehen hauptsächlich durch die Wärmeverluste im Boiler.

Die Wärmeerzeugung in den Wohnungen wird fast ausschließlich über die Wärmepumpen bewerkstelligt. Die elektrischen Heizkörper und Strahler waren, wenn überhaupt, nur in den Wintermonaten vereinzelt in Betrieb (vgl. Abbildung 26).

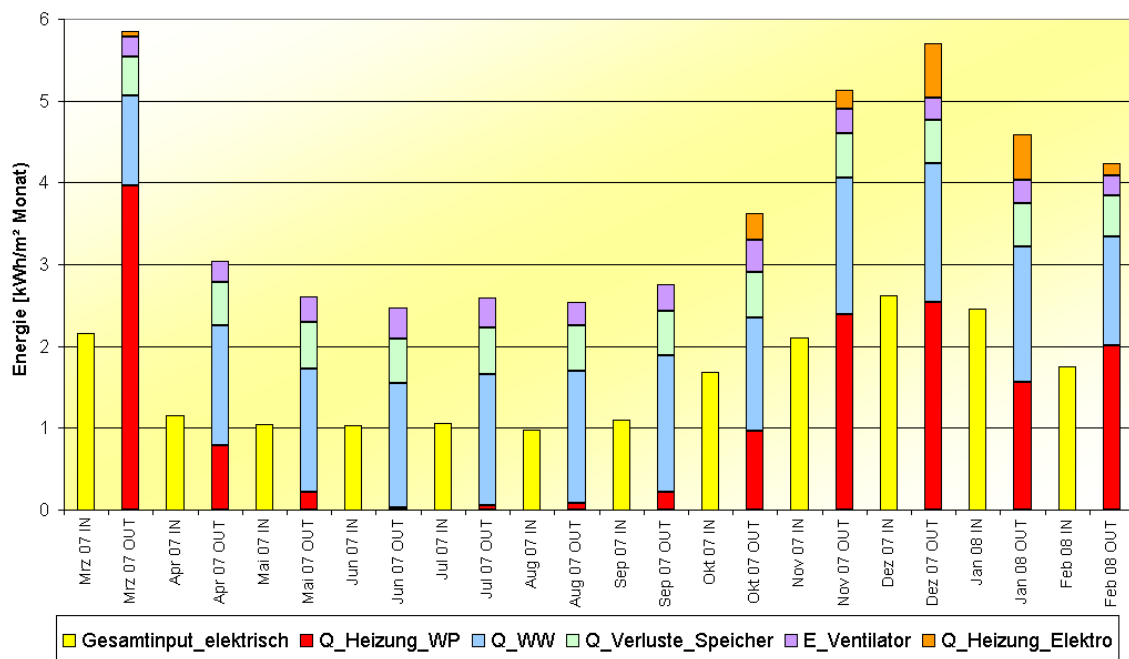


Abbildung 26: Durchschnittliche monatliche Energiebilanz für die fünf Reverenzwohnungen, Messjahr 1.

Der Gesamtstromverbrauch ist mit 58,35 kWh/(m²a) in der ersten Messperiode relativ niedrig vor allem wenn man berücksichtigt, dass die gesamte Wärmeversorgung mit elektrischer Energie bereitgestellt wird.

Die gesamte Energie für Heizung und Warmwasser wird ausschließlich durch Strom gedeckt und ist in Abbildung 26 gelb dargestellt. Der Heizenergiebedarf, der über die Wärmepumpe abgedeckt wird ist rot abgebildet. Die orangenen Balken entsprechen der zusätzlichen Heizenergie, die über die elektrischen Heizkörper bzw. über die E-Strahler eingebracht wurde. Die hellblauen Balken symbolisieren den Warmwasserverbrauch und die hellgrünen Balken die Wärmeverluste des Boilers.

Zu beachten ist das Verhältnis zwischen elektrischen Input und thermischen Output im Jahresverlauf. Im Januar wird eine Gesamtleistungsziffer (COP) von 2,7 erreicht, die in den Sommermonaten auf 2,2 absinken kann. Ein wesentlicher Grund hierfür ist, dass im Sommer die elektrischen Ströme der Ventilatoren und des Kompressors im Verhältnis zum Gesamtwärmeoutput (nur Warmwasser) weit größer sind als im Winter (Warmwasser & Heizung).

Der Systemwirkungsgrad bzw. die Leistungsziffern der Kompaktlüftungsgeräte ist in Abbildung 27. für das erste Messjahr dargestellt.

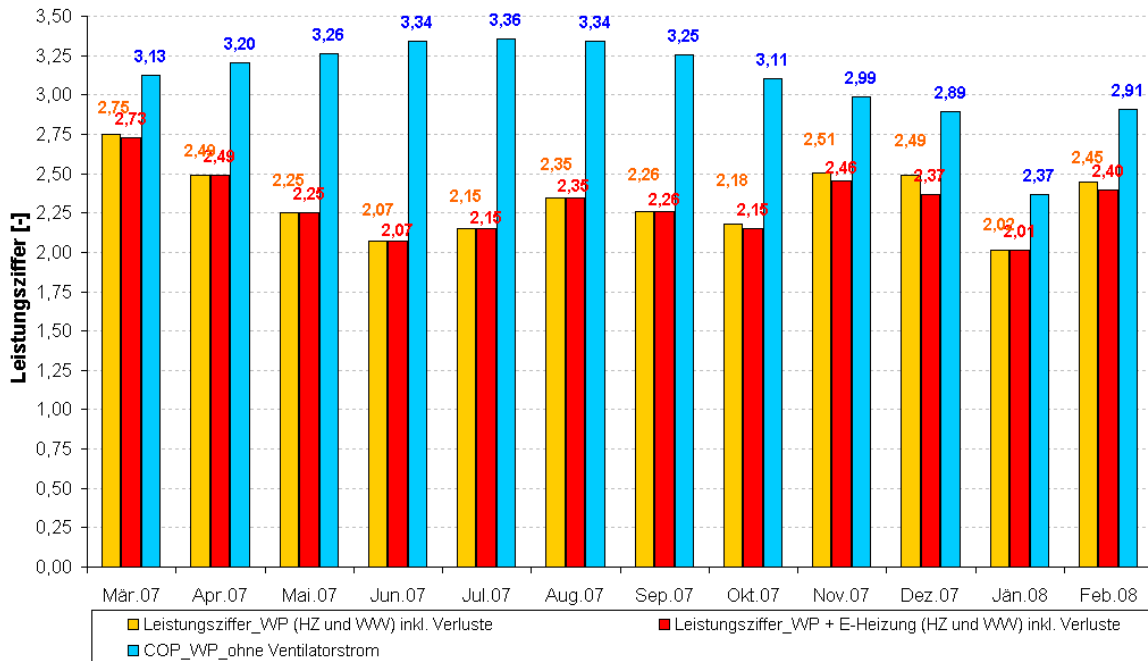


Abbildung 27: Leistungsziffern der Kompaktlüftungsgeräte (inkl. Boilerverluste), 1.Messjahr

Bei der Ermittlung der Leistungsziffer wurde einmal der reine Wärmepumpenbetrieb zur Bereitstellung von Heizung und Warmwasser berücksichtigt (blaue Balken), die gelben Balken inkludieren zusätzlich den Lüftungsbetrieb bzw. die Stromaufnahme durch den Lüftungsventilator im Kompaktgerät und die roten Balken stellen den Systemgütegrad inklusive der externen Stromheizungen für das Messjahr dar.

Ohne Berücksichtigung der Ventilatorströme ist der Wärmepumpenbetrieb zur reinen Warmwasserbereitung im Sommer effizienter als im Winter (blaue Balken). Bei der Betrachtung des gesamten Kompaktgerätes (Heizung, Lüftung, Warmwasser) ist jedoch der Systemwirkungsgrad bzw. die Leistungsziffer im Winterbetrieb höher, da im Sommer die elektrischen Ströme der Ventilatoren und des Kompressors im Verhältnis zum Gesamtwärmeoutput (nur Warmwasser) weit größer sind als im Winter (Warmwasser & Heizung).

Der Winterbetrieb mittels Kompaktlüftungsgeräten ist des weiteren sehr effizient, da sich der Kompressor für die Wärmepumpe im Zuluftkanal befindet. Dadurch wird bei Wärmepumpenbetrieb die Abwärme direkt zur weiteren Aufheizung der Zuluft nach dem WRG-Register genutzt.

Der Haushaltsstrom trägt mit 52,53% bzw. 30,65 kWh/(m²a) den größten Anteil zum Stromverbrauch bei. Heizung und Warmwasserstrom sind gemeinsam mit weiteren 23,5% am Stromverbrauch beteiligt. Der Lüftungsanteil fällt mit einem Verbrauch von 3,54 kWh/m²a relativ gering aus.

Nachfolgende Abbildung 28 zeigt den monatlichen Strombedarf nach Verbraucher als Mittelwert über das gesamte Gebäude für den gesamten Messzeitraum.

