

Analyse des NutzerInnenverhaltens in Gebäuden mit Pilot- und Demonstrationscharakter

Grundlagenstudie

Endbericht

Auftragnehmer:
Technische Universität Wien

Autoren:
DI Dr. Karin Stieldorf
DI Helga Juri, DI Robert Haider
DI Ute König, Ulla Unzeitig
Institut für Hochbau und Entwerfen, TU Wien

In Zusammenarbeit mit:
DI Dr. Peter Biermayr
DI Ernst Schriegl, Harald Skopetz, Bernhard Baumann
Institut für elektrische Anlagen und Energiewirtschaft

Wien, August 2001

Ein Projektbericht im  **H A U S**
der Zukunft

The logo for 'HAUS der Zukunft' features a stylized house icon composed of black and white geometric shapes.

Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften

Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

Vorwort

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines beauftragten Projekts aus der ersten Ausschreibung der Programmlinie *Haus der Zukunft* im Rahmen des Impulsprogramms *Nachhaltig Wirtschaften*, welches 1999 als mehrjähriges Forschungs- und Technologieprogramm vom Bundesministeriums 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 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 dem Forschungsförderungsfonds der gewerblichen Wirtschaft 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 auch in der Schriftenreihe "Nachhaltig Wirtschaften konkret" publiziert, aber auch elektronisch über das Internet unter der Webadresse www.hausderzukunft.at dem Interessierten öffentlich zugänglich gemacht.

DI Michael Paula
Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Kurzfassung

Im Mittelpunkt dieser Studie stehen die Analyse des NutzerInnenverhaltens in Gebäuden mit Pilot- und Demonstrationscharakter sowie weitere Aspekte der Gebäudenutzung (wie beispielsweise NutzerInnenzufriedenheit). Die Ergebnisse der Studie basieren auf erhobenen Daten aus 40 Haushalten in 12 Niedrigenergie- bzw. Passivhäusern¹. Hinsichtlich der Auswahl der 12 Gebäude wurde versucht, eine möglichst große Streuung bezüglich verschiedener Aspekte wie regionale Verteilung im Bundesgebiet, eingesetzte Technologien, realisiertes Gesamtkonzept sowie Haustyp bzw. Eigentümerstruktur zu erreichen.

Inhaltlich und methodisch läßt sich die Arbeit in drei Teile gliedern: erstens werden mittels Simulationsrechnungen unter Verwendung des Programmpakets *EuroWAEBED* Berechnungen des Heizwärmebedarfs für verschiedene Nutzungsvarianten sowie Vergleiche zwischen berechnetem Bedarf und gemessenem Verbrauch angestellt; zweitens werden basierend auf qualitativen Befragungen das Nutzerverhalten sowie weitere Aspekte wie Motive für den Einzug / den Hausbau, die Zufriedenheit mit den eingesetzten Technologien und die Informiertheit der NutzerInnen behandelt; drittens erfolgt ein Vergleich der Projekte, wobei vor allem die kritische Betrachtung energetisch – ökologischer Kriterien im Mittelpunkt stehen. Neben qualitativen Interviews wurden auch standardisierte Fragebögen u.a. zur Erhebung von Nutzungs- und Energieverbrauchsdaten eingesetzt.

Aus den Ergebnissen der Simulationsrechnungen läßt sich der hohe Einfluß des NutzerInnenverhaltens auf Heizwärmebedarf und Heizenergieverbrauch bestätigen. Für Gebäude bzw. Wohnungen mit extrem kleinem Heizwärmebedarf ($< 15 \text{ kWhm}^{-2}$ Bruttogeschoßfläche) liegt die prozentuelle Erhöhung des Wertes für den Heizwärmebedarf bei Erhöhung der Soll-Temperatur von 20 °C auf 22 °C bei mindestens 35% - teilweise auch wesentlich höher. Die unter Zugrundelegung der erhobenen Nutzung ermittelten Werte für den Heizwärmebedarf liegen in den meisten Fällen deutlich höher als unter Normbedingungen, was sowohl an den höheren Innenraumtemperaturen als auch an den geringeren Personenbelegungen im Vergleich zu den Normbedingungen liegt. Vor allem aufgrund einer unzureichenden Datenlage bezüglich der Verbrauchsdaten konnten Vergleiche zwischen Heizwärmeverbrauch und Heizwärmebedarf nur für Wohnungen aus drei Projekten durchgeführt werden.

Die wesentlichen Motive der BewohnerInnen für den Einzug in eine Wohnanlage, Wohnsiedlung oder ein Reihenhaus mit Niedrigenergie- oder Passivhausstandard sind günstige Lage, Leistbarkeit, Raumaufteilung und Helligkeit sowie ansprechende architektonische Gestaltung. Die spezielle Niedrigenergie-Bauweise spielt eine untergeordnete Rolle, oft erfahren die NutzerInnen davon erst zu einem späten Zeitpunkt. In den untersuchten Wohnanlagen mit Passivhausstandard wird relativ oft an der Lüftungsanlage Kritik geübt – als Kritikpunkte werden eingeschränkte Temperaturregelbarkeit, Lufttrockenheit im Winter und Geräuschentwicklung genannt. Die Unzufriedenheit kann auch zum Teil auf technische Probleme (mangelhafte Einregulierung) zurückgeführt werden. Eingesetzte solar passive Elemente wie Sonnenfenster oder Wintergärten werden zumeist gut

¹ Im folgenden werden diese Gebäude auch als „Projekte“ bezeichnet.

angenommen. Die untersuchten Einfamilienhäuser bilden eine homogene Gruppe: Die Bauherren/-frauen sind mit ihrem Gebäude sehr zufrieden, weisen ein relativ hohes Ökologiebewußtsein auf, das teilweise mit starkem Technikinteresse und –verständnis gepaart ist. Bezüglich des Lüftungsverhaltens ist anzumerken, daß auch in Passivhäusern zumeist auf die Fensterlüftung im Winter nicht gänzlich verzichtet wird, es wird während der Heizperiode aber tendenziell weniger über die Fenster gelüftet als in Niedrigenergiehäusern. Die mittleren Innenraumtemperaturen liegen während der Heizperiode zumeist markant über 20 °C, am häufigsten wurden 22 °C genannt. Die NutzerInneninformation wird in den untersuchten Projekten mit unterschiedlichem Engagement betrieben, in vielen Projekten wurden Mieterversammlungen mit dem Ziel der Informationsweitergabe abgehalten. Feedback-Maßnahmen, die die Höhe des Energieverbrauchs übersichtlich und leicht verständlich darstellen, kommen kaum zum Einsatz.

Bei der Darstellung der Energieverbrauchsstruktur zeigt sich, daß die Sektoren des Individualverkehrs und der Haushaltsgeräte im Vergleich zu konventionellen Haushalten stark an relativer Bedeutung gewinnen. In diesen beiden Sektoren werden ähnliche Verbräuche wie in konventionellen Haushalten erzielt. Möglichkeiten der CO₂-neutralen Energieerzeugung – insbesondere im Bereich der Raumwärmebereitstellung - werden oft nicht konsequent verfolgt. Insbesondere die Fälle von allelektrischen Haushalten in Passivhäusern sind kritisch zu betrachten.

Es lassen sich Schlußfolgerungen und Empfehlungen in mehreren Bereichen ableiten:

Das Informationsniveau der GebäudenutzerInnen ist nicht nur vor Ort durch gut aufbereitetes schriftliches Informationsmaterial, vermehrten Einsatz von Feedback-Information, Existenz von Ansprechpartnern oder vermehrtes Anbieten von Informationsveranstaltungen zu verbessern, sondern sollte mittel- und langfristig auch durch verschiedene Bildungsmaßnahmen (Schul-, Erwachsenenbildung – auch im Rahmen der Fördermittelvergabe) beeinflußt werden. Das Erreichen einer höheren Identifikation durch verschiedene Maßnahmen, die Mitbestimmung bzw. Wahlmöglichkeiten ermöglichen, ist anzustreben. NutzerInnenerfahrungen sollten vermehrt bei Neuplanungen berücksichtigt werden. Die Annahmen über das Nutzerverhalten, die den existierenden Normen zugrundeliegen, sind zu überdenken. Für einen Vergleich von Projekten sind außer der Berechnung von Energiekennzahlen zumindest auch CO₂-Bilanzen zu erstellen, für einen umfassenden Vergleich von Projekten und konzeptuellen Ansätzen sind zusätzlich gesamtheitliche Bilanzierungen nötig, in denen die gesamte Lebensdauer von Gebäuden berücksichtigt wird. Die Entwicklung von Verfahren, die eine vergleichbare Evaluierung der energetischen Performance von Gebäuden ermöglichen, ist voranzutreiben. Eine gewisse Vielfalt an Gebäudekonzepten, die auf niedrigsten Heizenergieverbrauch ausgelegt ist, sollte gewährleistet werden. Zukünftige öffentlich finanzierte Forschungsaktivitäten im Bereich des privaten Energieverbrauches sollten vermehrt als umfassende oder hochgradig vernetzte Betrachtungen ausgelegt werden, da die Verbrauchsentwicklung in unterschiedlichen Energiedienstleistungssektoren (z.B. Wohnen vs. Mobilität) nicht unabhängig voneinander zu sehen ist.

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	I
Inhaltsverzeichnis	III
1. Einleitung	1
2. Angewandte Methodik und Darstellung der Vorgangsweise	4
2.1 Kooperation mit den Partnern des Schirmprojektes	4
2.2 Vorbereitende Arbeiten	4
2.2.1 Kurzbeschreibung des Erhebungsbogens und der für das Forschungsprojekt vorgenommenen wesentlichen Änderungen	5
2.2.2 Auswahl der 12 zu analysierenden „Gebäude mit Pilot- und Demonstrationscharakter“	7
2.3 Durchführung der empirischen und rechnerischen Projektarbeit	10
2.3.1 Erhebung von Nutzerverhalten und -erfahrungen durch qualitative Interviews und Fragebögen - „Soziologischer Ansatz“	10
2.3.2 Rechnerische Analyse von Heizwärmebedarf und Heizenergieverbrauch - „Technischer Ansatz“	11
2.3.3 Demonstration der Aufbereitung der Verbrauchsdaten des Vergleichsverfahrens an dem Pilotprojekt Wohnhausanlage Ölbündt	17
2.4 Exkurs: "Auswirkungen des Nutzerverhaltens auf den Heizwärmebedarf" an Hand von Simulationen von Reihenhäusern	26
2.4.1 Berechnung von Varianten	27
2.4.2 Simulationsergebnisse im Detail.....	32
3. Detaillierte Ergebnisse	33
3.1 Haus Caldonazzi	34
3.2 Wohnhausanlage Ölbündt.....	39
3.3 Reihenhäuser Batschuns	46
3.4 Mehrfamilienhäuser Kapellenweg.....	53
3.5 Haus Holzleitner	59
3.6 Wohnhausanlage Mitterweg	64
3.7 Haus Nader	71
3.8 Wohnhausanlage Graz-Plabutsch	76
3.9 Siedlung Gleisdorf	84
3.10 Wohnhausanlage Brünnerstraße	89
3.11 Wohnhausanlage Sargfabrik.....	96
3.12 Siedlung Wulzendorfstraße	106
4. Vergleich der Projekte und Diskussion der Ergebnisse.....	116
4.1 Zusammenfassung der Ergebnisse der qualitativen Nutzerbefragungen.....	116

4.1.1	Motive für Einzug / Bau	116
4.1.2	Zufriedenheit mit den eingesetzten Energietechnologien / mit der Wohnsituation	117
4.1.3	Nutzerverhalten.....	118
4.1.4	Nutzerinformation.....	119
4.2	Zusammenfassung und Diskussion der Simulationsergebnisse	122
4.3	Vergleich der Projekte aus energiewirtschaftlich-ökologischer Sichtweise	128
4.3.1	Datengrundlage	128
4.3.2	Die mangelnde Transparenz von Energieverbrauchsmessungen und - abrechnungen	130
4.3.3	Gegenüberstellung der Projekte aufgrund der absoluten Endenergie-, Kosten- und Emissionsbilanzen.....	131
4.3.4	Gegenüberstellung der Projekte mittels Endenergieverbrauchskennzahlen ...	140
4.3.5	Einstellungen, Selbsteinschätzung der persönlichen Informiertheit und tatsächliche Informiertheit	143
4.3.5.1	Einstellungen der Nutzer	144
4.3.5.2	Selbsteinschätzung der persönlichen Informiertheit und tatsächliche Informiertheit.....	147
4.3.6	Die Relevanz des „Servicefaktors“ zur Untersuchung des Nutzerverhaltens in den untersuchten Pilot- und Demonstrationsprojekten	150
5.	Zusammenfassung, Schlußfolgerungen und Empfeh-lungen.....	153
5.1	Fokus der Studie, Methodik und Daten.....	153
5.2	Ergebnisse	153
5.2.1	Ergebnisse aus den qualitativen Nutzerbefragungen	154
5.2.2	Ergebnisse der Simulationsrechnungen	157
5.2.3	Energiewirtschaftlich – ökologischer Vergleich der Projekte	158
5.3	Schlußfolgerungen und Empfehlungen	161
6.	Broschüre „Komfortabel Wohnen im Niedrigenergie-haus“	164
	Literaturverzeichnis	165
	Anhang A: Ergebnisse der Literaturrecherche	166
	Anhang B: Dokumentation der Datenlage und der Berechnungsannahmen	172
	Anhang C: Erhebungsbogen.....	176
	Anhang D: Bauphysikalisches Glossar	195

1. Einleitung

In der Vergangenheit erfolgten große Anstrengungen, Energieeinsparungspotentiale im Gebäudebereich im technisch-quantifizierbaren Bereich zu realisieren, während der Erforschung des komplexen Einflusses des Nutzerverhaltens² relativ wenig Bedeutung beigemessen wurde. Im Zuge einer forcierten Markteinführung innovativer Gebäudekonzepte mit Niedrigenergiestandard gewinnt der Einfluß des Nutzerverhaltens auf den zu erwartenden Verbrauch zunehmend an Bedeutung. Sehr guter Wärmeschutz zielt auf die Minimierung des Wärmebedarfs ab - Schwankungen als Folge von Nutzereinflüssen werden in Relation dazu größer. Daher ist es in der aktuellen Situation besonders wichtig, allfällige Einflußparameter zu untersuchen und bereits erlebte Erfahrungen zu analysieren.

Abbildung 1.1 zeigt die schematische Darstellung der vernetzten Zusammenhänge zwischen den einzelnen Akteuren und den Randbedingungen, die den (Heiz)Energiebedarf und den (Heiz)Energieverbrauch beeinflussen.

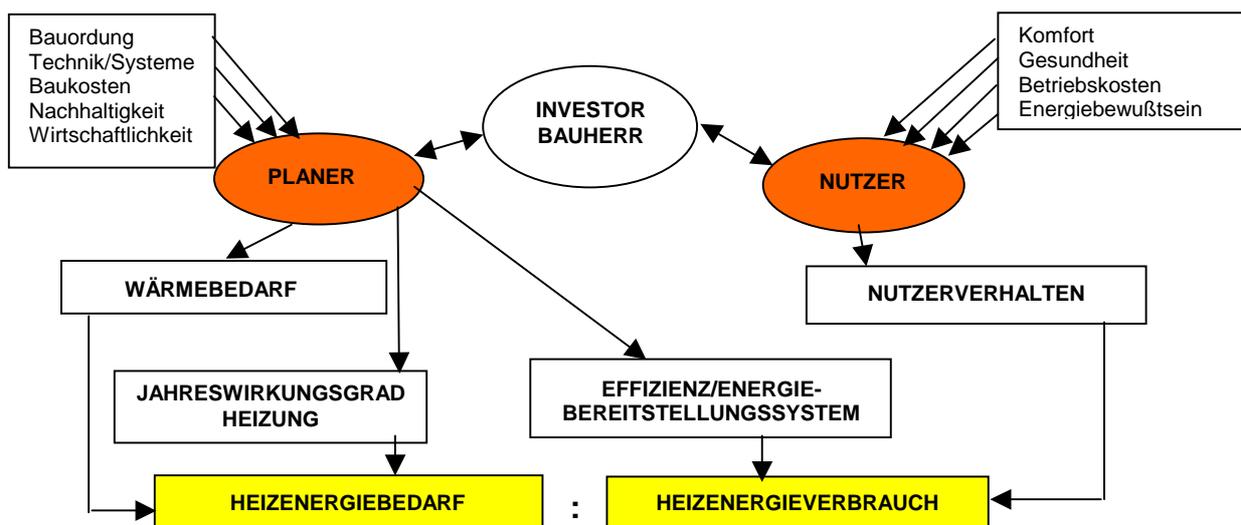


Abb. 1.1: Zusammenhang zwischen Heizenergiebedarf und Heizenergieverbrauch

In der Vergangenheit standen hauptsächlich jene Aspekte im Vordergrund der Betrachtungen, die im linken Teil von Abbildung 1.1 angesiedelt sind.

Große Differenzen können auftreten, wenn der gemessene Verbrauch der gebauten und benützten Gebäude mit Pilot- und Demonstrationscharakter im Niedrigenergie- und Passivhausbereich mit den während der Planung errechneten Werten des Heizwärmebedarfs verglichen wird.

² Abgesehen von der Kurzfassung wird im weiteren Verlauf dieser Arbeit auf die „-Innen“-Schreibweise wegen leichter Lesbarkeit verzichtet. Es sind aber immer beide Geschlechter gemeint, wenn auch nur die männliche Schreibweise verwendet wird.

Die Ursache für die sehr häufig differierenden Werte sind Abweichungen des Verhaltens der Bewohner vom „Normverhalten“, wie z.B. höhere Raumtemperaturen, unkontrolliertes Fensterlüften oder schlicht und einfach andere Tagesverläufe, die andere innere Gewinne zur Folge haben. Setzen wir voraus, daß die Planung sorgfältig war und die Ausführung Fehler nicht zuließ, die über der Toleranzgrenze lagen, dann wird klar, daß Abweichungen des tatsächlichen Verbrauches vom prognostizierten vordergründig vom Verhalten des Nutzers, also vom Umgang des Bewohners mit dem von ihm bewohnten Gebäude bedingt werden.

Die Analyse des Nutzerverhaltens in Gebäuden mit niedrigem Heizenergiebedarf kann auf Parametervariationen bei der Heizwärmebedarfsberechnung basieren – wie beispielsweise auch von Loga und Knissel (1997) durchgeführt, aber auch auf einem Vergleich von errechnetem Bedarf und gemessenem Verbrauch und einem Versuch der Erklärung der Differenz, insbesondere dann, wenn Meßwerte und berichtetes Verhalten zur Erklärung der Differenz herangezogen werden können.

Neben der Analyse des Nutzerverhaltens sind auch andere Aspekte wie die Nutzerzufriedenheit oder –akzeptanz bei der Nutzung von innovativen Wohngebäuden von Interesse. Zumal bei diesen Gebäuden häufig Technologien oder Konzepte eingesetzt werden, die bei konventionellen Gebäuden bisher nicht zum Einsatz kamen, und so die Nutzer vor eine neue Situation stellen. Das Nutzerverhalten kann in diesem Zusammenhang in dem Spannungsfeld aus bisherigen Wohnerfahrungen / bisherigen Nutzungsgewohnheiten, Akzeptanz der neuen Technologien und Informiertheit über Nutzung der innovativen Gebäude betrachtet werden.

Bei einer gesamtheitlichen Betrachtung des Nutzerverhaltens ist nicht nur das Verhalten, das den Heizenergieverbrauch beeinflusst, von Interesse. In diesem Sinn wurden nicht nur Daten über den Heizenergieverbrauch erhoben, sondern auch die Verbrauchssektoren Warmwasserbereitung, Haushaltsgeräte und individuelle Mobilität berücksichtigt. Mittels der Berechnung verschiedener Kennzahlen auf Basis dieser Daten wird ein breit angelegter energetisch-ökologischer Vergleich der Projekte vorgenommen.

Die Ergebnisse dieser Studie basieren auf erhobenen Daten aus 40 Haushalten in 12 Niedrigenergie- bzw. Passivhäusern³ mit Pilot- und Demonstrationscharakter. Hinsichtlich der Auswahl der 12 Gebäude wurde versucht, eine möglichst große Streuung bezüglich verschiedener Aspekte wie regionale Verteilung im Bundesgebiet, eingesetzte Technologien, realisiertes Gesamtkonzept sowie Haustyp bzw. Eigentümerstruktur (Einfamilienhaus, Reihenhaushaus, mehrgeschossiger Wohnbau, Bürobau) zu erreichen. Die angewandte Methodik und die Vorgangsweise bei der Durchführung wird in Kapitel 2 dargestellt.

Neben der quantitativen Analyse des Nutzerverhaltens auf der Basis von Simulationsrechnungen werden auf qualitative Weise in dieser Arbeit folgende Aspekte abgehandelt:

- Motive für den Einzug in die Wohnung / den Hausbau

³ Im folgenden werden diese Gebäude auch als „Projekte“ bezeichnet.

- Zufriedenheit mit den eingesetzten Energietechnologien / mit der Wohnsituation insgesamt
- Nutzerverhalten (qualitativ dargestellt)
- Maßnahmen zur Nutzerinformation und Auswirkungen derselben.

Die Ergebnisse der Simulationsrechnungen und die qualitativen Aspekte werden für jedes untersuchte Projekt im Detail in Kapitel 3 und in zusammengefaßter, projektübergreifender Form in Kapitel 4 dargestellt.

Ein Vergleich der Projekte, der sich vor allem auf energetisch-ökologische Kriterien bezieht, befindet sich ebenfalls in Kapitel 4.

Eine Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse sowie Schlußfolgerungen und Empfehlungen runden im Kapitel 5 die Arbeit ab.

Die schriftliche Aufbereitung von Information für Gebäudenutzer ist eine mögliche Maßnahme, um das Informationsniveau von Gebäudenutzern zu heben. In diesem Sinn bildet die in Kapitel 6 kurz vorgestellte Broschüre “Komfortabel Wohnen im Niedrigenergiehaus“, welche unter Einbeziehung der Projektergebnisse erstellt wurde, eine Ausgangsbasis für die Gestaltung von Informationsmaterial für unterschiedliche Zielgruppen⁴.

⁴ Die Broschüre kann über die Homepage des Instituts für Hochbau und Entwerfen (www.hbph.tuwien.ac.at) bestellt werden.

2. Angewandte Methodik und Darstellung der Vorgangsweise

2.1 Kooperation mit den Partnern des Schirmprojektes

Vorweg sei hier erwähnt, daß zur Nutzung von Synergien dieses Projekt im Rahmen der Auftragsvergabe der Grundlagenstudien des Impulsprogramms „Nachhaltig Wirtschaften“ at:sd des BMVIT für den Bereich „Analyse des Nutzerverhaltens...“ gemeinsam mit zwei anderen Projekten des Impulsprogramms zur ARGE „NutzerInnenverhalten und -bewertung nachhaltiger Wohnkonzepte“ (im weiteren als “Schirmprojekt” bezeichnet) zusammengeführt wurde⁵.

Zu Projektbeginn wurden die generellen Fragestellungen mit den Partnern des Schirmprojektes eingehend diskutiert, die Forschungsinhalte hinsichtlich Synergien durchleuchtet und Schnittstellen definiert:

- gemeinsamer interner Kick-off-Workshop zur detaillierten Abstimmung der Zusammenarbeit im Schirmprojekt sowie zur Vorbereitung der Präsentation der Teilprojekte im Rahmen des gemeinsamen Startworkshops am 27./28. Jänner 2000
- gegenseitiger Austausch der Literaturrechercheergebnisse, Hilfestellung bei der Literaturbeschaffung
- inhaltliche Abstimmung der standardisierten Fragebögen, wechselseitige Übernahme von Fragebogenmodulen
- gemeinsame Präsentation des Zwischenberichts (erste Befragungsergebnisse) für die Teilnehmer am Programm 'Haus der Zukunft'

In der zweiten Projekthälfte der Grundlagenstudien wurde vor allem hinsichtlich der Koordination bei der Organisation der verschiedenen Workshops kooperiert.

2.2 Vorbereitende Arbeiten

In Koordination mit den im Schirmprojekt als ARGE kooperierenden Projektpartnern wurde zunächst eine umfassende internationale Literaturrecherche durchgeführt und anschließend diskutiert.

⁵ Das Schirmprojekt umfaßt drei selbständige Teilprojekte:

1. Analyse des NutzerInnenverhaltens und der Erfahrungen von BewohnerInnen bestehender Wohn- und Bürobauten mit Pilot- und Demonstrationscharakter

Dipl.Ing.Dr.Karin Stieldorf, Institut für Hochbau und Entwerfen für Architekten, Technische Universität Wien

2. Erfahrungen und Einstellungen von NutzerInnen als Basis für die Entwicklung nachhaltiger Wohnkonzepte mit hoher sozialer Akzeptanz

Dr.Michael Ornetzeder, Zentrum für Soziale Innovation / Interuniversitäres Forschungszentrum, Wien

3. Subjektiver Wohnwert als soziales Akzeptanzkriterium von Nachhaltigkeit: NutzerInnen-Evaluation nach Bezug (Post Occupancy Evaluation) von sieben Energiesparprojekten und konventionellen Wohnbauten in der Stadt Salzburg

Ass.Prof.Dr.Alexander G. Keul, Angewandte Psychologie, Salzburg

Auffallend war, daß der Themenbereich „Nutzeraspekte“ auch in Deutschland an Hand der Analyse von Pilotprojekten des Passivhausinstitutes (Feist 1997) untersucht wurde und wird. Ein Vergleich der österreichischen und der deutschen Ergebnisse könnte durchaus lohnend sein und wird deshalb - auch wenn über den geplanten Projektrahmen hinausgehend - ins Auge gefaßt.

Als nächster Schritt wurde - aufbauend auf dem vom Institut für Energiewirtschaft für frühere Befragungen in konventionellen Gebäuden erstellten generellen Fragebogen - ein für die Fragestellungen hinsichtlich Pilot- und Demonstrationsprojekte relevanter Fragebogen entwickelt. Gemeinsam mit Professor Panzhauser und Professor Dangschat wurden Adaptionen und Erweiterungen diskutiert und eine Validierung vorgenommen. Darüberhinaus erfolgte ein abschließender Abgleich mit den in der Zwischenzeit von den anderen ARGE-Mitgliedern erstellten Fragebögen.

2.2.1 Kurzbeschreibung des Erhebungsbogens⁶ und der für das Forschungsprojekt vorgenommenen wesentlichen Änderungen

Im folgenden wird der, für die Datenerhebung eingesetzte Erhebungsbogen, erläutert. Die Erhebung basiert, wie bereits oben erwähnt, auf persönlichen Interviews. Diese beinhalten einerseits ein qualitatives Interview, welches mittels Interviewleitfaden geführt wird und große Freiräume für individuelle Antworten bezüglich gegebener Themen aufweist, aber auch eine individuelle Wahl relevanter Themen gestattet. Andererseits wird der nachfolgende Erhebungsbogen mit dem Interviewer gemeinsam ausgefüllt. Sowohl der qualitative Teil des Interviews als auch – zumindest phasenweise - die Beantwortung des Erhebungsbogens werden auf Tonband dokumentiert und für die Auswertung in Schriftform übertragen. Der Zeitaufwand vor Ort beläuft sich im Schnitt auf ca. 30-45 Minuten für den qualitativen Teil des Interviews und ca. 30-40 Minuten für das Erhebungsformular, wobei Informationen, welche aus dem qualitativen Teil hervorgehen, bereits während des entsprechenden Interviews im Erhebungsformular festgehalten werden. Der gesamte Umfang des Erhebungsbogens umfaßt 16 Seiten und ist modular aufgebaut. Es können jeweils, abhängig von der Konstellation des Haushaltes, einige Kapitel des Formulars verworfen werden (z.B. nicht vorhandene Technologien). Das Erhebungsformular wurde am Institut für Energiewirtschaft entwickelt und wird laufend den neuesten Erkenntnissen und Anforderungen angepaßt. Die Ursprünge des Erhebungsformulars gehen auf Biermayr (1994) zurück. In zahlreichen Arbeiten kamen erweiterte und überarbeitete Versionen des Erhebungsbogens zum Einsatz, wobei Biermayr (1999) erstmals verstärkt auf soziologische Aspekte und detailliertere Fragestellungen zum NutzerInnenverhalten eingeht.

Im Zuge des gegenständlichen Forschungsprojektes erfolgte nun eine Erweiterung der Fragestellung auf Pilot und Demonstrationsanlagen. Einzelne Module gehen hierbei verstärkt auf Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energieträger und das damit zusammenhängende

⁶ Eingesetzter Erhebungsbogen - siehe Anhang C

NutzerInnenverhalten ein. Die Diskussion der Fragestellungen und –formulierungen erfolgte im Zuge der unterschiedlichen Kooperationen innerhalb des Forschungsprogrammes “Haus der Zukunft“ auch mit Dr. Michael Ornetzeder (Zentrum für Soziale Innovation; Soziologie), Prof. Dr. Dangschat (Institut für Stadt- und Regionalforschung; Siedlungssoziologie) und Prof. Dr. Alexander Keul (Psychologie).

Die Module des Erhebungsbogens lauten:

1. Allgemeine Daten

- 1.1 Gebäude- und Lagebeschreibung (grobe Charakteristika)
- 1.2 Klima (subjektive Einschätzung, grobe Einstufung)
- 1.3 Nutzungsart

2. Technische Grundausstattung

- 2.1 Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energieträger (grobe Bestandsaufnahme)
- 2.2 Heizsystem (Beschreibung von Art, Brennstoff, Wärmeverteilsystem, Regelung,...)
- 2.3 Warmwasserbereitung (Systembeschreibung)
- 2.4 Herd (Systembeschreibung)

3. Geräteausstattung und Mobilität

- 3.1 Elektrogeräte im Haushalt (detaillierte Erfassung)
- 3.2 Mobilität aller Haushaltsmitglieder (grobe Erfassung)

4. Gebäude (detaillierte Informationen)

- 4.1 Wesentliche Bauteile (Beschreibung Bauweise, Speichermasse, Untergrund, Wandaufbauten, Außenbauteile, Fenster, Türen)
- 4.2 Bauschäden (Dokumentation beobachteter Bauschäden)

5. Energiebuchhaltung

- 5.1 Jahresenergiebilanz (detaillierte Verbräuche aller Energieträger auf Jahresbasis)
- 5.2 Monatsenergiebilanz (detaillierte Verbräuche aller Energieträger auf Monatsbasis)
- 5.3 Vom Interviewpartner geschätzte Energieverbrauchsstruktur
- 5.4 Personen im Haushalt (detaillierte Erhebung der Inhabitanten und deren Anwesenheit)
- 5.5 Entstehung des Gebäudes (Beschreibung der Planung, Bauaufsicht und Errichtung)

6. Verwendung von Technologien, Verhalten und Einstellung

- 6.1 Allgemeine Fragen
- 6.2 Raumtemperaturen
- 6.3 Raumlüftung
- 6.4 Nutzung von Warmwasser und Beleuchtung

7. Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energieträger

- 7.1 Sonnenkollektoren zur Warmwasserbereitung
 - 7.1.1 Technische Anlagendaten
 - 7.1.2 Benutzerverhalten
- 7.2 Sonnenkollektoren zur teilsolaren Heizung

- 7.2.1 Technische Anlagendaten
- 7.2.2 Benutzerverhalten
- 7.3 Photovoltaikanlagen
 - 7.3.1 Technische Anlagendaten
 - 7.3.2 Benutzerverhalten
- 7.4 Wärmepumpen zur Warmwasserbereitung
 - 7.4.1 Technische Anlagendaten
 - 7.4.2 Benutzerverhalten
- 7.5 Wärmepumpen zur Heizung
 - 7.5.1 Technische Anlagendaten
 - 7.5.2 Benutzerverhalten
- 7.6 Biomasse in Individualheizsystemen
 - 7.6.1 Technische Anlagendaten
 - 7.6.2 Benutzerverhalten
- 7.7 Biomasse in Nahwärmesystemen
 - 7.7.1 Technische Anlagendaten
 - 7.7.2 Benutzerverhalten
- 7.8 Solar passive Elemente
 - 7.8.1 Technische Anlagendaten
 - 7.8.2 Benutzerverhalten
- 7.9 Kontrollierte Lüftungsanlagen
 - 7.9.1 Technische Anlagendaten
 - 7.9.2 Benutzerverhalten

2.2.2 Auswahl der 12 zu analysierenden „Gebäude mit Pilot- und Demonstrationscharakter“

Parallel zur Überarbeitung des Fragebogens wurden jene Projekte ausgewählt, die im Rahmen dieser Forschungsarbeit genau analysiert werden sollten.