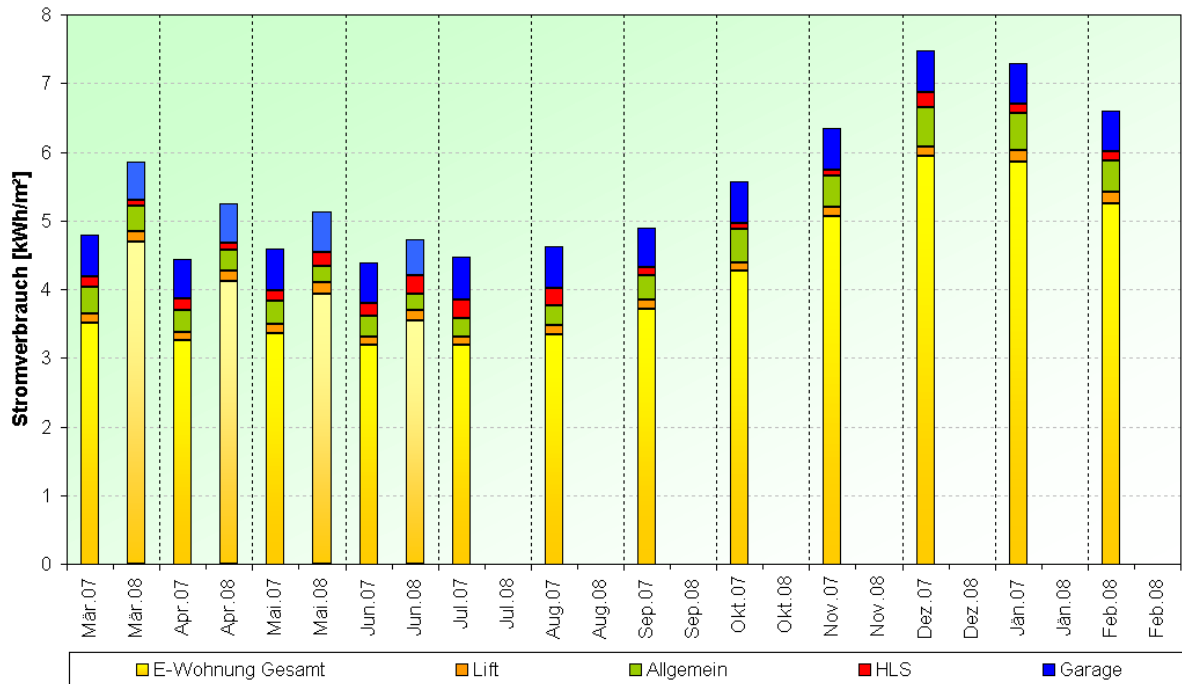


Abbildung 28: Monatlicher Stromverbrauch als Mittelwert über das gesamte Gebäude, gesamter Messzeitraum (01.03.2007 bis 30.06.2008)

Den größten Anteil am Verbrauch nimmt der Haushaltsstrom ein. Alle anderen Positionen sind das Jahr über relativ konstant auf ähnlichem Niveau. Im zweiten Messjahr ist im Durchschnitt ein Anstieg des Gesamtstromverbrauches über alle Wohnungen zu verzeichnen. In den Wintermonaten sind die Werte aufgrund des zusätzlichen Heizenergiebedarfs erhöht.

In Abbildung 29 sind die durchschnittlichen monatlichen Stromverbräuche aller Wohneinheiten anteilmäßig nach den einzelnen Verbrauchern dargestellt.

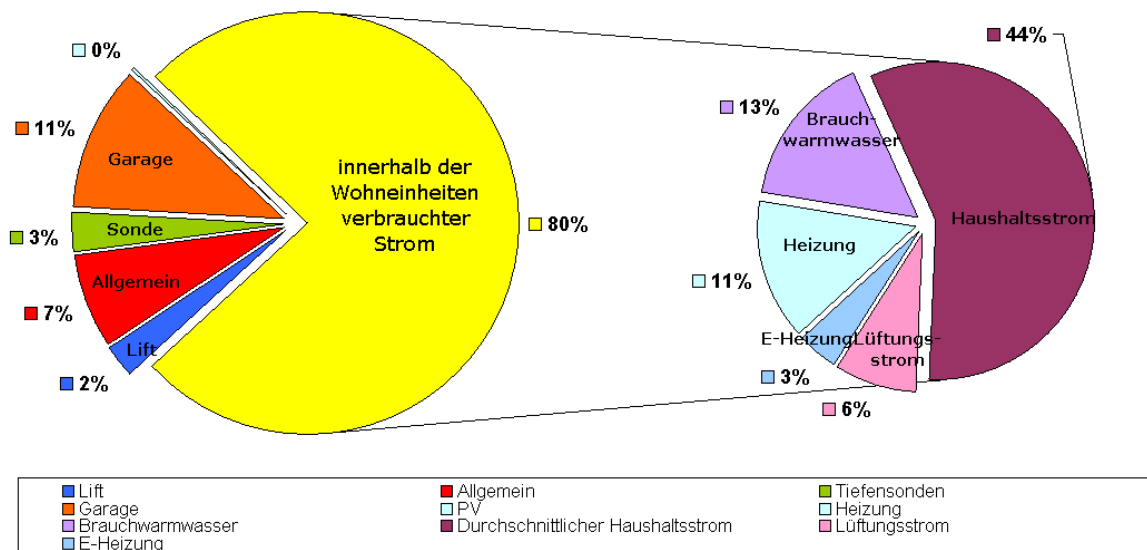


Abbildung 29: Stromerbräuche nach Anteil des jeweiligen Verbrauchers, 03.2007 bis 03.2008

Eine Aufteilung in Haushaltsstrom, Strom für Tiefgarage, Lift, Tiefensonden und Allgemein Strom wurde vorgenommen.



Unter Allgemein Strom fällt vor allem Strom für die Beleuchtung des Stiegenhauses und der Strom für die Außenbeleuchtung. Unter den Verbraucher „Sonde“ fällt der Strom für die Pumpen im Solekreis.

Der Großteil des Stromverbrauchs in den Wohnungen fällt auf den Haushaltsstrom, der alle elektrischen Verbraucher wie Licht, EDV, Küche, etc. inkludiert. Verhältnismäßig gering ist der Stromverbrauch durch die elektrischen Zusatzheizungen. Der Elektroheizstrahler und das elektrische Heizregister sind als Backup zur Abdeckung von Spitzenheizlasten während der Heizperiode vorgesehen. Durch eine solche Maßnahme können z.B. Heizungssysteme kleiner dimensioniert werden, wodurch sich Energie und Kosten sparen lassen. Voraussetzung allerdings ist der gewissenhafte Einsatz dieser Elektroheizungen durch den Benutzer selbst.

Der dargestellte Stromverbrauch in der Tiefgarage ist in der Energiebilanz nicht berücksichtigt, da sich die Tiefgarage außerhalb der thermischen Hülle des Gebäudes befindet.

Nachfolgende Abbildung 30 zeigt einen Vergleich des monatlichen Stromverbrauches zwischen Haustechnik und Wärmeversorgung im Speziellen für die fünf Messwohnungen.

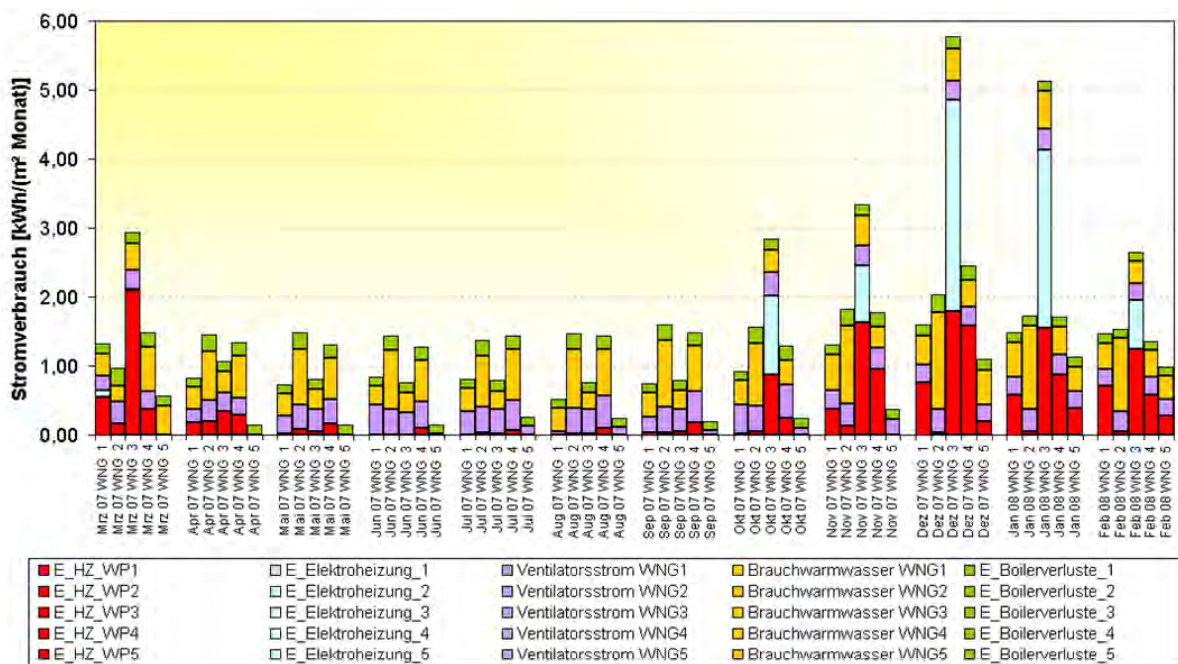


Abbildung 30: Monatlicher Stromverbrauch der Einzelhaushalte ohne Haushaltsstrom

Vor allem in den Wintermonaten sind größere Unterschiede zwischen den einzelnen Wohnungen zu bemerken. Die Unterschiede zwischen den Einzelhaushalten sind vor allem auf die Lage der Wohnung, das Nutzerverhalten und die Belegungszahl zurückzuführen.

Wohnung 3 zum Beispiel ist aufgrund des hohen Außenflächenanteils gegenüber den anderen Wohnungen benachteiligt (vgl. Abbildung 5), was auch den verhältnismäßig hohen Heizenergiebedarf erklärt.

Abbildung 31 zeigt einen Überblick über den gesamten Nutzenergieverbrauch des Gebäudes, also den Verbrauch an Wärme, Kälte und Strom für das erste Messjahr.

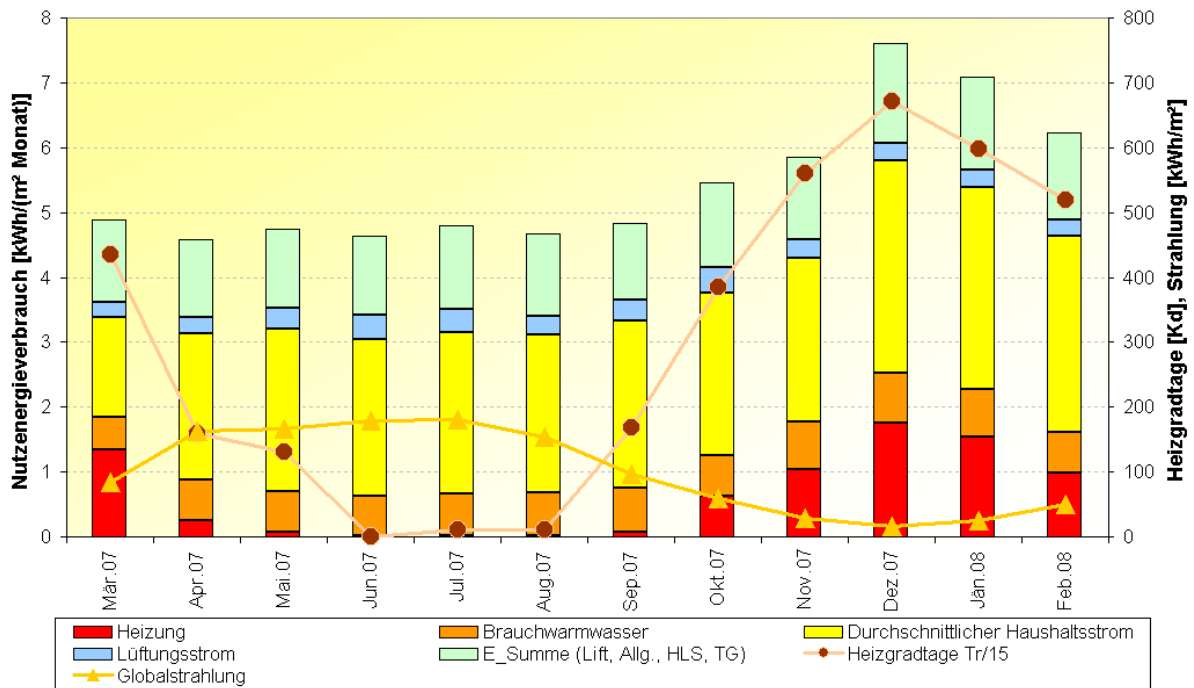


Abbildung 31: Durchschnittlicher monatlicher Nutzenergieverbrauch in den Messwohnungen, 01.03.2007 bis 28.02.2008

Der Energieverbrauch wird hier den Wetterdaten sowie dem möglichen Solarertrag gegenübergestellt.

Im Diagramm wird zwischen Haushaltsstrom und Energien zur Heizung, Brauchwasseraufbereitung und Lüftung unterschieden. Daneben werden die Heizgradtage und die monatliche Globalstrahlung dargestellt.

In Abbildung 32 ist der Nutzenergieverbrauch der fünf Messwohnungen in der Roschégasse 20 dargestellt.

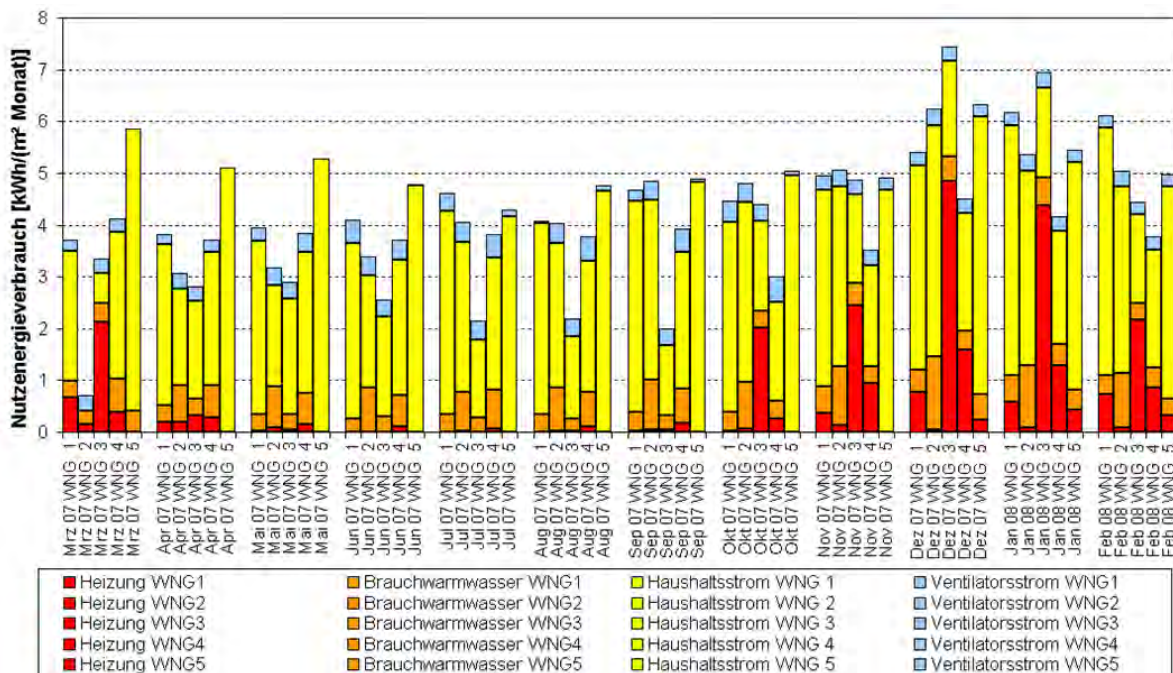


Abbildung 32: Aufteilung des Nutzenergieverbrauches auf die Messhaushalte

Unterschiede, die sich zwischen den einzelnen Wohneinheiten ergeben, sind auf unterschiedliche Belegungszahlen und ein abweichendes Nutzerverhalten zurückzuführen. Be-

sonders hervorzuheben ist Wohnung 3, die trotz sehr hohem Heizungsanteilen im Winter (siehe auch Abbildung 30) tendenziell immer einen geringen Stromverbrauch aufweist. Einer der Gründe dafür dürfte die geringe Belegungszahl von zwei Erwachsenen auf 90 m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche sein.

In Abbildung 33 ist der Stromverbrauch von drei Messwohnungen als 15 Minuten Durchschnitt über einen Messzeitraum von einer Woche dargestellt.

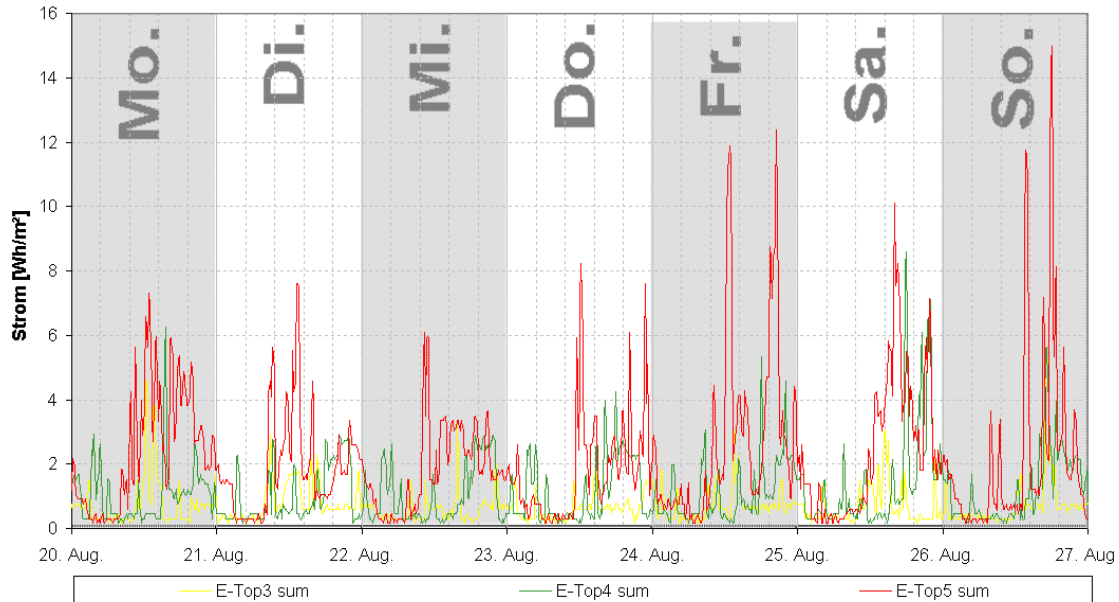


Abbildung 33: Wochengang des Stromverbrauches, 15 min Mittelwerte

Zu erkennen ist ein deutlicher Tagesgang mit einem Minimum des Stromverbrauches in den Nacht- bzw. frühen Morgenstunden und ein Wochengang mit erhöhten Stromerbräuchen am Wochenende. Des weiteren treten deutliche Unterschiede zwischen den Messwohnungen auf die im wesentlichen vom Nutzerverhalten und der Belegungszahl abhängen.

Abbildung 34 zeigt eine detaillierte Auflösung des Stromverbrauches in Messwohnung 3 in der 43. Kalenderwoche 2007.