Folgende Kriterien waren bei der Auswahl der Projekte entscheidend:

Voraussetzungen

- 1) Innovatives Baukonzept („integrale Planung“) „Pilot- und Demonstrationscharakter“ des Gebäudes
attraktive architektonische Gestaltung (ästhetisch-informatorische Aspekte)
in Verbindung mit ausgezeichneten energetischen und ökologischen Kennwerten (materiell-energetische Aspekte)
- 2) ausreichend lange Nutzungsdauer (mind.1 Heizsaison, besser 3 Heizsaisons)
- 3) Meßdaten (des Gebäudes/der Wohneinheiten) vorhanden
- 4) genaue Klimadaten verfügbar
- 5) Simulationsdateien vorhanden

Auswahlkriterien

Erreichen einer möglichst breiten Streuung hinsichtlich:

- 1) geographische Verteilung in Österreich
- 2) Nutzung des Gebäudes (nicht ausschließlich Wohnnutzung)
- 3) Bewohnerstruktur: Eigentümer/Mieter
- 4) Bauweise (leicht-gemischt-schwer)
- 5) solare Anwendungen/Technologien
(passiv-aktiv)
- 6) architektonische Gestaltung

Tab. 2.1 zeigt die zur Bearbeitung ausgewählten Gebäude.

Eine sehr erfreuliche Bestätigung für die getroffene Auswahl war die Auszeichnung fast aller untersuchten Gebäude für „beachtenswerte Pionierleistungen“ im Rahmen des Wettbewerbs für den Impulsschwerpunkt „Haus der Zukunft“. Die meisten Projekte wurden von DI Dr. Karin Stieldorf bereits vom Zeitpunkt der Planung und Bauausführung an beobachtet, nach der Fertigstellung besucht und in der Folge hinsichtlich ihrer energetischen Eigenschaften berechnet und dokumentiert.

Die weiterführende Beobachtung während der Nutzungsphase der Gebäude und die Analyse des Verhaltens und der Erfahrungen der Bewohner war den Bearbeitern des Forschungsprojektes deshalb auch ein besonderes Anliegen.

Zur Bearbeitung vorgeschlagene Gebäude in Niedrigenergiebauweise oder Passivhausbauweise

Tab. 2.1: Zur Bearbeitung ausgewählte Gebäude

Nr	Bezeichnung / Standort	Bauweise	Nutzung
1	Haus Caldonazzi / Vorarlberg	massiv	Wohnen/Büro
2	Wohnhausanlage Ölzbündt / Vorarlberg	Holzbw.	Wohnen/Atelier
3	Reihenhäuser Batschuns / Vorarlberg	Mischbauweise	Wohnen/Büro
4	Haus Holzleitner / Tirol	massiv	Wohnen/ kleines Büro
5	Mehrfamilienhäuser Kapellenweg / Feldkirch	Mischbauweise	Wohnen
6	Wohnhausanl. Mitterweg / Tirol	massiv	Wohnen
7	Haus Nader / Steiermark.	gemischt	Wohnen
8	Wohnhausanl. Graz-Plabutsch Steiermark	massiv	Wohnen
9	Siedlung Gleisdorf / Steiermark	Holzbw.	Wohnen/Büro
10	Wohnhausanl. Brünnerstraße / Wien	massiv	Wohnen
11	Wohnhausanl. Sargfabrik / Wien	massiv	gemischt
12	Siedlung Wulzendorferstraße / Wien	Holzbw.	Wohnen

2.3 Durchführung der empirischen und rechnerischen Projektarbeit

2.3.1 Erhebung von Nutzerverhalten und -erfahrungen durch qualitative Interviews und Fragebögen - „Soziologischer Ansatz“

Durchführung der Interviews

Die Interviews wurden in 3 Etappen durchgeführt - Westösterreich, Steiermark und der Wiener Raum. Der Ablauf der Interviews wurde folgendermaßen festgelegt: Zunächst führten ein oder zwei Mitarbeiter mit dem Gesprächspartner / den Gesprächspartnern ein freies Interview mit Hilfe eines Interview-Leitfadens. Anschließend kam der vom Institut für Energiewirtschaft für dieses Forschungsprojekt entwickelte Fragebogen zum Einsatz, der erste Interview-Teil sowie fallweise auch Teile des zweiten wurden mit dem Tonband mitgeschnitten. Für einen Teil der qualitativen Interviews erfolgte eine Abschrift, ein Teil wurde ohne Abschrift ausgewertet.

Dauer eines Interviews: 1 - 1 1/4 Stunden.

1. Interview - Tour: Vorarlberg und Tirol, 24.-28.4.2000

- 1 **Haus Caldonazzi** / Vorarlberg : 1 Interview mit dem Eigentümer
- 2 **Wohnhausanlage Ölbündt** / Vorarlberg : 5 Interviews mit Mietern
- 3 **Reihenhäuser Batschuns**/ Vorarlberg : 3 Interviews mit Eigentümern
- 4 **Mehrfamilienhäuser Kapellenweg**/ Feldkirch : 3 Interviews mit Mietern
- 5 **Haus Holzleitner** / Tirol: 1 Interv. mit Eigentümern/Ehepaar
- 6 **Wohnhausanlage Mitterweg** / Tirol: 4 Interviews mit Mietern

2. Interview - Tour: Steiermark, 4.-7.6.2000

- 7 **Haus Nader** / Steiermark: 1 Interv. mit Eigentümern/Ehepaar
- 8 **Wohnhausanl.Graz-Plabutsch** / Steiermark: 7 Interviews mit Mietern
- 9 **Siedlung Gleisdorf** / Steiermark : 1 Interview mit Bauherrn
1 Interview mit Mieterin

Interviews im Raum Wien: September - November 2000

- 10 **Wohnhausanlage Brünnerstraße**, 1200 Wien: 4 Interviews mit Mietern
- 11 **Wohnhausanlage Sargfabrik**, 1140 Wien: 8 Interviews mit Bewohnern
- 12 **Siedlung Wulzendorfstraße**, 1220 Wien: 3 Interviews mit Mietern

2.3.2 Rechnerische Analyse von Heizwärmebedarf und Heizenergieverbrauch - „Technischer Ansatz“

Erhebung der Klimadaten für den jeweiligen Betrachtungszeitraum für die Standort der gewählten Gebäude

Betreffend die Lufttemperatur gab es keine Probleme: für jeden der 14 Standorte konnten von der Zentralanstalt für Meteorologie Monatsmittelwerte angeboten werden (Werte 2 m über Grund, Wetterhütte), entweder von dem jeweiligen Ort selbst oder von einer repräsentativen Meßstelle in der Umgebung.

Datenreihen der Globalstrahlung liegen von folgenden Nachbarstationen vor:

Dornbirn, Feldkirch, Graz-Universität, Innsbruck-Flughafen, Innsbruck-Universität, Lassnitzhöhe, Langenlois und Wien-Hohe Warte.

Das Aufbereiten der Strahlungsdaten ist relativ arbeitsaufwendig, die Zentralanstalt für Meteorologie konnte deshalb bei diesem Klimaelement in der Bearbeitung leider keinen Monatsrhythmus (bei allen anderen Parametern liegen nämlich die geprüften Datensätze bereits am Ende des Folgemonats vor) anbieten. Auch aus internen Gründen werden die Strahlungsdaten nur einmal jährlich in einem Durchgang, im besten Fall einmal halbjährlich bearbeitet. Bei vielen Meßstellen steht die Datenbearbeitung aber erst Ende 1997! Im Falle von Anfragen werden die betreffenden Stationsmonate jedoch vorgezogen. Vor dem Datencheck, dem Datenvervollständigen etc. sind die Eichfaktoren zu bestimmen und an die vorläufigen Daten (in Millivolt, daher Umrechnung in Joule oder Watt notwendig) anzuhängen. Dabei ist natürlich die EDV-Software voll eingeschaltet, im Detail gibt es aber doch immer Probleme, weswegen diese Datensätze in der monatlichen Bearbeitung so weit nachhängen.

Die Himmels-(Diffus-)strahlung betreffend stehen weit weniger Messgeräte im Einsatz, und zwar in Wien, Salzburg, Innsbruck-Universität und Klagenfurt. In den letzten Jahren wurde nur Wien regelmässig bearbeitet, aber auch hier gibt es wegen der Umbautätigkeiten am Hann- und Kreilhaus in den letzten Monaten eine grosse Lücke.

Die Daten wurden auf Diskette im ASCII-Code übergeben, Einheit ist Zehntel Grad C bzw. J/cm².

Erhebung und Aufbereitung von Klimadaten

Der Heizenergiebedarf eines Gebäudes wird nicht nur durch die thermische Qualität der Gebäudehülle, sondern auch durch die außenklimatischen Bedingungen am Gebäudestandort und durch nutzungsbedingte Einflußfaktoren bestimmt. Da die Fragestellung im Rahmen dieses Projektes auf die Analyse der nutzungsbedingten Einflußfaktoren abzielt, muß die Modellierung sowohl der thermischen Eigenschaften der Gebäudehülle wie auch der außenklimatischen Verhältnisse ein hohes Maß an Genauigkeit aufweisen.

Um möglichst viel der durch Messungen und Ablesungen des Energieverbrauchs vorhandenen Information verwerten zu können, wird die Heizenergiebedarfsberechnung nicht nur – wie ansonsten üblich – für die am Gebäudestandort im langjährigen Schnitt zu erwartenden außenklimatischen Bedingungen durchgeführt, sondern der Heizenergiebedarf auch für die außenklimatischen Bedingungen jener Realjahre berechnet, für die Verbrauchsdaten vorliegen.

Für eine den Anforderungen an die Genauigkeit entsprechende Heizenergiebedarfsberechnung ist es notwendig, die Einflüsse der Außenlufttemperatur und der direkten und diffusen Sonneneinstrahlung auf das Gebäude zu erfassen. Die Einflüsse anderer meteorologischer Größen, wie z. B. des Windes, der relativen Luftfeuchtigkeit, des Luftdrucks, etc., auf das thermische Gebäudeverhalten sind in Vergleich zu den Einflüssen von Temperatur und Sonnenstrahlung gering und können bei einer Heizenergiebedarfsberechnung vernachlässigt werden.

Als Eingangsgrößen für das für die Heizenergiebedarfsberechnung verwendete Simulationsprogramm *EuroWAEBED* sind die Monatsmittelwerte von Außenlufttemperatur, Global- und Diffusstrahlung auf die horizontale Fläche sowie die die mittlere monatliche Tageschwankung der Außenlufttemperatur zu erheben und aufzubereiten. *EuroWAEBED* generiert unter Zugriff auf die eingegebenen Klimadaten synthetische Jahresgänge der Außenlufttemperatur und der Sonneneinstrahlung auf die transparenten Bauteile der Gebäudehülle und simuliert das thermische Gebäudeverhalten sowie das Verhalten des Heizungssystems unter Zugrundelegung dieser synthetischen Klimadaten.

Die Klimadaten betreffend Außenlufttemperatur und Globalstrahlung wurden von der Klima-Abteilung der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien für im Vergleich zu den jeweiligen Gebäudestandorten klimatisch ähnlichen, möglichst naheliegenden Meßstationen geliefert. In folgender Tabelle sind jene meteorologischen Meßstationen aufgelistet, deren Meßdaten den Heizenergiebedarfsberechnungen der zu untersuchenden Projekte zugrunde gelegt werden.

Tab. 2.2: Liste der meteorologischen Meßstationen und deren Zuordnung zu den Projekten

Projekt	Gebäudestandort	meteorologische Meßstation
Haus Caldonazzi	Frastanz	Feldkirch
Wohnhausanl. Ölbündt	Dornbirn	Dornbirn
Reihenhäuser Batschuns	Batschuns	Batschuns/Zwischenwasser
Haus Holzleitner	Patsch	Patsch
Mehrfamilienh. Kapellenweg	Feldkirch	Feldkirch
Wohnhausanl. Mitterweg	Innsbruck	Innsbruck Flughafen
Haus Nader	Laßnitzhöhe	Laßnitzhöhe
Wohnhausanl. Graz-Plabutsch	Graz	Graz Universität
Siedlung Gleisdorf	Gleisdorf	Gleisdorf
Wohnhausanl. Brünnerstr.	Wien	Wien, Donaufeld
Wohnhausanl. Sargfabrik	Wien	Wien, Innere Stadt
Siedlung Wulzendorferstr.	Wien	Grossenzersdorf

Monatswerte sowohl der globalen wie auch der der diffusen Sonneneinstrahlung für die interessierenden Realjahre sind nur für die Meßstation Wien, Hohe Warte, verfügbar. Die Strahlungsdaten für alle anderen Meßstationen sind auf die Globalstrahlung auf die horizontale Fläche beschränkt. Um für sämtliche Gebäudestandorte Angaben zur diffusen Sonneneinstrahlung machen zu können, wird für die Meßstation Wien, Hohe Warte, für jeden Monat das Verhältnis der Monatssummen aus Diffus- und Globalstrahlung ermittelt. Unter der Annahme, daß die solcherart ermittelten Reduktionsfaktoren auch auf alle anderen Meßstationen näherungsweise zutreffen, werden für alle in obiger Tabelle angegebenen Meßstationen die monatlichen Diffusstrahlungssummen mittels Multiplikation der für Wien, Hohe Warte errechneten Reduktionsfaktoren mit der jeweiligen an der Meßstation gemessenen monatlichen Globalstrahlungssumme abgeschätzt. Da die Unterteilung in Direkt- und Diffusstrahlung im Simulationsprogramm *EuroWAEED* nur der feineren Modellierung des Strahlungsdurchganges durch die Gläser dient, ist zu erwarten, daß die durch das Fehlen gemessener Diffusstrahlungsdaten verursachte Unsicherheit in der Datengrundlage die Genauigkeit des Berechnungsergebnisses – des Heizenergiebedarfes von Gebäuden und Wohnungen – nur unwesentlich beeinflusst.

Über die mittlere monatliche Tagesschwankung liegt für keine der in obiger Tabelle angeführten Meßstationen die benötigt Information vor. Da die Annahmen zur Tagesschwankung der Außenlufttemperatur den zu errechnenden Heizenergiebedarf nur sehr wenig beeinflussen, werden den Berechnungen generell die im Klimadatenkatalog⁷ ausgewiesenen Werten für die mittlere monatliche Tagesschwankung zugrunde gelegt.