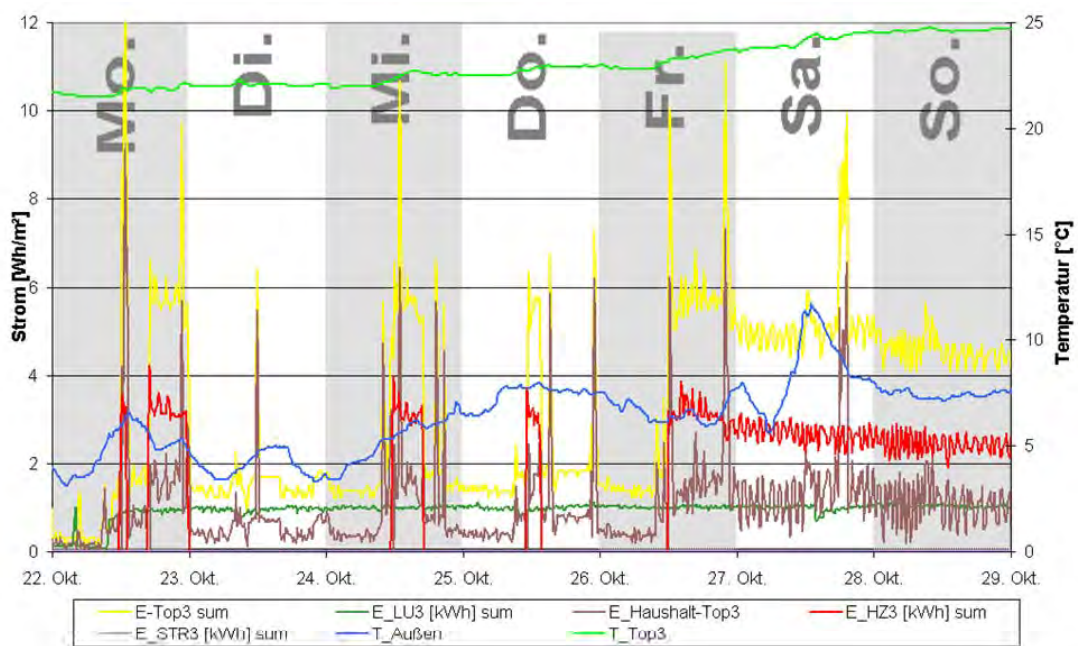


Abbildung 34: Verlauf Stromverbrauch Wohnung 3 als 15 min Mittelwerte

Deutlich zu erkennen ist eine Erhöhung der Grundlast (gelbe Linie) zu Mittag des 22. Oktobers durch das Hinzuschalten des Heizbetriebes des PH-Kompaktlüftungsgerätes (grüne Linie). Die BewohnerInnen haben die elektrischen Heizkörper zuerst temporär in den Nachmittags- und Abendsstunden, und ab dem 26. Oktober stationär in Betrieb (rote Linie). Durch diese Zusatzheizung erhöht sich die Grundlast im Stromverbrauch ca. um den Faktor 3.

Die Raumtemperaturen steigen durch dieses Verhalten bis zum Wochenende auf Werte knapp unter 25°C.

In Abbildung 35 ist der mittlere Tagesgang des Warmwasserverbrauches in den Messwohnungen im Juli 2007 dargestellt

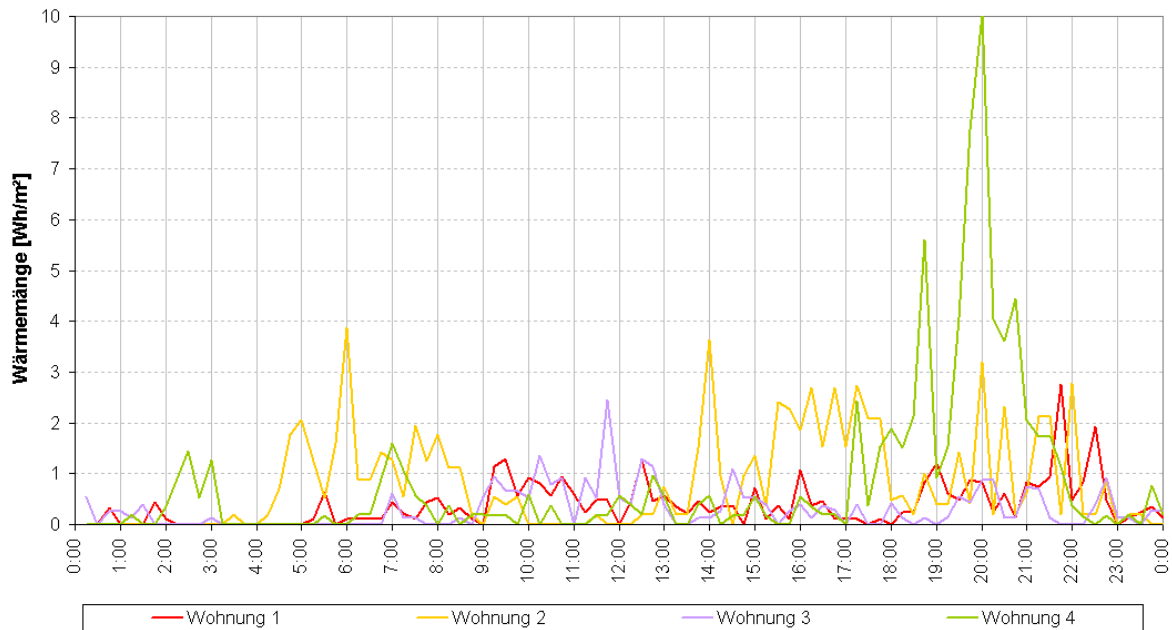


Abbildung 35: Mittlerer Tagesgang des Warmwasserverbrauches

Zwischen 23:00 und 04:00 Uhr wurde in den Wohnungen ganz allgemein das ganze Monat über kaum Warmwasser verbraucht und auch in der übrigen Zeit ist in den einzelnen Wohnungen ein charakteristischer Tagesgang zu erkennen (z.B. Maximum in den frühen Abendstunden in Wohnung 4).

Der Spitzenverbrauch über alle Wohnungen liegt ca. bei 4 bis 5 kWh, was in etwa der Hälfte der im Puffer gespeicherten Wärmemenge entspricht.

Abbildung 36 zeigt den durchschnittlichen End- und Primärenergieverbrauch während des ersten Messjahres (01.März 2007 bis 28.Februar 2008).

Die benötigte Heizenergie für Warmwasser und Heizung ist hier der verwendeten End- und Primärenergie gegenübergestellt. Die Endenergie (Energie, die vom Nutzer eingekauft werden muss) enthält den für Heizung, Warmwasser und die dazugehörigen Verluste verbrauchten Strom sowie alle Stromflüsse die innerhalb der thermischen Hülle anfallen (Tiefgaragenstrom ist nicht berücksichtigt).

Zur Umrechnung auf Primärenergie wurden die gleichen Primärenergiefaktoren wie bei CEPHEUS verwendet:

- Strom: 2,5

Insgesamt beträgt der gemessene Gesamtendenergieverbrauch 58,3 kWh/(m<sup>2</sup> a) und der Gesamtprimärenergieeinsatz 145,9 kWh/(m<sup>2</sup> a).

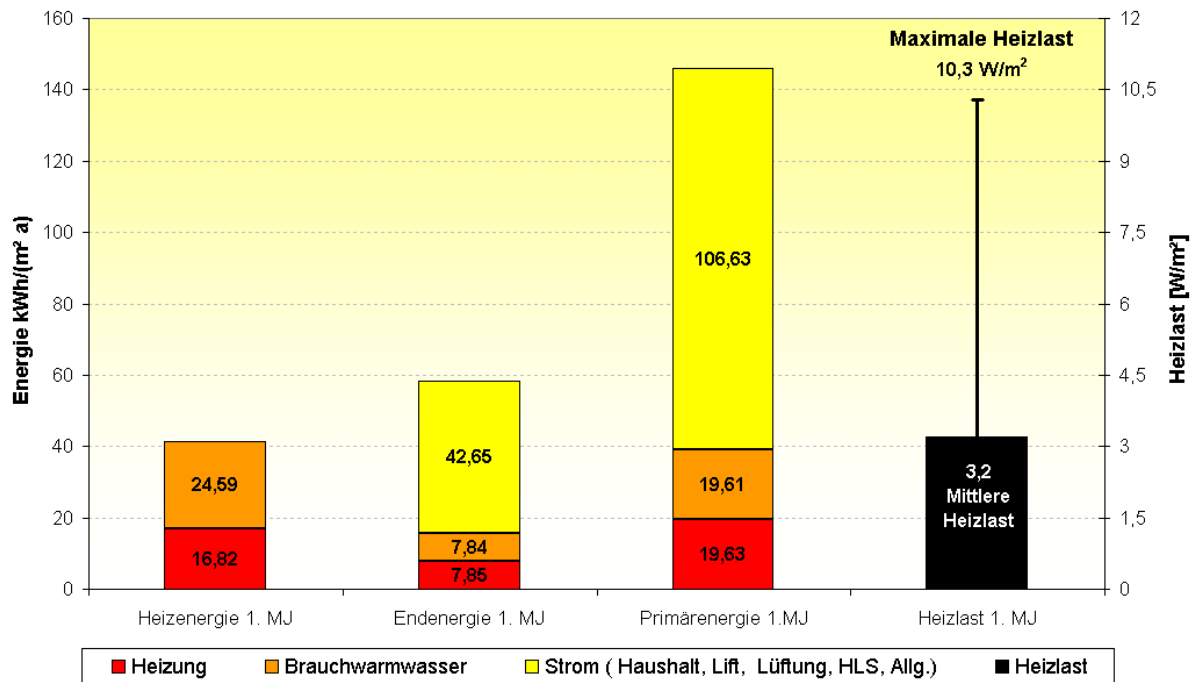


Abbildung 36: Durchschnittlicher End- und Primärenergieverbrauch in den Messwohnungen; Roschégasse Messjahr 1

Der gemessene Heizenergiebedarf für die Raumheizung beträgt im ersten Messzeitraum 16,82 kWh/m²a und liegt nach Klimakorrektur und Normierung der Raumtemperatur auf 20°C bei 15,3 kWh/(m²a). Der Wert liegt somit nur knapp über dem für Passivhäuser geforderten Grenzwert von 15 kWh/(m²a).

Der verbrauchte Strom für Heizung und Warmwasseraufbereitung ist geringer als die verbrauchte Wärme, da die im Kompaktlüftungsgerät eingebaute Wärmepumpe eine Arbeitszahl (COP-Wert) besitzt, die größer als eins ist. In der Roschégasse 20 beträgt der durchschnittliche COP-Wert für die Heizenergieerzeugung 2,08 und jener für die Brauchwassererzeugung 3,14 (vgl. auch Abbildung 27).

Der Unterschied der COP- Werte liegt darin begründet, dass im COP- Wert der Heizung der Anteil der Direktstromheizung inkludiert ist, wodurch der reine COP-Wert der Wärmepumpe gemindert wird. Zusätzlich weist das Kompaktlüftungsgerät einen geringeren COP-Wert im Winterbetrieb auf, wodurch der COP-Wert der Heizenergieerzeugung ebenfalls sinkt.

Die im Diagramm dargestellte mittlere Heizlast von 3,2 W/m² ist aus den Tagesmittelwerten in der Heizperiode berechnet. Die maximale Heizlast ist ebenfalls abgebildet und beträgt 10,3 W/m². Der Wert liegt somit im Grenzbereich der maximal für Passivhäuser zulässigen Heizlast von 10 W/m².

Die in Abbildung 36 abgebildete Heizlast errechnet sich an Heizgradtagen (HGT → T\_Aussen < 15°C) wie folgt:

$$\phi_{HL} = \frac{Q_{Heizung}[kWh] \cdot 1000}{24[h] \cdot A[m^2]} [W/m^2]$$

$Q_{Heizung}$  resultiert aus der Summe der Wärmeeinträge vom Wärmepumpen- und elektrischen Heizsystem. Die mittlere Heizlast berechnet sich als Mittelwert der Heizlasten  $\Phi_{HL}$  und die maximale Heizlast ist der größte, in einem Jahr berechnete Wert für  $\Phi_{HL}$ .

#### 4.2.4 Heizlasten

Abbildung 37 zeigt den Verlauf der mittleren Heizlast (flächengewichtet für alle Räume der im gesamten Messzeitraum berücksichtigten Referenzwohnungen) über der Außenlufttemperatur.

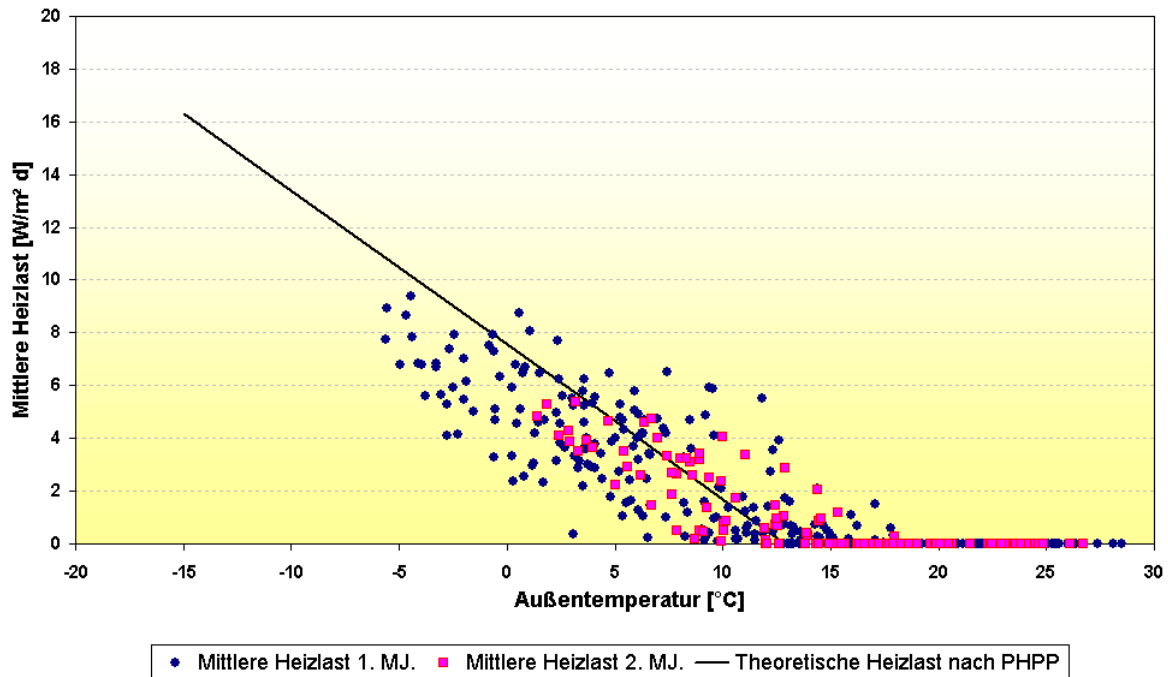


Abbildung 37: Verlauf der mittleren Heizlast im Verhältnis zur Außentemperatur; gesamter Messzeitraum

Die maximale Heizlast im ersten Messjahr liegt bei 9,37 W/m<sup>2</sup> und wurde am 29.12.2007 bei einer mittleren Tagesaußentemperatur von -4,1 °C gemessen.

Die im Diagramm dargestellte Gerade bezeichnet den rechnerisch ermittelten Wert der Heizlast basierend auf der mittleren, gemessenen Raumtemperatur in der Heizperiode von 22,4°C.

Ihr Verlauf errechnet sich über folgenden Zusammenhang:

$$\phi_{HL} = \frac{Q_{Verl.}}{TFA} \cdot (\bar{T}_{Räume} - T_{Außen}) - Q_{Gew.}$$

mit:

- $\Phi_{HL}$  theoretische Heizlast bei  $T_{Außen}$  [W]
- $Q_{Verl.}$  Spezifische Wärmeverluste laut PHPP [W/K]
- TFA Treated Floor Area [m<sup>2</sup>] (vgl. Kapitel 3.1.1)
- $\bar{T}_{Räume}$  Mittlere Raumtemperatur der Messräume an Heizgradtagen [K]
- $T_{Außen}$  Außentemperatur [K]
- $Q_{Gew.}$  Interne Wärmegewinne [W/m<sup>2</sup>]

### 4.3 Zusammenfassung der Messergebnisse und Fazit

Der Messbeginn des ersten Messjahres wurde auf den 1. März 2007 gelegt um Einflüsse aus der Mietereinzugsphase als auch aus der Austrocknungsphase des Gebäudes auszuschließen.

Der klima- und raumtemperaturbereinigte Heizenergiebedarf des Gebäudes liegt mit **15,27 kWh/(m<sup>2</sup>a)** im ersten Messjahr an der Passivhausgrenze von 15 kWh/(m<sup>2</sup>a) und entspricht somit einem ausgezeichneten Wert.

Der maximale Wert der Heizlast trat am 29.12.2007 bei -4,1 °C mittlerer Tagesaußentemperatur auf und liegt mit 9,4 W/m<sup>2</sup> innerhalb des Passivhausgrenzwertes (vgl. Abbildung 37).

Die Temperaturmessungen in den Referenzwohnungen lassen auf sommerliche Überhitzungsprobleme schließen. Raumtemperaturen über 27°C (im 24-Stunden-Mittel) sind keine Seltenheit. Neben den extremen Außentemperaturen von bis zu 40°C trägt teilweise falsches NutzerInnenverhalten zu den erhöhten Innenraumtemperaturen bei. Häufig wird der Fensterlüftung Vorrang gegenüber der Zuluftkühlung gegeben, was zwar kurzfristig durch die vorbeistreichende Luft zu einem subjektiven Abkühlungseffekt führt, tatsächlich allerdings die Temperatur in den Räumen erhöht.

Um eine abkühlende Luftbewegung im Innenraum zu erzielen, ist daher das Aufstellen eines Ventilators in Hitzeperioden auf jeden Fall einer Querlüftung über die Wohnungsfenster vorzuziehen.

Als sehr sinnvoll hat sich der Einbau einer Sommerbox bei den Kompaktlüftungsgeräten erwiesen, die eine Umgehung des Wärmerückgewinnungsregisters im Sommer ermöglicht. Durch diese Maßnahme konnte die Zulufttemperatur um ein bis zwei Kelvin gegenüber dem konventionellen Betrieb gesenkt werden. Der Einsatz der Sommerbox ist somit sehr zu empfehlen.

Die internen Gewinne von Abwärmern und Boilerverlusten im Heizbedarfsfall und vor allem die sehr niedrigen Energieverteilverluste sprechen im Winter für den Einsatz von dezentralen Kompaktlüftungsgeräten. Im Sommer wirkt sich dieser Umstand jedoch negativ auf die Überhitzungsproblematik aus.

Für die Energiebilanz ergibt sich allerdings dadurch die Situation, dass die gesamte Energie in den Haushalten durch Strom eingebracht wird. Und obwohl der Gesamtstromverbrauch bzw. der gesamte Endenergieinput mit 58,35 kWh/(m<sup>2</sup>a) einen akzeptablen Wert darstellt kann die Primärenergiekennzahl mit dem Umrechnungsfaktor 2,5 für Strom den Passivhausgrenzwert nicht erreichen (vgl. Tabelle 6 bzw. Abbildung 36).

## 5 Sozialwissenschaftliche Begleitforschung – Erhebung der Nutzerakzeptanz

Autor: Mag. Jürgen Suschek-Berger

### 5.1 Einleitung

Ziel dieser sozialwissenschaftlichen Begleiterhebung ist es, Informationen von den BewohnerInnen und NutzerInnen der Demonstrationsgebäude zu Akzeptanz der Gebäudekonzepte, der in den Gebäuden integrierten Technologien (z.B. Heizung, Lüftung) und zu ihrem Verhalten und zu ihrem Umgang mit verschiedenen Haustechnikkomponenten zu bekommen.

Diese Erhebungen werden als „Post-occupancy Evaluationen“ durchgeführt, d.h. erst nachdem die BewohnerInnen bzw. die NutzerInnen die Wohnungen bzw. die Gebäude bezogen haben und Erfahrungen von ihrer Seite vorliegen. Idealerweise sollten die NutzerInnen zumindest eine Heizsaison hinter sich haben, um die „Performance“ des Gebäudes auch in der kalten Jahreszeit beurteilen zu können.