Erhebung der Heizenergieverbrauchs- und Meßwerte

Im Rahmen der Interviews bzw. im Anschluß daran sowie durch nachträgliche Recherchen wurde versucht, die Heizenergieverbrauchswerte der zu analysierenden Gebäude bzw. der zu analysierenden Wohnungen zu erheben.

Dabei stellte sich sowohl einerseits heraus, daß die Datenlage oft unzureichend für die in dieser Arbeit angestrebten Berechnungen (insbesondere für den Vergleich von berechnetem Heizenergiebedarf und gemessenem Heizenergieverbrauch) ist und andererseits die Datenaufzeichnung und –dokumentation auf seiten der Projekte auf sehr uneinheitliche Weise erfolgte. In den meisten Projekten waren nur Energieverbrauchsdaten auf Jahresbasis vorhanden und diese teilweise in einer Weise aggregiert, daß der Heizenergieverbrauch nicht unmittelbar abgespalten werden konnte. Energieverbrauchsdaten, die im Intervall von einem oder wenigen Monaten erhoben wurden, waren nur für die Projekte Ölzbündt (alle Wohneinheiten), sowie für Gleisdorf, Brünnerstraße und Wulzendorfstraße (eine bis wenige Wohneinheiten) verfügbar.

Meßwerte für Temperatur, Luftfeuchtigkeit etc. waren in einigen Projekten gar nicht verfügbar, in anderen existierten Meßreihen mit kleinem Meßintervall (Viertelstunden- oder Stundenwerte, wobei in diesen Fällen teilweise nur über relativ kurze Zeitperioden (einige

⁷ siehe Heindl et al. (1984)

Wochen bis Monaten) gemessen wurde. Die Datenlage ist in einer größeren Detailliertheit als hier skizziert in Anhang B dokumentiert.

Die Aufspaltung in die einzelnen Energieverbrauchssegmente Heizen und Lüften, Warmwasser, Licht und Geräte konnte zumeist nicht unmittelbar, sondern mußte oft unter Anwendung plausibler Annahmen vorgenommen werden. Auch hiezu mehr in Anhang B.

Dieser Umstand der mangelhaften Datenlage ist insofern bemerkenswert, da es sich bei den untersuchten Projekten durchwegs um Pilot- u. Demonstrationsprojekte handelt, von denen angenommen werden sollte, daß die Möglichkeit einer energetisch-ökologischen Bilanzierung und Evaluierung bereits in der Planungsphase berücksichtigt wird.

Aufgrund der in diesem Forschungsprojekt gemachten Erfahrungen soll die pränormative Forschung für Verfahren angeregt werden, die es ermöglichen, die energetische „Performance“ von Gebäuden in der Praxis vergleichbar zu erheben und zu dokumentieren.

Zur Aufbereitung von Verbrauchsdaten

Üblicherweise werden Daten über den Heizenergieverbrauch mittels Ablesungen (z. B. von Strom- oder Gas-Verbrauch) oder mittels der Auswertung von Dokumentationen über die Lieferung von Brennstoffen (z. B. Heizöl, Flüssiggas, Pellets, etc.) erhoben. Grundsätzlich liefert eine Zählerablesung oder die Dokumentation über eine Lieferung (Lieferschein, Rechnung) Informationen über den Verbrauch von Strom oder Brennstoff zwischen dem aktuellen Ablesungs-/Lieferungstermin und der jeweils vorhergehenden Ablesung/Lieferung.

Eine Liste von Ablesungs- oder Lieferungsterminen mit den zugehörigen Strom- oder Brennstoff-Verbräuchen beinhaltet Information über im allgemeinen nicht äquidistante Zeitintervalle, für die jeweils der Heizenergieverbrauch in Form von Integral- oder Mittelwerten gegeben ist.

Um Integral- oder Mittelwerte über Zeitintervalle, die unabhängig von den vorliegenden Lieferterminen vorgegeben werden – interessant sind in diesem Zusammenhang meist Werte für Monate, Heisaisonen oder Jahre -, errechnen zu können, ist es notwendig, einen geglätteten Zeitverlauf des Heizmittel-/Strom- Verbrauches zu finden, der exakt die durch Ablesungen oder Lieferungen vorgegebenen Integralwerte erfüllt.

Die Besonderheit dieser an ein Interpolationsproblem erinnernden Fragestellung ist der Umstand, daß für die gesuchte Funktion nicht die Funktionswerte zu einzelnen Zeitpunkten, sondern die Integralwerte der gesuchten Funktion über gewisse, aneinander anschließende Zeitintervalle vorgegeben sind. Wie in Heindl / Krec (1985) gezeigt, kann die skizzierte Fragestellung beantwortet werden, wenn für die Stammfunktion mittels eines geeigneten Interpolationsverfahrens eine interpolierende Funktion errechnet und diese in einem zweiten Schritt differenziert wird. Dieses in Heindl / Krec (1985) entwickelte Verfahren wird „Kontinuierisierung“ genannt.

Im Zuge der Arbeiten für dieses Forschungsprojekt wurde das Programm VERBVERL entwickelt, das aus Lieferungs- oder Ablesungsdaten einen geglätteten zeitlichen Verlauf des Strom- oder Brennstoff-Verbrauches errechnet. Das gleiche Programm kann dazu verwendet werden, um aus den errechneten monatlichen Heizwärmebedarfswerten den geglätteten Zeitverlauf des Heizwärmebedarfs zu ermitteln. Nur angemerkt sei an dieser Stelle, daß der errechnete geglättete Verlauf eine umso bessere Approximation des realen Verlauf darstellen wird, je dichter die Ablese-/Lieferungsdaten vorliegen, d. h. je kürzer jene (aneinander anschließenden) Zeitintervalle, über die Verbrauchswerte vorliegen, sind.

Die folgende Abbildung zeigt beispielhaft die für eine Wohnung in der Wohnanlage Ölzbündt (Dornbirn, Vorarlberg) aus Ablesungen gewonnenen Verbrauchswerte und den mittels Spline-Kontinuierisierung unter Verwendung von VERBVERL errechneten Jahresverlauf des Stromverbrauchs für Heizung und Lüftung.

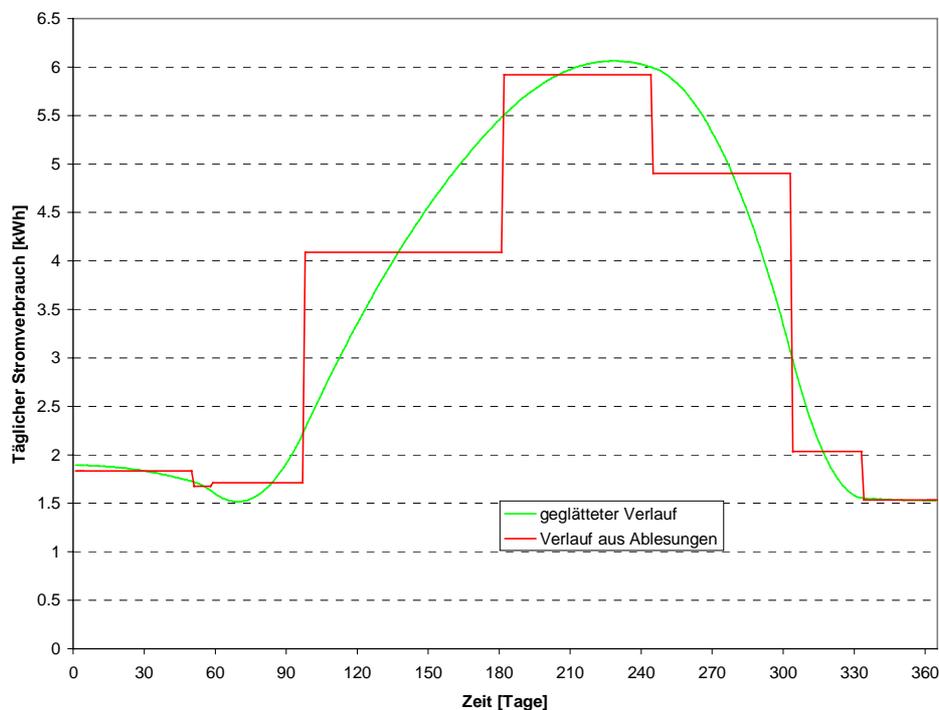


Abb. 2.1: Abgelesene Stromverbrauchswerte für Heizung und Lüftung von 1. Juni 1997 (Tag 1) bis 31. Mai 1998 (Tag 365) gemäß Muß (1998) und die kontinuierierte Kurve des Stromverbrauchs

Da der kontinuierierte Verlauf in analytischer Form vorliegt, können nun Verbrauchswerte über beliebige Zeitintervalle mittels Integration errechnet werden. Hiermit sind die notwendigen Voraussetzungen für einen Vergleich zwischen Verbrauchs- und Bedarfswerten hergestellt.

Berechnung des Heizwärmebedarfs

Im Zuge der Projektarbeit stellte sich heraus, daß ein Vergleich von Bedarf und Verbrauch mit Sicherheit nicht auf die bereits vorhandenen Simulationsdatensätze gestützt werden kann.

Im Rahmen der Dokumentation „Sonnengestützte Niedrigenergiehäuser - eine Zwischenbilanz“ wurden zwar elf der ausgewählten 12 Gebäude mit Pilot- und Demonstrationscharakter bereits simuliert, doch jeweils das gesamte Gebäude ohne Gliederung in einzelne Wohneinheiten.

Es wurde die Entscheidung getroffen, sich nicht auf bestehende Datensätze zu stützen, sondern die jeweiligen Wohneinheiten neu zu simulieren, was in der Folge allerdings auch jeweils eine neue Flächenermittlung bedeutet.

2.3.3 Demonstration der Aufbereitung der Verbrauchsdaten des Vergleichsverfahrens an dem Pilotprojekt Wohnhausanlage Ölbündt

Wohnhausanlage Ölbündt / Vorarlberg

Dornbirn, Hamerlingstraße 12 1997
Hermann Kaufmann



Die drei - stöckige ost - west orientierte Wohnhausanlage mit 940 m² Wohnnutzfläche wurde in Holzfertigteiltbauweise errichtet. Aufgrund des hohen Vorfertigungsgrades konnte eine kurze Bauzeit von 4,5 Monaten inkl. Tiefgarage erreicht werden. Ein Stützenraster bildet im Verbund mit aussteifenden Decken das statische System, die selbsttragenden Außenwände fungieren abschnittsweise aussteifend. Die vorgefertigten Außenwände sind mit 35 cm Mineralwolle gedämmt, eine Spanplatte verbindet anstelle eines sonst üblichen I - Trägers Innen - und Außenbeplankung.

Bauteilaufbauten

Außenwand:

2,5 cm Gipskartonplatte
1,6 cm Spanplatte
Dampfbremse
35 cm Verbundsteher (Spanplatte) e = 500
dazw. Mineralwolle
1,2 cm Spanplatte
3,0 cm Konterlattung
Stulpschalung Lärche natur

Dachkonstruktion:

Dachfolie
1,6 cm Spanplatte
46 cm BSH - Rippen
dazw. Mineralwolle
Dampfbremse
1,6 cm Spanplatte
1,25 cm Gipskartonplatte

U - Werte:

Außenwand: 0,11- W / m²K
Kellerdecke: 0,12 W / m²K
Dach: 0,10 W / m²K
Verglasung: 0,70 W / m²K 3 - fach Wärmeschutzverglasung, Fensterrahmen mit vorgesetzter Dämmung
Bauwerkskosten: 17. 200 ÖS/ m² WNF

Haustechnik

HWB: 18,2 KWh/ m² WNFa (Simulation mit Trnsys)
Heizung/Lüftung: Kontrollierte dezentrale Warmluftheizung und Lüftung mit Erdreichwärmetauscher, Wärmerückgewinnung aus der Abluft mittels Kreuzwärmetauscher, Nachheizung der Luft mittels Wärmepumpe, direkte Wärmeabgabe über das Lüftungssystem (ist zugleich das Heizsystem.)
Solarthermie: 33 m² Sonnenkollektoren am Dach mit 2650 l Pufferspeicher, jährlicher Deckungsgrad 63%.

Als Pilotprojekt, an dem das für das gegenständliche Forschungsprojekt ausgearbeitete Verfahren beispielhaft demonstriert werden soll, wird die Wohnhausanlage Ölzbündt herangezogen. Dieses Projekt wurde auch bereits in Stieldorf / Linsbauer (1999) und Stieldorf (1999) dokumentiert.

Rechnerische Untersuchung, Wohnhausanlage Ölzbündt

Um abzuklären, inwieweit das Nutzerverhalten den Heizwärmeverbrauch beeinflusst, werden für die Wohnanlage Ölzbündt in Dornbirn drei verschiedene Wohnungen und derer Nutzerverhalten untersucht. Von der Lage der Wohnungen im Gebäude werden zwei Wohnungen im Randbereich mit nach Westen, Norden und Osten weisenden Außenwänden und eine Wohnung im Mittenbereich mit Außenwänden nach Westen und Osten ausgewählt. Die Wohnung im Mittenbereich ist im Zwischengeschoß situiert und grenzt damit sowohl mit dem Fußboden als auch mit der Decke an ebenfalls beheizte Wohnungen. Eine Wohnung im Randbereich befindet sich im Erdgeschoß und grenzt mit dem Fußboden an die Tiefgarage. Die zweite Wohnung im Randbereich befindet sich im Dachgeschoß.

Für die genannten Wohnungen liegen Messungen des Energieverbrauches vom 1. Juni 1997 bis einschließlich 31. Mai 1999 - also für die ersten beiden Betriebsjahre des Gebäudes vor. Der Heizwärmeverbrauch wird aus der Leistungsaufnahme der Wärmepumpe und der gesondert gemessenen Leistungsaufnahme der elektrischen Zusatzheizung berechnet. Für die Wärmepumpe wird hierbei gemäß den Angaben in Muß (1998) eine mittlere Leistungsziffer von 3,0 angesetzt. Die folgende Abbildung zeigt die geglätteten Jahresverläufe des Heizwärmeverbrauchs für die drei untersuchten Wohnungen.

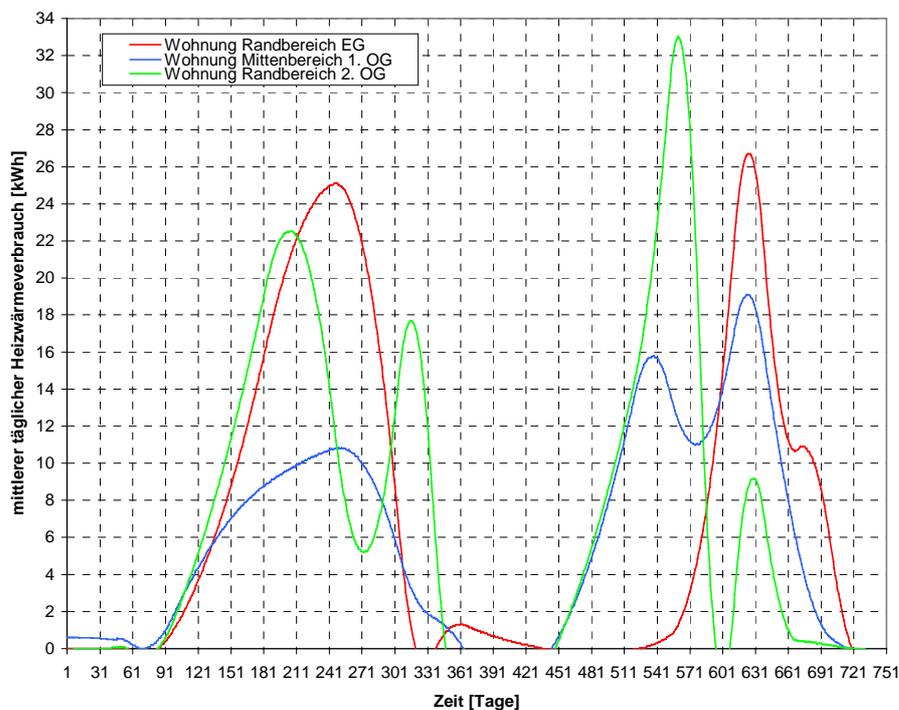


Abb.2.2: Geglätteter Verlauf der Heizwärmeverbrauchs-Werte für 3 verschiedene Wohnung in der Wohnanlage Ölzbündt, Dornbirn, vom 1. Juni 1997 (Tag 1) bis zum 31. Mai 1999 (Tag 731)

Es zeigt sich, daß der Heizwärmeverbrauch sehr stark durch das Nutzerverhalten mitbestimmt wird. Die Zeitverläufe des Heizwärmeverbrauchs weisen für die drei Wohnungen kaum eine Ähnlichkeit auf.