Es sind folgende Erhebungsschritte in der sozialwissenschaftlichen Begleitforschung vorgesehen:

- **Standardisierte schriftliche Befragung der Haushalte**

Die Befragung wird als Vollerhebung in allen untersuchten Wohnungen und Gebäuden durchgeführt und enthält folgende Module: Bewertung des Wohnens (Raumklima, Heizung, Haustechnik, Behaglichkeit etc.) nach Kriterien wie allgemeiner Zufriedenheit, Flexibilität oder Regelbarkeit; Informationen zum Wohnverhalten (Komfort, Nutzung etc.); Kontextfaktoren (Zufriedenheit mit der Wohnsituation, der Wohnanlage, sozialem Umfeld etc.)

- **NutzerInnenverhalten (Umgang mit speziellen Technologien)**

Eine Stichprobe der GebäudebewohnerInnen und –nutzerInnen soll an drei vorgegebenen Tagen ein Protokoll zur Gebäudenutzung (Heizung, Lüften, Komfort) erstellen. Diese Protokolle geben Aufschlüsse zum NutzerInnenverhalten und ergänzen die technischen Messprotokolle.

- **Qualitative Interviews mit NutzerInnen**

Mit ca. 10 ausgewählten BewohnerInnen bzw. NutzerInnen der Gebäude werden vertiefende persönliche Interviews zur Ergänzung der schriftlichen Befragungen durchgeführt.

- **Qualitative Interviews mit BauträgerInnen und PlanerInnen**

Mit den PlanerInnen bzw. BauträgerInnen der ausgewählten Demonstrationsobjekte werden qualitative Interviews über die Schritte geführt, die gesetzt wurden, um die BewohnerInnen und NutzerInnen im Vorfeld über die neuen Gebäudetechnologien aufzuklären.

Die Ergebnisse dieser Erhebung werden zu anderen sozialwissenschaftlichen Untersuchungen, die in Projekten im Rahmen des Programms „Haus der Zukunft“ durchgeführt wurden, in Beziehung gesetzt, um eine Vergleichbarkeit der Daten zu gewährleisten.

Ergebnis dieser Untersuchungen ist eine detaillierte Bewertung der innovativen Gebäudekonzepte durch die BewohnerInnen und NutzerInnen. Dies bietet einerseits die Möglichkeit, allgemeine Strategien für die Akzeptanz nachhaltiger Gebäude weiter zu entwickeln, andererseits die Möglichkeit, Nachjustierungen in den konkreten Projekten vorzunehmen.

In diesem Bericht werden die Ergebnisse der sozialwissenschaftlichen Begleitforschung zur Passivwohnsiedlung Roschégasse präsentiert.



## **5.2 Beschreibung des Vorgehens**

Für die sozialwissenschaftliche Analyse werden Befragungsergebnisse einer schriftlichen Totalerhebung unter den BewohnerInnen herangezogen, die von Dr. Alexander Keul (Universität Salzburg) gemeinsam mit StudentInnen der TU Wien im Frühjahr 2007 im Auftrag der zuständigen Hausverwaltung und der Wohnbaugenossenschaft durchgeführt wurde.

Auf eine eigene quantitative Befragung im Rahmen dieses Projektes wurde verzichtet, da die Ergebnisse aus der Befragung von Alexander Keul zur Verfügung stehen und für diesen Bericht genutzt werden dürfen. Ebenso sollte eine Verärgerung der BewohnerInnen durch ständige Befragungen vermieden werden. Zusätzlich wurden aber im Mai 2008 noch qualitative Interviews mit BewohnerInnen der Roschégasse 20 durchgeführt, um die Ergebnisse der quantitativen Befragung zu überprüfen. Weiters wurde im Mai 2008 ein Interview mit dem für die Wohnsiedlung verantwortlichen Architekten, Herrn Univ.-Prof. DI Dr. Martin Treberspurg geführt.

## **5.3 Ergebnisse der Fragebogenerhebung**

### **5.3.1 Sozialstatistische Daten**

Von den 114 Wohneinheiten haben 45 BewohnerInnen an der Befragung teilgenommen, dies entspricht einem Rücklauf von 40%. Davon waren ca. zwei Drittel weiblich, ca. ein Drittel männlich. Das Alter der Befragten lag zwischen 21 und 60 Jahren.

### **5.3.2 Allgemeine Zufriedenheit**

82% der Befragten fühlen sich in ihrer Wohnung sehr wohl. Sie sind mit dem Passivhaus, der kleinen Anlage, der Nachbarschaft und der Lage der Siedlung zufrieden. Etwa mehr als ein Drittel der Befragten fühlt sich durch Lärm nicht gestört, ein weiteres Drittel teilweise, nur 11% sehr. In der Hauptsache stört der Fluglärm, an zweiter Stelle steht Lärm von Kindern und Nachbarn.

### **5.3.3 Passivhaus**

Nur 30% der Befragten haben die Siedlung ausgewählt, weil es ein Passivhaus ist (neben der Lage 43%). 91% der Befragten wissen über die Eigenschaften eines Passivhauses Bescheid, 75% finden das Passivhaus sympathisch, 60% würden diese Wohnform an Freunde weiter empfehlen.

### **5.3.4 Energiesparen**

91% der Befragten ist Energiesparen sehr wichtig, 65% der Befragten wissen, dass die meiste Haushaltsenergie durch die Heizkosten eingespart werden kann, 85% wissen, dass durch ein Passivhaus über 50% der Heizkosten eingespart werden können.

### **5.3.5 Informationen und Einschulung**

73% der Befragten meinen, dass die Informationen über das Passivhaus von der Genossenschaft sehr gut waren, 22% hielten sie für brauchbar, für 64% sind diese auch praktisch umsetzbar (für 34% teilweise). 70% finden, an den Informationen müsste nichts verbessert werden (23% hätten gerne mehr Informationen gehabt).

### **5.3.6 Lüftung, Heizung und Temperaturregelung**

75% der Befragten hatten keine Probleme mit der Lüftung, nur ca. 8% anfangs. Ca. 60% der Befragten hatten mit der Gewöhnung an das Heizsystem keine Probleme, ca. 20% am Anfang. Fast 70% hatten keine Probleme mit der Temperaturregelung.

Fast die Hälfte der Befragten meint, sie würden keinen zusätzlichen Heizkörper im Wohnzimmer benötigen, 35% meinen, sie brauchen ihn.

### 5.3.7 Außenanlagen der Siedlung und Infrastruktur

Fast 80% sind mit den Außenanlagen in der Siedlung sehr zufrieden, 20% stellen Mängel fest – z.B. dass Spielgeräte für Kinder fehlen. Über die Hälfte der Befragten meint, es gäbe ausreichende Infrastruktur (Geschäfte, Ärzte etc.), knapp weniger als die Hälfte verneint dies. Dass es genügend Sozialeinrichtungen in der Nähe der Siedlung gäbe, bejahen ca. 60% der Befragten. Drei Viertel der Befragten nutzen die Möglichkeit des öffentlichen Verkehrs immer oder teilweise.

### 5.3.8 Soziale Kontakte

67% kannten zum Zeitpunkt der Befragung einige Nachbarn, 18% wenige, 13% viele.

### 5.3.9 Image der Hausverwaltung

Etwas über die Hälfte der Befragten meint, dass ihre Wünsche von der Hausverwaltung ernst genommen werden, 18% teilweise.

Zusammenfassend kann aus der quantitativen Befragung geschlossen werden, dass die Zufriedenheit der BewohnerInnen in der Passivhaussiedlung Roschégasse recht hoch ist. Viele finden das Passivhauskonzept sympathisch und sind über das Lüftungs- und Heizsystem gut informiert worden.

Ungefähr drei Viertel der Befragten haben keine Probleme mit Lüftung oder Heizung. Ein kleines Problem stellt der (Flug)lärm dar – immerhin fast die Hälfte der Befragten fühlt sich durch Lärm gestört.

## 5.4 Interviews mit BewohnerInnen

Im Mai 2008 wurde mit zwei BewohnerInnen der Passivhaus-Wohnanlage Roschégasse persönliche Interviews geführt, um die Ergebnisse der schriftlichen Befragung zu überprüfen.

Die interviewten BewohnerInnen sind auch in dieser Wohnanlage mit ihrer Wohnsituation sehr zufrieden. Kleine Probleme werden bzgl. der Lüftungsanlage angesprochen, die in einem Fall doch etwas zu laut zu sein scheint und im anderen Fall gewisse Einstellungen nicht mehr bietet, die die BewohnerInnen gerne hätten.

*„Eigentlich ok, bis auf Kleinigkeiten, die halt sein müssen. Diese Pumpe, diese Umlaufpumpe, ist auf der falschen Seite angeordnet, genau beim Schlafzimmer. Und nicht wirklich leise. Wenn alles leise ist und auch kein Verkehr, dann hört man es. Es war zwar ein Techniker da, der hat es schon umgestellt, aber man hört es nach wie vor. Untertags geht es, aber in der Nacht.“ (Interview 1)*

*„Ja. Aber jetzt ist keine Sommereinstellung mehr möglich, das wurde umgestellt. Da gibt es ein neues Programm von der Firma.“ (Interview 2)*

Prinzipiell kommen die Befragten mit der Lüftungsanlage gut zurecht.

Über zu kalte Temperaturen im Winter wird nicht geklagt, eher über zu heiße Temperaturen im Sommer.

*„Nein. Nachdem irgendein anderes Filtersystem dazwischen eingebaut worden ist im Sommer einmal, das sollte funktionieren wie eine Art Klimaanlage.“ (Interview 1)*

*„Es ist eher zu warm als zu kalt“ (Interview 2)*

Auch die Einschulung dürfte gut funktioniert haben. Da kam es auch noch zu nachträglichen Informationen, wenn davor etwas versäumt wurde.

*„Da bin ich überfragt, weil bei der Übergabe war nicht ich, sondern mein Lebensgefährte. Aber der Techniker, anschließend, beim ersten Mal, wie er da war wegen dem Geräusch, da hat er es mir sehr wohl gezeigt.“ (Interview 1)*

*„Die Informationen waren gut“ (Interview 2).*

*„Ich glaube, ich habe so etwas in der Tür, in der Klarsichtfolie, habe ich aber nicht gebraucht.“ (Interview 1)*

Auch die Zufriedenheit mit den Außenanlagen ist gegeben. Hier wird Verbesserungsbedarf geortet bei den Sandkisten (*„Der Sand direkt vor den Eingängen mit den Sandkisten, wo der ganze Sand dann im Stiegenhaus ist.“* Interview 1) sowie bei dem Wunsch nach Bewegungsmeldern, die das Ein- und Ausschalten der Lichtquellen steuern.

*„Es wäre interessant, in den Kinderaufenthaltsräumen und auch im Kinderspielraum Bewegungsmelder zu montieren, da brennt oft nächtelang das Licht.“* (Interview 1)

*„Im Durchgang zur Straßenbahn brennt das Licht ewig“* (Interview 2).

Weiters wird von den BewohnerInnen im Interview 2 noch über undichte Fenster, Rasen, der sich senkt und Probleme bei der Warmwasserversorgung berichtet.

*„Drei Mal ist die Firma schon gekommen, das geht aber noch immer nicht richtig.“* (Interview 2)

Es werden auch noch Probleme mit Platten an der Decke angesprochen.

*„Auf der Decke, in allen Räumen, wo diese Platten montiert wurden, haben sich diese Stöße nach unten gebogen. Das sieht schrecklich aus.“* (Interview 1)

Der Kontakt zur Nachbarschaft und mit der Hausverwaltung scheinen ebenfalls sehr gut zu sein.

Die interviewten BewohnerInnen in der Roschégasse äußern sich über ihre Wohnsituation und ihre Wohnsiedlung sehr zufrieden stellend. Lärm- und Überhitzungsprobleme sind nicht massiv, werden aber angesprochen. Die Informationen sind bei den Interviewten gut angekommen und dürften für sie auch brauchbar gewesen sein. Nachbarschaft und Hausverwaltung machen auch keine Probleme. Über einige andere Defekte und Probleme, die aber nicht mit den Passivhauskonzept zusammen hängen, wird aber doch geklagt.

Diese Informationen bestätigen auch die Ergebnisse der quantitativen Befragung. Interessanterweise wird bei den Interviews nicht über den Fluglärm – der in der schriftlichen Befragung doch eine Rolle spielt – geklagt.

## **5.5 Interview mit dem Architekten**

Mit dem Planer und Architekten der Passivhaus-Wohnanlage Roschégasse, Herrn Univ.-Prof. Dr. Martin Treberspurg wurde ebenfalls im Mai 2008 ein Interview geführt.

Als besondere Herausforderung bezeichnet er beim Projekt Roschégasse insbesondere die BewohnerInnen der Wohnanlage – neben der Größe und der Lage der Siedlung.

*„Das eine sind die Nutzer. ... Das ist eine ganz andere Klientel, das ist unter Mittelstand, das sind oft sehr nette Leute. Diese Klientel ist untere Verdienstklasse, die würden das nie erwerben im Eigentum. Das ist die eine Herausforderung.“*

*Natürlich die Größe – 114 Wohnungen – und die Lage. Simmering, Richtung Flughafen, die Flugzeuge, die mit ausgefahrenen Fahrwerken drüberfliegen, entsprechend laut, wir haben unmittelbar die Straßenbahn daneben. Simmering – ein Bezirk mit enormen Entwicklungspotenzial, das noch nicht gehoben ist.“*

*Diese beiden Verantwortungen – das Klientel der Genossenschaft und die Lage des Grundstückes waren die Herausforderungen.“*

Von der Technik her lagen die Herausforderungen vor allem im Bereich der Lüftungsanlage.

*„Mit der Lüftungsanlage wurde getestet in einer leerstehenden Wohnung und man hat die optimale Variante genommen, wir haben mehrere Produkte getestet. Das haben wir gewissenhaft gemacht, trotzdem musste man aufpassen, aber es hat keine Schwierigkeiten gegeben, wir haben gewusst, das Problem ist der Schall über die Wärmepumpe, das ha-*

*ben wir gemessen, ... dass das dann auch funktioniert. Also keine Probleme schalltechnischer Art.“*

Ein zusätzlicher Heizkörper im Wohnzimmer und im Bad wurde eingebaut.

Wie ging die Information der BewohnerInnen vor sich?

*„Da hat es Veranstaltungen gegeben und ... Texte sind umfangreich erstellt worden. ... Grundsätzlich sind die Bewohner sehr zufrieden.“*

Hätte der Architekt im nachhinein etwas anders gemacht?

*„Bei der Technik würde ich eine semizentrale Anlage machen, das hat es damals nicht so gegeben, und von der Wohnanlage her – nein. Die Architektur ist nicht wahnsinnig spektakulär, aber das war bewusst, und unter diesen Randbedingungen war auch nichts anderes möglich.“*

*Das zweite: es sind doch bei einer großen Anlage wahnsinnig viele Lampen und Leuchten notwendig. Da könnte man im Stromverbrauch sicher noch sparen im allgemeinen Gebäudebereich.“*

Abschließend wird noch einmal das Problem der teilweise schwierigen Bewohnerschaft angesprochen.

*„Man hat ein bisschen die Komplexität des Passivhauses übertrieben, absichtlich, weil es wird immer ein Teil der Wohnungen von der Gemeinde Wien zugewiesen. Jetzt gibt es oft ein paar Mieter, die echte Problemmieter sind und zugewiesen werden.“*

Aber es gibt alles in allem ein positives Resümee:

*„Im Grunde genommen, läuft das sehr gut dort, obwohl die Nutzer schwierig sind“.*

## **5.6 Resümee aus der sozialwissenschaftlichen Begleitforschung**

Aus der quantitativen Befragung im Frühjahr 2007 kann geschlossen werden, dass die Zufriedenheit der BewohnerInnen in der Passivhaussiedlung Roschégasse recht hoch ist. Viele finden das Passivhauskonzept sympathisch und sind über das Lüftungs- und Heizsystem gut informiert worden. Ungefähr drei Viertel der Befragten haben keine Probleme mit Lüftung oder Heizung. Ein kleines Problem stellt der (Flug)lärm dar – immerhin fast die Hälfte der Befragten fühlt sich durch Lärm gestört.

Die interviewten BewohnerInnen in der Roschégasse äußern sich über ihre Wohnsituation und ihre Wohnsiedlung sehr zufrieden stellend. Lärm- und Überhitzungsprobleme sind nicht massiv, werden aber angesprochen. Die Informationen sind bei den Interviewten gut angekommen und dürften für sie auch brauchbar gewesen sein. Nachbarschaft und Hausverwaltung machen auch keine Probleme. Über einige andere Defekte und Probleme, die aber nicht mit den Passivhauskonzept zusammen hängen, wird aber doch geklagt.

Aus der Sicht des Architekten handelt es sich um ein recht gelungenes Projekt, das durch spezielle Herausforderungen geprägt war: eine spezielle Bewohnerstruktur, ein recht dicht verbautes Gelände und die Lage der Siedlung. Die eingesetzten technischen Konzepte wurden gut getestet und funktionieren. Die Bewohnerinformation und -einbindung scheint recht gut gelungen zu sein.

## 6 Verzeichnisse und Dokumentationen

### 6.1 Fotodokumentation



Rohbau vor Silvester 2005

Quelle: :ah! 30.12.2005



Fassadenarbeiten

Quelle: :ah!17.05.2006



Installationen für die  
Wohnraumlüftung

Quelle: :ah! 17.05.2006



PH-Kompaktlüftungsgerät

Quelle: AEE- INTEC



Loggia

Quelle: AEE- INTEC



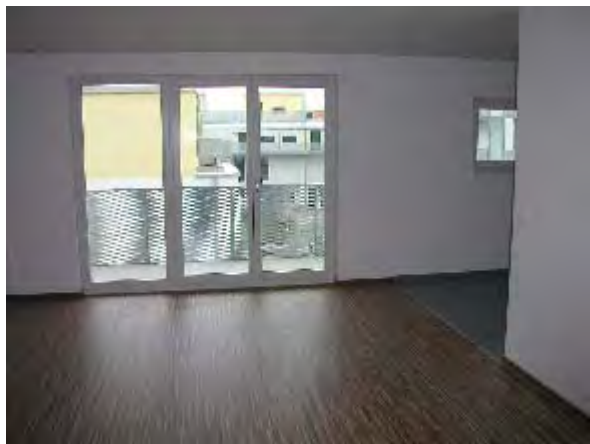
Innenhofansicht  
Quelle: :ah! 01.03.2007