Deutlich erkennbar ist der kleinere Heizwärmeverbrauch für die Wohnung im Mittenbereich (blaue Kurve). Dies kann zum Einen durch die im Vergleich zu den beiden anderen Wohnungen etwas kleinere Wohnnutzfläche und zum Anderen durch den Umstand erklärt werden, daß diese Wohnung von beheizten Wohnungen umgeben ist.

Das Minimum im Heizwärmeverbrauch der Dachgeschoßwohnung (grüne Kurve) ist aus dem Umstand erklärbar, daß diese Wohnung von Januar 1998 bis März 1998 leer stand und die Heizung in diesem Zeitraum abgesenkt war. Der Grund für das ausgeprägte Minimum im Heizwärmeverbrauch im darauf folgenden Winterhalbjahr ist unbekannt.

Beim Heizwärmeverbrauch der Wohnung im Erdgeschoß (rote Kurve) fällt auf, daß die Heizsaison-Länge im Winterhalbjahr 1998/1999 deutlich kürzer ist als jene des vorhergehenden Winterhalbjahres. Die Verbrauchsdaten zeigen, daß im Herbst 1998 bis Ende Januar 1999 ein extrem kleiner Heizwärmeverbrauch registriert wurde. Der Grund hierfür ist unbekannt.

Um weitergehende Information über den Einfluß des Nutzerverhaltens auf den Heizwärmeverbrauch zu erhalten, werden im Folgenden die gemessenen Verbrauchswerte den rechnerisch ermittelten Bedarfswerten gegenüber gestellt. Die Berechnung des Heizwärmebedarfes wird für jede der drei untersuchten Wohnungen für die Jahre 1997, 1998 und 1999 unter Zugrundelegung der an der meteorologische Station Dornbirn gemessenen Klimadaten und für die am Gebäudestandort gemäß Klimadatenkatalog (Heindl et al. (1984)) im langjährigen Schnitt zu erwartenden außerklimatischen Verhältnisse unter Verwendung des Simulationsprogrammes *EuroWAEBED* durchgeführt.

Bezüglich der den Berechnungen zugrunde zu legenden Nutzungsdaten wird, was die Solltemperatur und was die Personenbelegung betrifft, auf die Angaben aus den Fragebögen zurückgegriffen. Die Solltemperatur wird demnach für die drei untersuchten Wohnungen mit 22°C angesetzt. Bei allen drei Wohnungen handelt es sich um Single-Haushalte, für die untertags keine Personenbelegung anzusetzen ist. Für die Zeit von 24 Uhr bis 6 Uhr früh wird entsprechend der Aussagen aus den Fragebögen angenommen, daß die Heizung abgeschaltet ist.

Die Innenwärmen durch Beleuchtung und Geräte wurden aus dem Haushaltsstromverbrauch abgeschätzt. Die auf die Bruttofläche bezogene Wärmeabgabeleistung differiert zwischen den 3 Wohnungen nur wenig und liegt bei ca. 1,0 Wm⁻². Diese im Vergleich zum für Österreich im Schnitt anzusetzenden Wert von 3,0 Wm⁻² sehr kleine Wärmeabgabeleistung dürfte durch die verhältnismäßig kleine Aufenthaltsdauer der Personen in der Wohnung begründet sein.

Bezüglich der Lüftung wird gemäß ÖNorm B8110-1 der 0,4-fache Luftwechsel - bezogen auf das Bruttovolumen der Wohnung - angesetzt. Gemäß Muß (1998) wird der mittlere Wirkungsgrad der Wärmerückgewinnungsanlage mit 55% angenommen.

Für die Wohnung im Erdgeschoß ist in der folgenden Tabelle der für die beiden Jahre gemessene Heizwärmeverbrauch dem per Simulation ermittelten Heizwärmebedarf gegenübergestellt.

Tab.2.3: Heizwärmeverbrauch und Heizwärmebedarf für die Wohnung im EG (Randlage) für den Zeitraum zwischen 1. Juni 1997 und 31. Mai 1999

Heizwärmeverbrauch (2 Jahre)	5118 kWh	100%
Heizwärmebedarf (2 Jahre)	5182 kWh	101%

Die ausgezeichnete Übereinstimmung zwischen Verbrauchs- und Bedarfswerten wird relativiert, wenn die zeitlichen Verläufe von Heizwärmeverbrauch und Heizwärmebedarf gegenüber gestellt werden - siehe Abbildung 3.3:

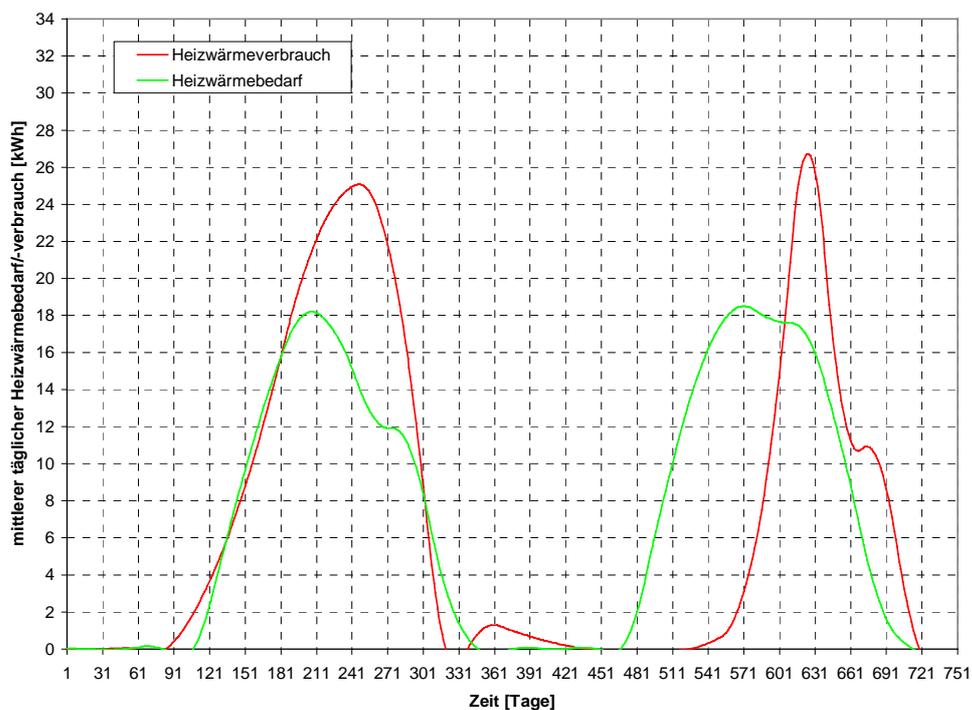


Abb.2.3: Verlauf des Heizwärmeverbrauches und des berechneten Heizwärmebedarfs für eine Wohnung in der Wohnanlage Ölbündt, Dornbirn, vom 1. Juni 1997 (Tag 1) bis zum 31. Mai 1999 (Tag 731); Randlage EG (über Tiefgarage)

Es fällt auf, daß der Verlauf des Heizwärmebedarfes (grüne Kurve) für die beiden Winterhalbjahre sehr ähnlich ist. Die im Gegensatz hierzu stark unterschiedlichen Verläufe des Verbrauchs (rote Kurve) sind somit nicht auf stark unterschiedliche außenklimatische Bedingungen, sondern auf das Nutzerverhalten zurückzuführen.

Für die Wohnung in Randlage im Dachbereich ergeben sich folgende Werte für den Heizwärmeverbrauch bzw. -bedarf für die beiden untersuchten Jahre.

Tab. 2.4: Heizwärmeverbrauch und Heizwärmebedarf für die Wohnung im DG (Randlage) für den Zeitraum zwischen 1. Juni 1997 und 31. Mai 1999

Heizwärmeverbrauch (2 Jahre)	5025 kWh	100%
Heizwärmebedarf (2 Jahre)	5847 kWh	116%

Der Heizwärmeverbrauch fällt für die Dachwohnung etwas kleiner aus als für die gleich große Wohnung im Erdgeschoß. Der errechnete Heizwärmebedarf fällt deutlich höher aus als der gemessene Verbrauch. Dies ist durch die beiden ausgeprägten Minima im Heizwärmeverbrauch begründet sein. Die Heizungsabsenkung während der drei Monate im Winterhalbjahr 1997/1998 wurden in der Simulationsrechnung nicht berücksichtigt.

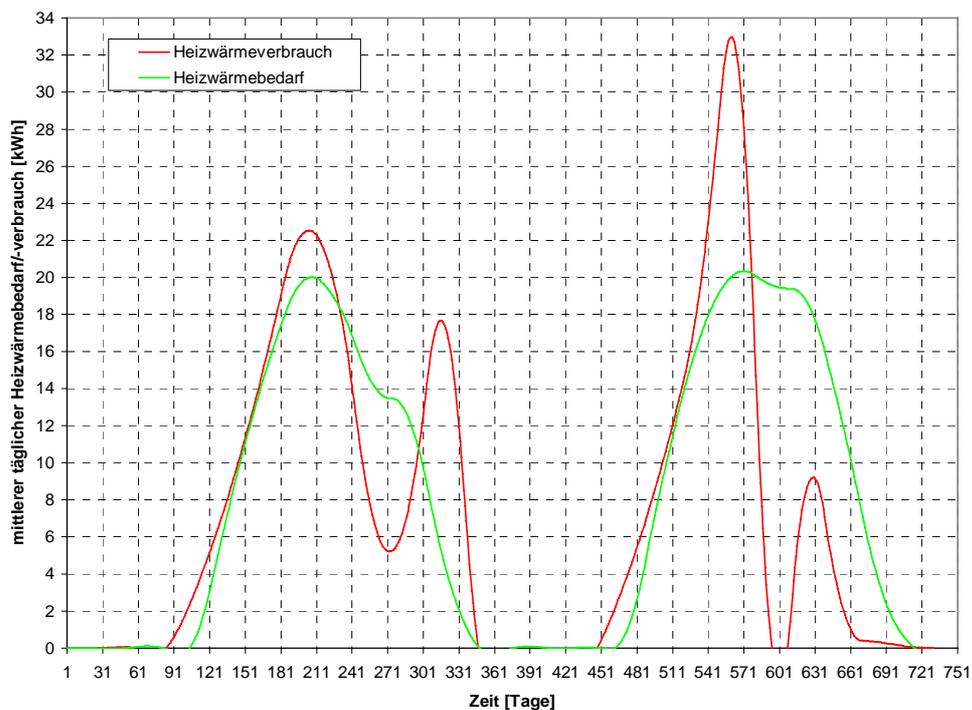


Abb.2.4: Verlauf des Heizwärmeverbrauches und des Heizwärmebedarfes für eine Wohnung in der Wohnanlage Ölzbündt, Dornbirn, vom 1. Juni 1997 (Tag 1) bis zum 31. Mai 1999 (Tag 731); Randlage 2.OG (unterhalb des Daches)

Für die Wohnung in zentraler Lage im Zwischengeschoß ergeben sich folgende Werte für den Heizwärmeverbrauch bzw. -bedarf für die beiden untersuchten Jahre.

Tab.2.5: Heizwärmeverbrauch und Heizwärmebedarf für die Wohnung im DG (Randlage) für den Zeitraum zwischen 1. Juni 1997 und 31. Mai 1999

Heizwärmeverbrauch (2 Jahre)	4286 kWh	100%
Heizwärmebedarf (2 Jahre)	2259 kWh	53%

Hier fällt auf, daß der für diese Wohnung prognostizierte Heizwärmebedarf knapp nur über die Hälfte des gemessenen Verbrauchs ausmacht. Der folgende Vergleich der Zeitverläufe hilft, diese Diskrepanz zu erklären.

Im Zeitverlauf des Heizwärmeverbrauchs (rote Kurve) zeigt sich, daß die aus den Ablesungen abgeleiteten mittleren täglichen Heizwärmeverbrauchswerte generell etwas größer sind als die rechnerisch ermittelten Bedarfswerte. Die große Diskrepanz zwischen Bedarfs- und Verbrauchswerten rührt offensichtlich daher, daß der tatsächliche Beginn der Heizsaison für beide Jahre über einen Monat früher erfolgt als vom Simulationsprogramm errechnet. Auch die Heizsaisonlänge ist für beide Winterhalbjahre gravierend (2 bis 3 Monate) größer. Eine Erklärung für diesen Umstand bringt die Annahme, daß die Solltemperatur für die Wohnung im Zwischengeschoß mit 22°C zu tief angesetzt ist. Zu einem ähnlichen Effekt würde aber auch extensive Fensterlüftung in der Übergangszeit führen.

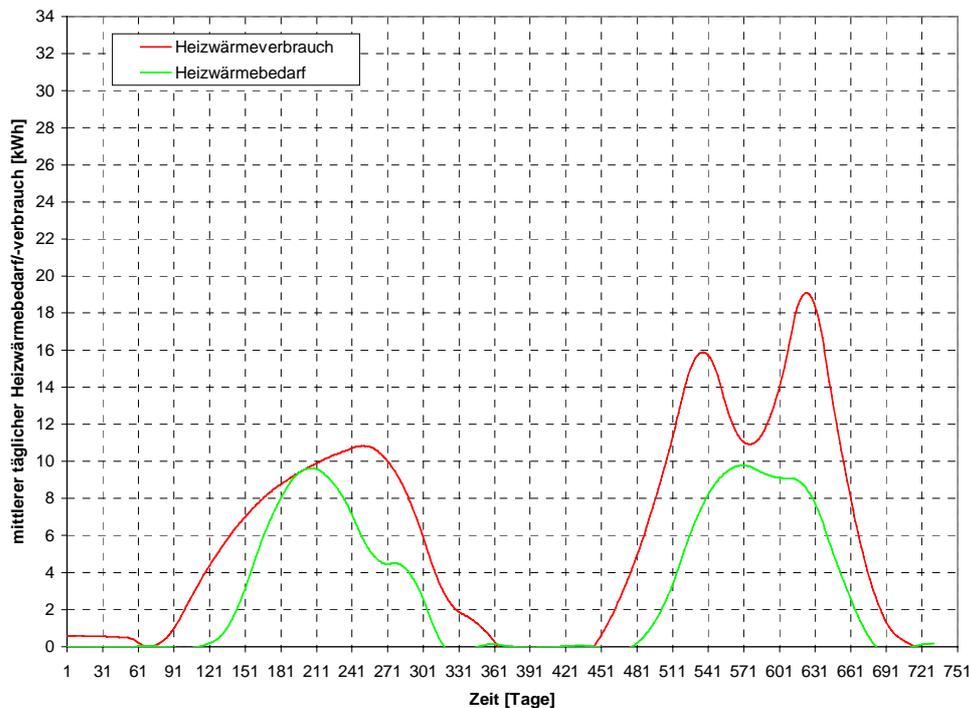


Abb.2.5: Verlauf des Heizwärmeverbrauches und des Heizwärmebedarfes für eine Wohnung in der Wohnanlage Ölzbündt, Dornbirn, vom 1. Juni 1997 (Tag 1) bis zum 31. Mai 1999 (Tag 731); Mittenlage 1.OG

Aufbereitung der Verbrauchsdaten, Wohnhausanlage Ölzbündt

Wohnung in Randlage EG

Tab. 2.6: Verbrauchsdaten, Wohnung in Randlage EG in [kWh]

Datum	Wärmepumpe		Elektro-Heizkörper		Heizenergie- verbrauch	Heizwärme- verbrauch
	Ablesung	Verbrauch	Ablesung	Verbrauch		
01.06.1997	20097,1		42866,1			
21.07.1997	20097,1	0	42866,1	0	0	0
29.07.1997	20097,1	0	42866,1	0	0	0
06.09.1997	20097,1	0	42866,3	0,2	0,2	0,2
29.11.1997	20296,3	199,2	42882,3	16	215,2	613,6
31.01.1998	20750,3	454	42896,5	14,2	468,2	1376,2
31.03.1998	21123,5	373,2	42910	13,5	386,7	1133,1
30.04.1998	21135	11,5	42911,8	1,8	13,3	36,3
31.05.1998	21143	8	42911,8	0	8	24
02.11.1998	6,9	6,9	42917,8	6	12,9	26,7
04.12.1998	6,9	0	42925	7,2	7,2	7,2
01.01.1999	6,9	0	42992,9	67,9	67,9	67,9
01.02.1999	97,2	90,3	43106,1	113,2	203,5	384,1
01.03.1999	291	193,8	43224,1	118	311,8	699,4
01.04.1999	428	137	43245,5	21,4	158,4	432,4
01.05.1999	517	89	43259,7	14,2	103,2	281,2
01.06.1999	519,9	2,9	43287,8	28,1	31	36,8

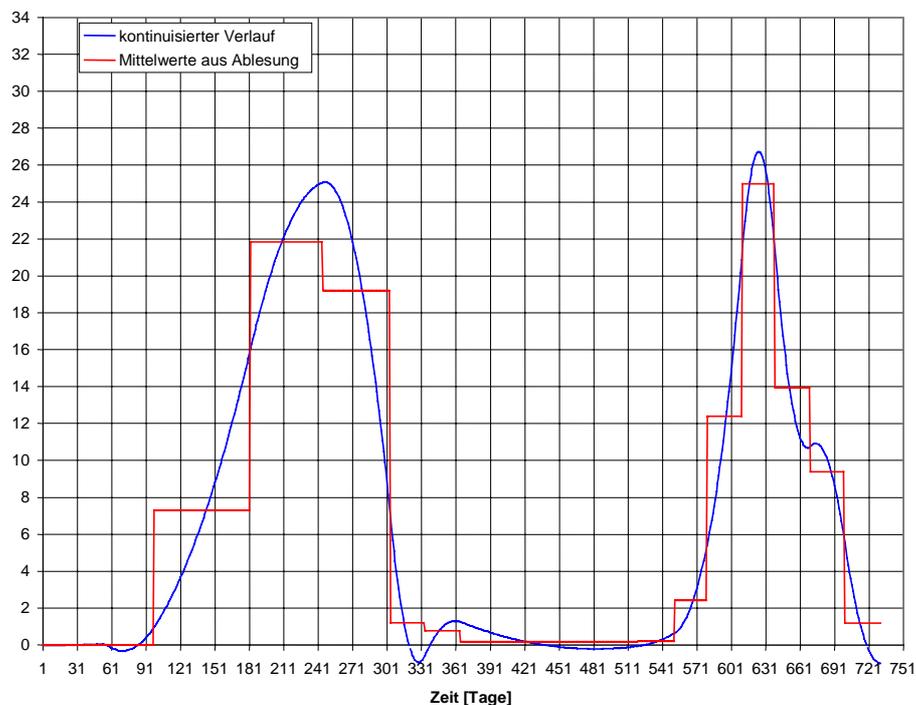


Abb. 2.6: Zeitverlauf des mittl. tägl. Heizwärmeverbrauchs (in kWh), Wohnung in Randlage EG

Wohnung in Mittenlage ZG

Tab. 2.7: Verbrauchsdaten, Wohnung in Mittenlage ZG in [kWh]

Datum	Wärmepumpe		Elektro-Heizkörper		Heizenergieverbrauch	Heizwärmeverbrauch
	Ableseung	Verbrauch	Ableseung	Verbrauch		
01.06.1997	9641,7		0			
21.07.1997	9641,7	0	27,3	27,3	27,3	27,3
29.07.1997	9641,7	0	30,7	3,4	3,4	3,4
06.09.1997	9641,7	0	48,4	17,7	17,7	17,7
29.11.1997	9761	119,3	182,9	134,5	253,8	492,4
31.01.1998	9919	158	333,8	150,9	308,9	624,9
31.03.1998	10083,2	164,2	380,9	47,1	211,3	539,7
30.04.1998	10111,8	28,6	387	6,1	34,7	91,9
31.05.1998	10121,6	9,8	388,3	1,3	11,1	30,7
02.11.1998	10223,2	6,9	413,6	25,3	32,2	46
04.12.1998	10376	152,8	441,3	27,7	180,5	486,1
01.01.1999	10473	97	480	38,7	135,7	329,7
01.02.1999	10603,5	130,5	497,9	17,9	148,4	409,4
01.03.1999	10772,3	168,8	500,4	2,5	171,3	508,9
01.04.1999	10877,5	105,2	503,3	2,9	108,1	318,5
01.05.1999	10900,7	23,2	506,2	2,9	26,1	72,5
01.06.1999	10900,7	0	508,2	2	2	2

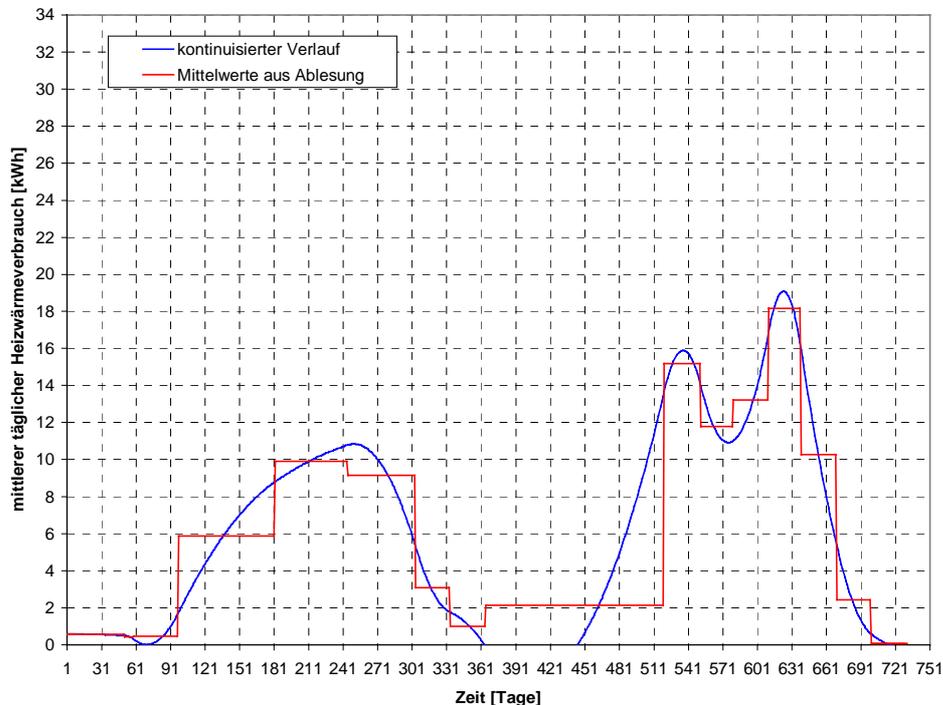


Abb. 2.7: Zeitverlauf des Heizwärmeverbrauchs (in kWh), Wohnung in Mittenlage ZG

Wohnung in Randlage DG

Tab. 2.8: Verbrauchsdaten, Wohnung in Randlage DG in [kWh]

Datum	Wärmepumpe		Elektro-Heizkörper		Heizenergie- verbrauch	Heizwärme- verbrauch
	Ablesung	Verbrauch	Ablesung	Verbrauch		
01.06.1997	28241,9		67			
21.07.1997	28241,9	0	67	0	0	0
29.07.1997	28241,9	0	67	0	0	0
06.09.1997	28241,9	0	67	0	0	0
29.11.1997	28500	258,1	81,3	14,3	272,4	788,6
31.01.1998	28880	380	197,9	116,6	496,6	1256,6
31.03.1998	29033,2	153,2	205,3	7,4	160,6	467
30.04.1998	29186,3	153,1	212,7	7,4	160,5	466,7
31.05.1998	29186,3	0	212,7	0	0	0
02.11.1998	29241,7	55,4	224	11,3	66,7	177,5
04.12.1998	29413,9	172,2	378,7	154,7	326,9	671,3
01.01.1999	29652	238,1	470,6	91,9	330	806,2
01.02.1999	29663,7	11,7	525	54,4	66,1	89,5
01.03.1999	29710,3	46,6	593,5	68,5	115,1	208,3
01.04.1999	29735,7	25,4	599,5	6	31,4	82,2
01.05.1999	29737,6	1,9	602,9	3,4	5,3	9,1
01.06.1999	29737,6	0	604,4	1,5	1,5	1,5

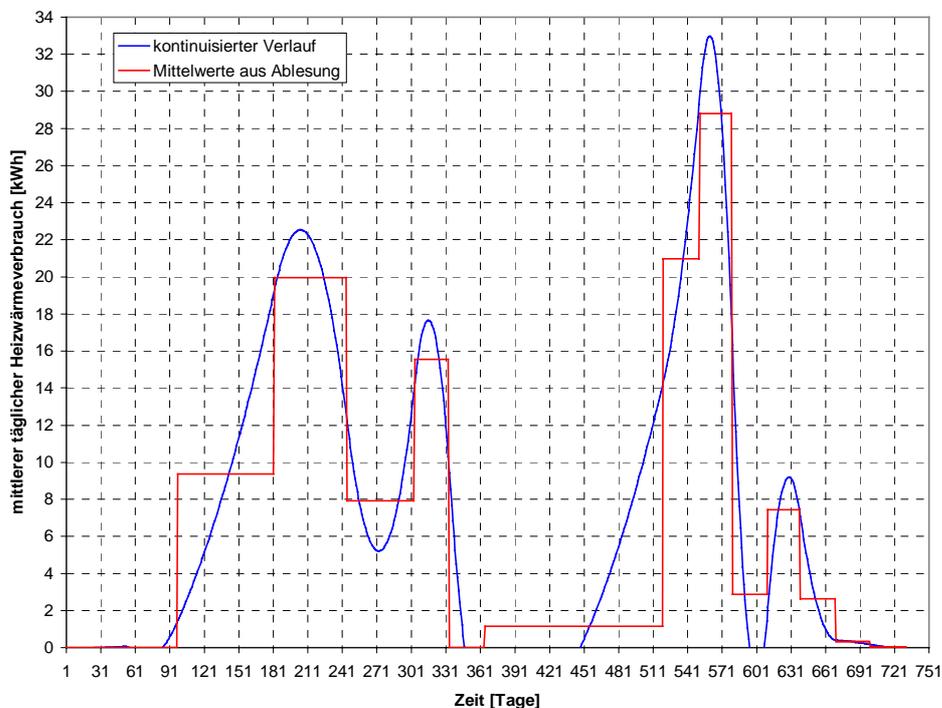


Abb. 3.8: Zeitverlauf des Heizwärmeverbrauchs (in kWh), Wohnung in Randlage DG

2.4 Exkurs: "Auswirkungen des Nutzerverhaltens auf den Heizwärmebedarf" an Hand von Simulationen von Reihenhäusern

An Hand einer Simulation eines Reihemittelhauses wurden die Auswirkungen des Nutzerverhaltens (Tag- bzw. Nachtabenkung, generelle Absenkung der Innentemperatur, Temperaturzonierung) in Zusammenhang mit der Bauweise (leichte bzw. massive Bauart) und dem Baustandard (Niedrigenergiehaus-Standard bzw. bauordnungskonform) untersucht.

Die Simulation wurde mit *EuroWAEBED* durchgeführt.

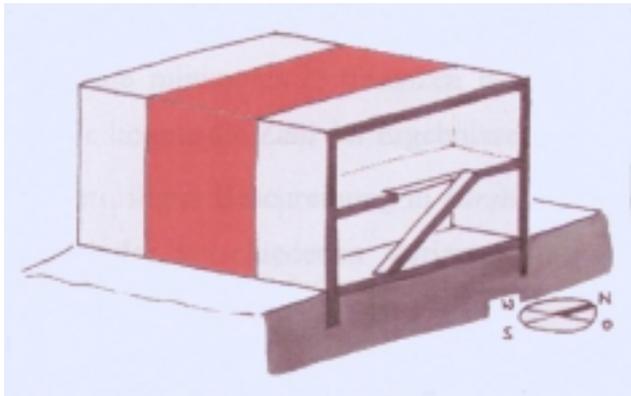


Abb. 2.9: Simulationsobjekt

Simulationsobjekt

Die Simulation wurde mit einem Reihemittelhaus (s. rote Markierung in Abb. 2.9) mit 120m² Wohnfläche über zwei Etagen ausgeführt. Auf Grund der kompakten Bauform und des guten Verhältnisses von beheiztem Volumen zur Oberfläche ist anzunehmen, daß bei einer Ausweitung der Wohnfläche unter Beibehaltung der Relationen die Ergebnisse proportional ansteigen und sich prozentuell an den Einsparungen keine großen Änderungen ergeben würden.

Für die Varianten mit zwei Temperaturzonen (1-Zonen-Modell und 2-Zonen-Modell) wurden 60% der Räume als wärmere Aufenthaltsräume, und 40% als um 2°C kühlere Nebenräume (Schlafzimmer, Gänge) definiert.

2.4.1 Berechnung von Varianten

In der Interpretation werden nur Ergebnisse gegenübergestellt, die, bis auf den zu vergleichenden Faktor, idente Eingabedaten aufweisen. Somit sind die angeführten Ergebnisse unmittelbar miteinander vergleichbar.

Variante mit zwei unterschiedlichen Temperaturzonen

1-Zonen Modell: Das ganze Haus bildet eine durchgehende Temperaturzone, innenliegende Wände oder offenstehende Innentüren bleiben ohne Auswirkung.

2-Zonen Modell: 60 % des Luftvolumens im Haus haben die gleiche Temperatur wie im Ein-Zonen-Modell, 40 % sind auf eine um 2°C niedrigere Sollinnentemperatur eingestellt.

Die Annahmen zu dieser Variation entsprechen einer sehr häufig angewandten Situation, in der Nebenräume, Gänge und meist das Elternschlafzimmer weniger geheizt werden als Aufenthaltsräume (Wohnzimmer, Kinderzimmer). Wenn die Wärmeübertragung durch offene Türen etc. weitgehend vermieden wird, kann der Heizwärmebedarf durchaus verringert werden.