Luft Ein- und Auslasskanäle über Dach  
Quelle: AEE- INTEC



Dachansicht der fertigen Anlage  
Quelle: AEE- INTEC



Innenansicht: Wohnraum  
Quelle: AEE- INTEC



Südansicht  
Quelle: Treberspurg & Partner Architekten



Straßenansicht  
Quelle: Treberspurg & Partner Architekten

## 6.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Die Lage der Roschégasse 20 in Wien.....	2
Abbildung 2: Lage des Baugrundstückes.....	2
Abbildung 3: Gesamtansicht Südost Roschégasse [Treberspurg & Partner Architekten] .....	3
Abbildung 4: oben: Ansicht Südwest [Treberspurg & Partner Architekten] unten links : Verschattungselemente am südseitigen Balkon unten rechts: PV- Anlage an der Südfassade [AEE INTEC].....	4
Abbildung 5: Regelgeschossgrundriss mit Lage der fünf Messwohnungen.....	5
Abbildung 6: Regelquerschnitte der Außenbauteile [Treberspurg & Partner Architekten].....	7
Abbildung 7: Die Photovoltaikanlage auf der Südfassade der Wohnanlage .....	8
Abbildung 8: Schematische Darstellung der Lage der Bohrungen und des Verteilsystems des Erdreichwärmetauschers .....	9
Abbildung 9: Sammelschacht für die Zu- und Abluftleitungen und Luftverteilung in abgehängten Decken [DI Wilhelm Hofbauer].....	10
Abbildung 10: Funktionsprinzip eines Wärmepumpen- Kompaktaggregates [www.passiv.de] .....	10
Abbildung 11: links, mitte: Kompaktlüftungsgerät vom Typ Aerosmart S der Firma Drexel&Weiss; rechts: Zu ,- Abluft- und Überströmöffnungen [AEE INTEC].....	11
Abbildung 12: Typische Einbausituation des PH- Kompaktlüftungsgeräts in einer Gerätenische.....	12
Abbildung 13: Messtechnisches Konzept Roschégasse - Fühlerpositionen [AEE INTEC] .....	14
Abbildung 14: Schema der Datenaufzeichnung und Weiterverarbeitung.....	17
Abbildung 15: Vergleich der Klimadaten für Wien mit den im ersten Messjahr erhobenen Daten .....	19
Abbildung 16: Raumklima in Tagesmittelwerten, Roschégasse Messjahr 1 .....	20
Abbildung 17: Verteilung der mittleren Raumtemperaturen in den vermessenen Wohnungen als Funktion der Außentemperatur im Messjahr 1; Stundenmittelwerte .....	21
Abbildung 18: Geordneter Temperaturverlauf in den Messwohnungen; Roschégasse Messjahr 1.....	21
Abbildung 19: Raumtemperaturen und Außentemperaturen in einer schönen sonnigen Woche im Juni 2007.....	22
Abbildung 20: Übersicht über die gemessenen Temperaturdaten, Roschégasse Messjahr 1.....	23
Abbildung 21: CO <sub>2</sub> - Konzentrationen Roschégasse Wohnung 3; 25.07 bis 11.11.2007 .....	24
Abbildung 22: Verlauf der CO <sub>2</sub> Konzentration im Sommer an ausgewählten Tagen in Wohnung 3.....	25
Abbildung 23: Systemtemperaturen: Zentrale Zulufttemperatur, Solevor- und Solerücklauftemperaturen .....	26
Abbildung 24: Zulufttemperatur und Außentemperatur.....	27
Abbildung 25: Zusammenhang zwischen Warmwassererzeugung und Erwärmung der Zuluft im Sommer .....	28
Abbildung 26: Durchschnittliche monatliche Energiebilanz für die fünf Reverenzwohnungen, Messjahr 1. .....	30
Abbildung 27: Leistungsziffern der Kompaktlüftungsgeräte (inkl. Boilerverluste), 1.Messjahr .....	31
Abbildung 28: Monatlicher Stromverbrauch als Mittelwert über das gesamte Gebäude, gesamter Messzeitraum (01.03.2007 bis 30.06.2008) .....	32
Abbildung 29: Stromerbräuche nach Anteil des jeweiligen Verbrauchers,03.2007 bis 03.2008.....	32
Abbildung 30: Monatlicher Stromverbrauch der Einzelhaushalte ohne Haushaltsstrom .....	33
Abbildung 31: Durchschnittlicher monatlicher Nutzenergieverbrauch in den Messwohnungen, 01.03.2007 bis 28.02.2008.....	34
Abbildung 32: Aufteilung des Nutzenergieverbrauches auf die Messhaushalte.....	34
Abbildung 33: Wochengang des Stromverbrauches, 15 min Mittelwerte.....	35
Abbildung 34: Verlauf Stromverbrauch Wohnung 3, Messwoche Sommerfall – 15 min Mittelwerte.....	35
Abbildung 35: Mittlerer Tagesgang des Warmwasserverbrauches .....	36
Abbildung 36: Durchschnittlicher End- und Primärenergieverbrauch in den Messwohnungen; Roschégasse Messjahr 1.....	37
Abbildung 37: Verlauf der mittleren Heizlast im Verhältnis zur Außentemperatur; gesamter Messzeitraum.....	38

### 6.3 Tabellenverzeichnis

<b>Tabelle 1: Klimadaten Wien Simmering [OIB, PEP] .....</b>	<b>3</b>
<b>Tabelle 2: Übersicht der Wohnnutzflächen der messtechnisch erfassten Wohnungen .....</b>	<b>6</b>
<b>Tabelle 3: Beteiligtenliste und zeitliche Organisation .....</b>	<b>8</b>
<b>Tabelle 4: Messgeräteleiste für das Objekt Roschégasse 20.....</b>	<b>15</b>
<b>Tabelle 5: Wetterdaten im Vergleich .....</b>	<b>19</b>
<b>Tabelle 6: Energiebilanz im Messzeitraum 01.03.2007 bis 28.02.2008 .....</b>	<b>29</b>



## 6.4 Quellenverzeichnis

- [AEE- INTEC]           Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energien AEE  
Messkonzept für das Haus der Zukunft Projekt IBK  
Für das Projekt Roschégasse 20  
Gleisdorf, Dezember 2006
- [AEE- INTEC 2]       Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energien AEE  
IBK Projekt  
Messdaten März 2007 bis Februar 2008  
Gleisdorf, 17.03.2008
- [Treberspurg]       Univ.Prof. Arch. DI Dr. Martin Treberspurg  
www.treberspurg.at  
[http://treberspurg.imgnet.at/Presse/Projekt Roschégasse 20/](http://treberspurg.imgnet.at/Presse/Projekt_Roschégasse_20/)  
(25.09.2007)
- [IG Passivhaus]     IG Passivhaus Österreich  
1000 Passivhäuser in Österreich - Interaktives Dokumentations-  
Netzwerk Passivhaus  
<http://www.igpassivhaus.at/>  
(25.09.2007)
- [drexel und weiss]   drexel und weiss  
Energieeffiziente Haustechniksysteme gmbh.  
Katalog: aerosmart S  
www.drexel-weiss.at  
(25.09.2007)
- [Hofbauer]         DI Wilhelm Hofbauer, Ingenieurbüro Wilhelm Hofbauer  
Projektbeispiel für den Einsatz von PH-Kompaktgeräten im Ge-  
schosswohnungsbau - Passivhaus-Wohnhausanlage Roschégasse  
20, Wien, Beitrag zu Protokollband 34 des PHI  
Wien, 2007
- [ZAMG]             Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik  
Klimadaten von Österreich 1971 - 2000,  
Hohe Warte, Wien  
www.zamg.ac.at  
(25.09.2007)

## 7 Anhang

### 7.1 Kurzdokumentation

<b>IBK I Projekt – Genossenschaftswohnungen in Passivbauweise- Roschégasse</b>	
 	
<b>Allgemeine Projektbeschreibung</b>	
Anschrift	Roschégasse 20/ Pantucekgasse 14, A-1110 Wien
Gebäudetyp	Mehrfamilienhaus, 114 Wohneinheiten, Tiefgarage, Wohnnutzfläche gesamt: 9.900 m <sup>2</sup>
Bauweise	Massivbauweise
Bauträger	:ah! Gemeinnützige Siedlungsgenossenschaft Altmannsdorf – Hetzendorf Reg.Gen.m.b.h.
Generalunternehmer	Porr Projekt und Hochbau AG
Architektur	Treberspurg und Partner Architekten ZT GesmbH; DI. Christian Wolfert
Fachingenieur	Ingenieurbüro Wilhelm Hofbauer (Bauphysik) Ingenieurbüro Helmut Redl (Elektroplanung) HKLS Thermo Projekt Haustechnische Planungs GmbH (Haustechnik) Hollinsky & Spreitzer ZT GesmbH (Statik)
<b>Gebäudekonzept</b>	
Baukonstruktion	Tragenden Bauteile: Stahlbeton und Macuphon-Steinen Außenwände Erdgeschoss: 18 cm Stahlbeton und 26 cm bis 35 cm Dämmung (Austrotherm EPS-F Platten) Wetterfeste Außenschicht: 0,5 cm Kunststoffdünnputz Innenseitig: 0,5 cm dicke Spachtelung Nicht tragenden Innenwände: Gipskartonständerwände Thermische Trennung der Baukörper vom Tiefgeschoss: 20 cm starke Dämmlage, statische über punktweise Elastomerlager angebunden
U- Werte [W/m <sup>2</sup> /K] laut PHPP	Decke/ Dach: 0,10, Außenwand: 0,13, Kellerdecke/Boden: 0,14 Fenster gesamt: 0,79
<b>Haustechnikkonzept</b>	
Heizung	Warmwasserbereitung und Abdeckung des Restheizenergiebedarfs über Kleinstwärmepumpe in Kompaktlüftungsgerät, die der Fortluft Wärme entzieht Spitzenlastabdeckung Wärme: Radiatoren, Elektrostrahler
Wärmeverteilung	Zuluftkanal, Einbringung über Weitwurfdüsen
Lüftung	Dezentrale Kompaktlüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung; Vorwärmung/ Vorkühlung der Zuluft über Erdwärmepumpen
Photovoltaik	Nettofläche: 3,77 m <sup>2</sup> ; Spitzenleistung: 4,2 kWp
<b>Energetische Kenngrößen</b>	
Energiebezugsfläche TFA gesamt laut PHPP	10.067,9 m <sup>2</sup>
errechneter Jahresheizwärmebedarf laut PHPP (Bauteil D)	HWB <sub>TFA</sub> = 13 kW/(m <sup>2</sup> *a)
gemessener Jahresheizwärmebedarf, nicht klimabereinigt	HWB <sub>BGF</sub> = 16,8 kW/(m <sup>2</sup> *a)
gemessener Jahresheizwärmebedarf klimabereinigt	HWB <sub>BGF</sub> = 15,3 kW/(m <sup>2</sup> *a)