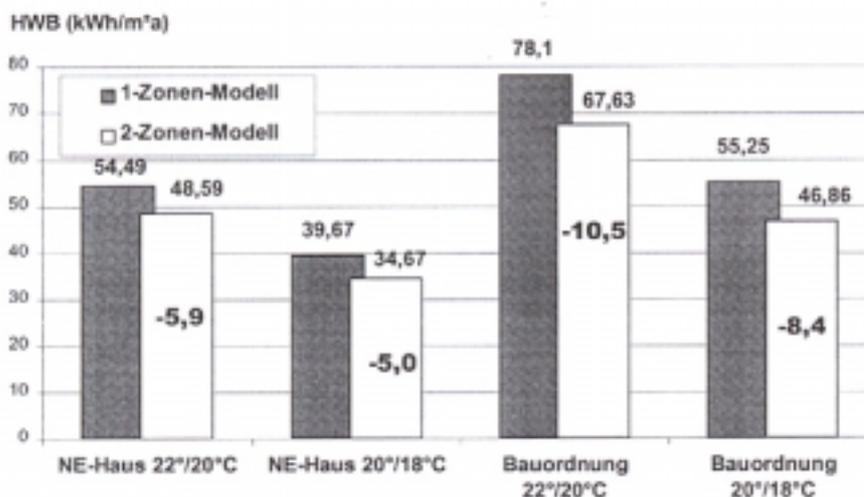


Abb. 2.10: Heizwärmebedarf im 1-Zonen und 2-Zonen-Modell

Die Einsparungen in der Simulation betragen zwischen 5,0 und 10,5 kWh/m²a. Die Zonierung in Aufenthaltsräume und Nebenräume mit geringerer Temperatur macht nur Sinn, wenn die Zonierung zeitlich nicht unterbrochen wird.

Generelle Innentemperaturabsenkung um 2°C

In der Simulation wurden Innentemperaturen von 22°C, 20°C und 18°C als Ausgangswerte eingegeben. Für die Berechnung des Heizwärmebedarfs werden diese Werte als absolute Minima der Innentemperatur angenommen, die während der Betriebszeit nie unterschritten werden dürfen. Dadurch liegen die mittleren Raumlufthtemperaturen in den Räumen jeweils etwas darüber.

Tab. 2.9: Tatsächliche Innentemperaturen

Ausgangstemperatur (°C) absolutes Minimum	mittlere Raumlufthtemperatur (°C)	
	NEH	BO
22°	22,9°	22,3°
22°/20° 2-Zonenmodell	23,1°/20,7°	22,5°/20,4°
20°	21,3°	20,6°
20°/18° 2-Zonenmodell	21,5°/19,4°	21,1°/19,1°

Die niedrigste Temperatur in Aufenthaltsräumen wurde für das 1-Zonen-Modell, das dem Standard der Bauordnung entspricht, errechnet. Die Innentemperatur liegt dort im Mittel bei 20,6°C, im Niedrigenergiehaus liegt sie mit 21,3°C im angenehmen und komfortablen Bereich.

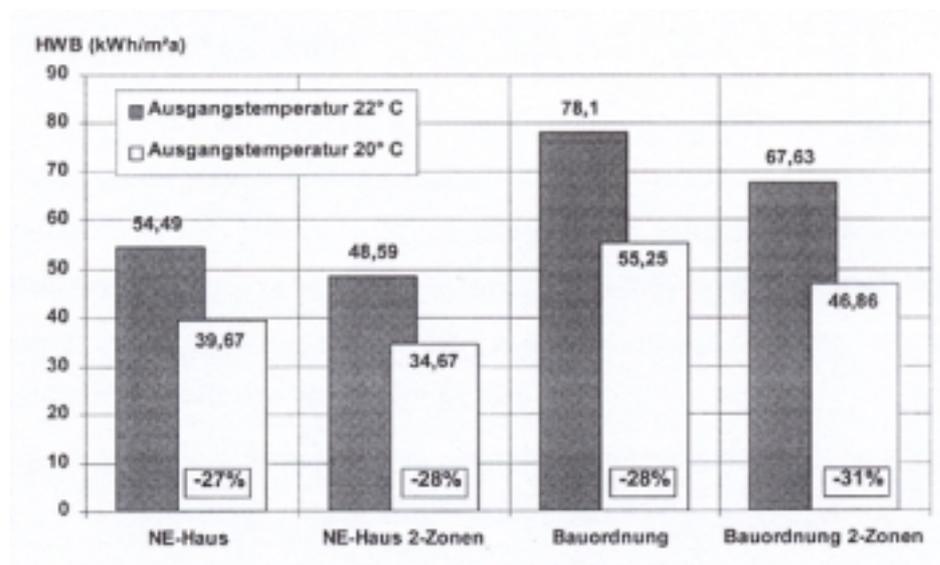


Abb. 2.11: Heizwärmebedarf bei Ausgangstemperatur 22°C und Ausgangstemperatur 20°C

Die mit einer bewusste Senkung der Innentemperatur verbundenen Einsparungen sind sehr groß.

In der Simulation des 1-Zonen-Niedrigenergiehaus fielen die Werte des HWB von 54,59 auf 39,67 kWh/m²a, das bedeutet eine Einsparung von 14,8 kWh/m²a oder 27 %. Im Falle einer schweren Bauweise wären es im selben Haus ebenfalls minus 14,8 kWh/m²a. Im Haus nach Bauordnungskriterien bringt die Absenkung eine Ersparnis von 22,85 kWh/m²a oder 28 %.

Im 2-Zonen-Niedrigenergiehaus beträgt die Einsparung 13,9 kWh/m²a oder 28 %, im Haus nach der Bauordnung 20,8 kWh/m²a.

Verglichen mit allen gegenübergestellten Simulationsvarianten (z. B. Tag-Nacht-Absenkung) sind die Ergebnisse bei genereller Absenkung der Innentemperatur weit besser.

Tagabsenkung, Nachtabsenkung oder gleichbleibende Temperatur / lange Öffnungszeiten der Balkontür

Die Fragestellung bei dieser Annahme war, wie groß das Einsparungspotential durch eine tageszeitliche Temperaturabsenkung tatsächlich sein kann.

Erwartungsgemäß sind die Effekte beim Niedrigenergiehaus mit Einsparungen von 4 - 4,5 % geringer als beim Haus nach Bauordnung mit 4,5 - 7 %. Die Unterschiede des Einsparungspotentials sind durch die geringeren Transmissions- und Lüftungswärmeverluste des Niedrigenergiehauses zu erklären.

Im Alltagsverhalten wurde festgestellt, daß durch ungünstiges Verhalten der Heizwärmebedarf stark gesteigert werden kann. Beim Gefühl der Überhitzung wird manchmal das Fenster geöffnet anstatt die Heizung zurückzudrehen. Gemäß einer Untersuchung von Feist (1997) kann durch eine Balkontüre, die z. B. 8 Stunden in der Nacht gekippt ist, der Heizwärmebedarf um 9 kWh/m²a ansteigen, bei 24 Stunden lang gekippter Balkontüre erhöht sich der Wert gar auf 36,4 kWh/m²a.

Niedrigenergiehaus-Standard - bauordnungsgemäße Bauweise

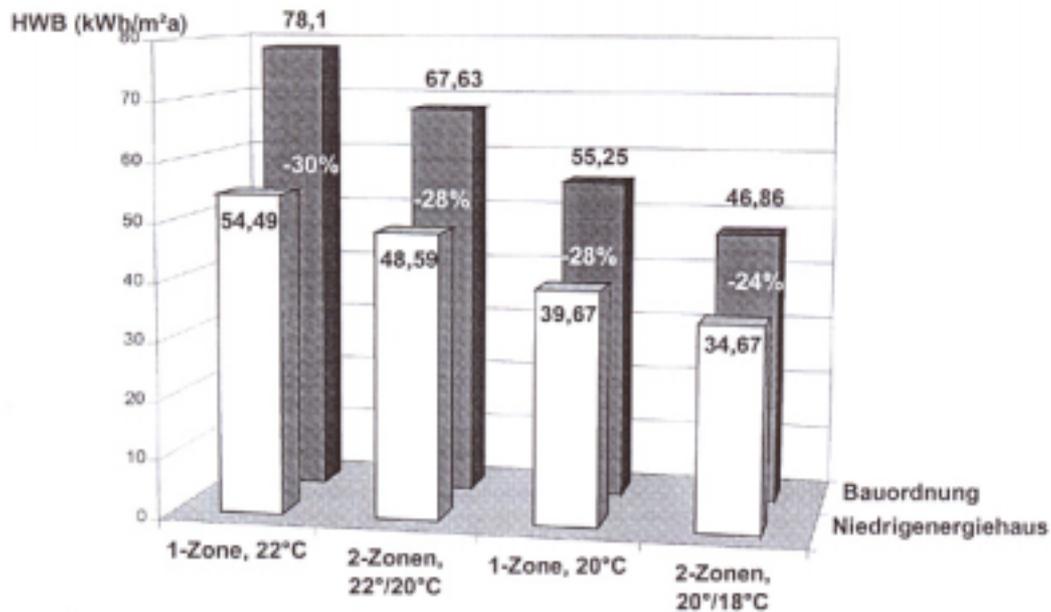


Abb. 2.12: Heizwärmebedarf für Variante Bauordnung und Niedrigenergiehaus

Im 2-Zonen-Modell zeigt sich ein Unterschied des Heizwärmebedarfs zwischen 24 % bei 20°C Sollinnentemperatur und 28 % bei 22°C. Wird das Haus nur in einer Zone betrachtet, steigt die Differenz auf 28 % bzw. 30 %. Diese an sich höhere Differenz ist aber in diesem Sinne zu relativieren, als daß das 2-Zonen-Modell 11-15 % weniger Heizwärmebedarf aufweist als das 1-Zonen-Modell.

Leichte Bauweise - Schwere Bauweise

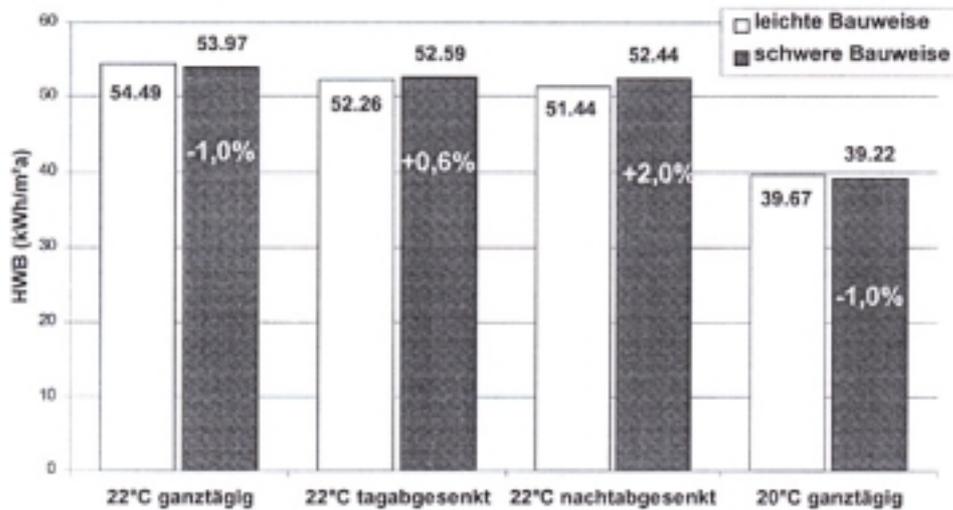


Abb. 3.13: Heizwärmebedarf bei leichter und schwerer Bauweise

Die Simulationsergebnisse dieser beiden Bauweisen sind sehr ähnlich. Die Unterschiede im Heizwärmebedarf liegen bei den vier Varianten zwischen -1 % und +2 %. Der Mehrbedarf von 2 % bei schwerer Bauweise ist dadurch zu erklären, daß bei einer Raumtemperaturabsenkung die in den Wänden gespeicherte Heizenergie an den Raum abgegeben wird. Diese Wärme muss zum Erreichen der Innenraumsolltemperatur wieder aufgebracht werden. In massiven Wänden ist mehr Wärme gespeichert als in Leichtbauwänden. Die Aufheizzeit verlängert sich somit im massiven Haus. Die Senkung des Heizwärmebedarfs resultiert aber aus der Temperaturdifferenz zwischen innen und außen, die durch lange Aufheizzeiten nur während kürzerer Zeit wirksam wird.

Die Speichermassen, die den Unterschied in dieser Variante der Simulation ausmachen, haben kaum Einfluss auf den Heizwärmebedarf. Auswirkungen, die durch die Bauweise beeinflusst werden, sind aber sicherlich bei der Sommertauglichkeit zu erwarten. Speichermassen nehmen vorübergehend überschüssige Wärme aus dem Raum auf und geben diese später wieder ab. Die Temperaturspitzen können so gemindert werden.

2.4.2 Simulationsergebnisse im Detail

Tab. 2.10: Simulationsergebnisse im Detail

Kürzel	HWB [kWh/m2a]	Bemerkung
neh1vli	54,49	Lienz/NEH/Leichtbau/ganztägig 22°
neh1vdi	52,26	Lienz/NEH/Leichtbau/22°/ von 7-17.00 abgesenkt
neh1vni	51,44	Lienz/NEH/Leichtbau/22°/ von 21-7.00 abgesenkt
neh1xli	48,59	Lienz/NEH/Leichtbau/2 Temperaturzonen 22°/20°
neh1xdi	46,60	Lienz/NEH/Leichtbau/2 Temperaturzonen 22°/20°/von 7-17.00 abgesenkt
neh1xni	46,40	Lienz/NEH/Leichtbau/2 Temperaturzonen 22°/20°/von 21-7.00 abgesenkt
neh2vli	53,97	Lienz/NEH/schwere Bauweise/ganztägig 22°
neh2vdi	52,59	Lienz/NEH/schwere Bauweise/22°/von 7-17.00 abgesenkt
neh2vni	52,44	Lienz/NEH/schwere Bauweise/22°/von 21-7.00 abgesenkt
neh1vkb	54,17	Klagenfurter Becken/NEH/Leichtbau/ganztägig 22°
neh1vtdi	52,02	Klagenfurter Becken/NEH/Leichtbau/22°/ von 7-17.00 abgesenkt
neh1vknb	51,28	Klagenfurter Becken/NEH/Leichtbau/22°/ von 21-7.00 abgesenkt
neh1vmi	55,69	Mieming/NEH/Leichtbau/ganztägig 22°
neh1vtdi	53,33	Mieming/NEH/Leichtbau/22°/ von 7-17.00 abgesenkt
neh1vni	52,52	Mieming/NEH/Leichtbau/22°/ von 21-7.00 abgesenkt
neh1wli	39,67	Lienz/NEH/Leichtbau/ganztägig 20°
neh1wtdi	37,94	Lienz/NEH/Leichtbau/20°/von 7-17.00 abgesenkt
neh1wnli	37,49	Lienz/NEH/Leichtbau/20°/von 21-7.00 abgesenkt
neh1yli	34,67	Lienz/NEH/Leichtbau/2Temperaturzonen 20°/18°
neh1ytdi	33,12	Lienz/NEH/Leichtbau/2 Temperaturzonen 20°/18°/von 7-17.00 abgesenkt
neh1ynli	33,14	Lienz/NEH/Leichtbau/2Temperaturzonen 20°/18°/von 21-7.00 abgesenkt
neh2wli	39,22	Lienz/NEH/schwere Bauweise/ganztägig 20°
bo1vli	78,10	Lienz/BO-gemäß/Leichtbau/ganztägig 22°
bo1vtdi	74,35	Lienz/BO-gemäß/Leichtbau/22°/ von 7-17.00 abgesenkt
bo1vnli	72,84	Lienz/BO-gemäß/Leichtbau/22°/ von 21-7.00 abgesenkt
bo1xli	67,63	Lienz/BO-gemäß/Leichtbau/2 Temperaturzonen 22°/20°
bo1xtdi	64,55	Lienz/BO-gemäß/Leichtbau/2 Temperaturzonen 22°/20°/von 7-17.00 abgesenkt
bo1xnli	63,83	Lienz/BO-gemäß/Leichtbau/2 Temperaturzonen 22°/20°/von 21-7.00 abgesenkt
bo1wli	55,25	Lienz/BO-gemäß/Leichtbau/ganztägig 20°
bo1wtdi	52,47	Lienz/BO-gemäß/Leichtbau/20°/von 7-17.00 abgesenkt
bo1wnli	51,63	Lienz/BO-gemäß/Leichtbau/20°/von 21-7.00 abgesenkt
bo1yli	46,86	Lienz/BO-gemäß/Leichtbau/2Temperaturzonen 20°/18°
bo1ytdi	44,57	Lienz/BO-gemäß/Leichtbau/2 Temperaturzonen 20°/18°/von 7-17.00 abgesenkt
bo1ynli	44,27	Lienz/BO-gemäß/Leichtbau/2Temperaturzonen 20°/18°/von 21-7.00 abgesenkt

ERKLÄRUNG DER ABKÜRZUNGEN:

neh Niedrigenergiehaus-Standard, 38% der Südfassade verglast, Verglasung $U=0,9W/m^2K$
bo Bauordnungskonform, 28% der Südfassade verglast, Verglasung $U=1,1W/m^2K$

1 leichte Bauweise (Wand: Holzständerkonstruktion, eingeblasene Wärmedämmung)
2 schwere Bauweise (Wand: Hochlochziegel, Thermoputz)

v 22°C minimale Raumtemperatur in allen Räumen
x 22°C minimale Raumtemperatur n Wohnräumen, 20°C in Nebenräumen
w 20°C minimale Raumtemperatur in allen Räumen
y 20°C minimale Raumtemperatur n Wohnräumen, 18°C in Nebenräumen

- ganztägig beheizt
t tagsüber abgesenkt (7.00 - 17.00)
n nachts abgesenkt (21.00 - 7.00)

li Standort: Lienz, Osttirol, 675m Seehöhe, sonnenreiches Gebiet.
kb Standort: Klagenfurter Becken, Kärnten, 446m Seehöhe, nebelreiches Gebiet.
mi Standort: Mieming, Innsbrucker Mittelgebirge, Tirol, 807m Seehöhe, im Winter sehr sonnig.

3. Detaillierte Ergebnisse

Für jedes untersuchte Projekt wird im folgenden ein Datenblatt, die Ergebnisse der Simulationsrechnungen und die qualitative Auswertung der Befragung dargestellt.

Datenblätter

Eine kurze Beschreibung des Energiekonzeptes, der Konstruktion und der Haustechnik sowie eine Auflistung des Aufbaus und der U-Werte der wichtigsten Gebäudeteile verschaffen einen Einblick in die Struktur der Projekte.

Ergebnisse der Simulationsrechnungen

Für die Berechnungen wurde das Programmpaket *EuroWAEBED* verwendet. Die rechnerischen Ergebnisse befassen sich in erster Linie mit Berechnung und Interpretation des Heizwärmebedarfs unter verschiedenen Nutzungsszenarien wie der Normnutzung, Normnutzung bei 22°C, Nutzung gemäß Angaben im Fragebogen. Die Simulationsergebnisse werden in einer Abbildung übersichtlich grafisch dargestellt und anschließend interpretiert.

Qualitative Auswertungen

In diesem Teil werden Aspekte wie Motive für den Einzug / den Hausbau, die Zufriedenheit mit den eingesetzten Technologien, das Nutzerverhalten auf qualitative Weise und die Nutzerinformation behandelt. Dieser Teil basiert vor allem auf den Auswertungen der qualitativen Interviewteile, zu einem geringen Teil werden auch Daten aus den Erhebungsbögen berücksichtigt.

3.1 Haus Caldonazzi

6820 Frastanz, Fertigstellung 1996
Ing. Richard Caldonazzi



Das Gebäude umfaßt insgesamt 180 m² Nutzfläche und ist auf einer Seehöhe von 700m in südwest-orientierter Hanglage errichtet. Es beherbergt im Erdgeschoß das Grafikbüro und im Obergeschoß die Wohnung des Bauherrn.

Energiekonzept: Das Konzept des Hauses beruht einerseits auf Verlustminimierung der Transmissionswärmeverluste durch sehr gute Dämmung und kompakte Bauweise und andererseits auf passiver und aktiver Sonnenenergienutzung. Die passiven Sonnenenergieeinträge durch großzügige Verglasung im Süden, werden im Innenraum durch Lehmwände gespeichert. Vertikale Sonnenkollektoren zur aktiven Sonnenenergienutzung sind in die Fassade integriert.

Konstruktion: Das Gebäude wurde in Massivbauweise mit Wärmedämmverbundsystem errichtet (18cm Ziegelmauerwerk mit 35cm Korkdämmung verklebt). Die Südseite besteht aus einer Riegelkonstruktion mit vorgesetzter Glasfassade und integrierten Kollektoren. Die Innenwände sind ebenfalls aus einer Riegelkonstruktion mit Lehmausfachung gefertigt.

U - Werte:

Außenwand: 0,10 W / m²K

Kellerdecke: 0,14 W / m²K

Dach: 0,11 W / m²K

Verglasung: 0,40 W / m²K 3 - fach Wärmeschutzverglasung mit Xenonfüllung, Fensterrahmen mit vorgesetzter Dämmung

Bauwerkskosten: 19.500 ÖS / m² WNF

Haustechnik:

HWB: 13 kWh / m²a - 13,4 kWh / m²a (Simulation mit WAEBED)

Heizung: Mechanisches Lüftungssystem mit Wärmerückgewinnung und Erdwärmetauscher. Die Zuluft wird aus dem 3000 Liter solaren Pufferspeicher über einen Wasser/Luft - Wärmetauscher nachbeheizt.

Lüftung: Kontrolliertes Be- und Entlüftungssystem mit Erdwärmetauscher zur Vorwärmung der Zuluft in 3 Strängen unter dem Haus, Plattenwärmetauscher mit 90 % Wirkungsgrad.

Solaranlage: Solare Warmwasseraufbereitung mittels 17m² Kollektoren und 500 Liter Warmwasserspeicher mit Ladepriorität und im Bedarfsfall mittels elektrischem Nachheizregister. Solarer Deckungsgrad: 80 %

Rechnerische Untersuchung der Nutzereinflüsse auf den Heizwärmebedarf

Modellierung

Das Gebäude wird in drei Temperaturzonen, das Atelier, die Wohnung und den Keller aufgeteilt. Wohnung und Atelier sind beheizt, unterscheiden sich jedoch in Hinblick auf die Nutzung (Personenbelegung; Betrieb von Beleuchtung und Geräten). Der Keller ist unbeheizt.

Simulation

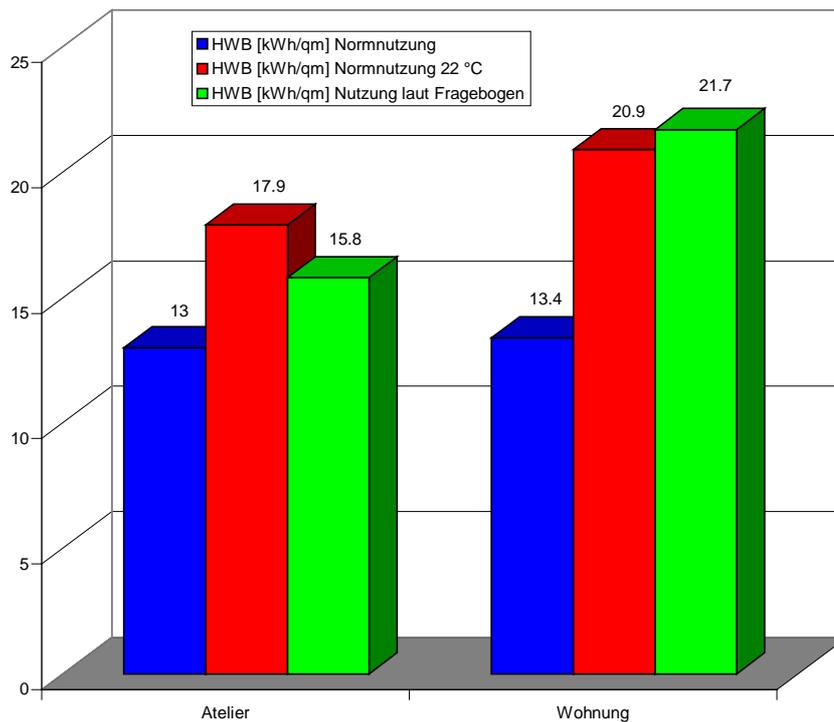


Abb. 3.1: Mittels Simulation errechnete bruttoflächenbezogene Heizwärmebedarfs-Werte unter Annahme unterschiedlicher Nutzungsbedingungen.

Interpretation

- Der Einfluß der per Fragebogen erhobenen Nutzungsdaten auf das Berechnungsergebnis ist erheblich.
- Das Anheben der mittleren Innenlufttemperatur von 20 °C auf 22 °C bewirkt bei Normnutzung eine Erhöhung des Heizwärmebedarfes von 37 % sowohl im Atelier wie auch im Wohnbereich.
- Laut den im Fragebogen festgehaltenen Angaben entspricht die Innenlufttemperatur von 22 °C der für das Atelier eingestellten Soll-Temperatur; für den Wohnbereich wird sogar 23 bis 24 °C angegeben.
- Die niedrigeren Heizwärmebedarfs-Werte des Ateliers sind zum Einen in der hohen Wärmeabgabe der Bürogeräte begründet. Zum Anderen ist das Atelier durch seine Lage

im Gebäude (EG) im Vergleich zum Wohnbereich (OG) in Hinblick auf die Transmissionswärmeverluste begünstigt.

Qualitative Auswertung

Datengrundlage

Mit dem Bauherrn und Bewohner wurde im April 2000 ein qualitatives Interview geführt. Weiters werden Informationen aus einem Interview, das mit dem Architekten und Bruder des Bauherrn geführt wurde, berücksichtigt.

Motive (dieses Haus mit diesem Technologiemix zu errichten)

Für den Bauherrn stand als Motiv, überhaupt ein Haus zu bauen, die Steigerung der Lebensqualität im Mittelpunkt. Darunter sind Zusammenlegung von Arbeiten und Wohnen, mehr Flexibilität im Arbeitsbereich sowie intensiveres Natur- und Lichtelebnis durch die großzügige Südverglasung subsumiert. Aufgrund der ökologischen Sensibilisierung sowohl des Bauherrn als auch des Architekten, der sich schon längere Zeit vor Baubeginn mit dem Bau von Niedrigenergiehäusern beschäftigte, stand von Beginn des Bauprojekts an fest, ein „ökologisches Haus“ zu bauen. Im Lauf des Planungsprozesses fiel dann die Entscheidung, ein Passivhaus zu bauen. Daß sich in der Sichtweise des Bauherrn die Energieeffizienz der Lebensqualitätssteigerung eindeutig unterzuordnen hat, bringt folgendes Zitat zum Ausdruck:

„Ich war da bei der Passivhaustagung in Kassel. In Kassel war ich eingeladen, und eben wie mein Bruder seine Zahlen vorgelegt hat, wie ich wohnen muß und wie das ganze – ich hätte es nicht gebaut, das hätte mich abgeschreckt. Also das ist einfach das Lebensgefühl, das muß positiv sein, also die Lebensqualitätssteigerung.“⁸

Zufriedenheit

- mit der Wohnsituation und den eingesetzten Energietechnologien

Die Zufriedenheit des Bauherrn mit dem Gebäude als Gesamtheit einschließlich dem Energiesystem ist sehr hoch: *„Ich würde gar nicht mehr anders wohnen wollen, für mich ist das Gebäude absolut in die Richtung.“*

⁸ Bei den kursiven, zwischen Anführungszeichen stehenden Texten handelt es sich um Zitate aus den Interviews mit dem Bauherrn.

Die bereits unter „Motive“ angeführten Punkte wie Zusammenlegung von Arbeiten und Wohnen sowie intensives Natur- und Lichteleben durch die großflächige Südverglasung sind zur vollen Zufriedenheit des Bauherrn verwirklicht. Wichtig ist ihm auch die Flexibilität in der zukünftigen Nutzung, da die Lage von Zwischenwänden relativ leicht verändert werden kann und das Erdgeschoß rollstuhlgerecht ausgelegt ist, was für das Wohnen im Alter nach Ansicht des Nutzers wichtig werden kann.

Störende Aspekte an der Anlage für die kontrollierte Wohnraumlüftung, die von Bewohnern in anderen Gebäuden oft angeschnitten werden, spielen für den Bauherrn keine Rolle. Im Gegenteil, die Lüftungsanlage wird sehr positiv bewertet: *„Die kontrollierte Be- und Entlüftung ist also wirklich eine Lebensqualitätssteigerung.“* Besonders hervorgehoben wird vom Bauherrn, daß durch die Lüftungsanlage eine ständige Frischluftzufuhr stattfindet und die Luft außerdem staubfreier ist als ohne Lüftungsanlage. Aspekte wie relativ hohe Temperaturen in Schlafräumen, geringe Luftfeuchtigkeit während der Heizperiode und Geräuschentwicklung durch die Lüftungsanlage werden nicht als störend empfunden.

Die relativ hohe Temperatur in den Schlafräumen (ca. 23 Grad) wird durch die kontinuierliche Frischluftzufuhr kompensiert. Die Luftfeuchtigkeit, die während der ersten Heizperiode gemessen wurde, ist zwar geringer als in konventionellen Häusern, stellt aber für den Bauherrn kein Problem dar. Er ist der Ansicht, daß durch die Lehmwand im Innenbereich der Feuchtigkeitsaustausch verbessert wird. Die Geräuschentwicklung durch die Lüftungsanlage ist für den Bauherrn praktisch nicht wahrnehmbar. Er meint, daß die Neonröhren, die sich auch im Wohnbereich befinden, mehr Geräusch verursachen als die Lüftungsanlage, die allerdings am Anfang lauter war und vom Lüftungstechniker auf das jetzige Maß einreguliert werden mußte.

Die einzigen zwei Punkte, die der Bauherr bei einem hypothetischen neuerlichen Bau anders machen würde, sind technische Ergänzungen zum bestehenden Konzept, und zwar einerseits eine „intelligenter“ Steuerung für Heizung, Lüftung und Tageslichtnutzung, und andererseits eine Photovoltaikanlage, auf die in erster Linie aus Kostengründen verzichtet wurde. Die intelligenter Steuerung sollte beispielsweise in der Lage sein, die Lüftung abzuschalten, wenn die Fenster geöffnet sind.

Nutzerverhalten⁹

Die Temperatur in den Wohn- und Schlafräumen wird während der Heizperiode relativ konstant auf einem Wert zwischen 23 und 24 Grad gehalten. Da nur eine relativ schwache Nachheizmöglichkeit der Zuluft über die Solaranlage besteht, wird zu Zeiten hohen Heizwärmebedarfs auf einen Heizlüfter zurückgegriffen, der ja nach Bedarf in den Wohnräumen oder im Büro im Erdgeschoß eingesetzt wird. Während der ersten Heizperiode verbrauchte dieser Heizlüfter 458 kWh, in den darauffolgenden Heizperioden gab es keine Messungen mehr. Die Lüftungsanlage wird das ganze Jahr betrieben.

⁹ Die qualitative Beschreibung des Nutzerverhaltens basiert hierbei auf den Äußerungen des Bauherrn.

Das Verhalten bezüglich Fensterlüftung sieht der Bauherr relativ unproblematisch: „*Ich halte nichts davon, daß man alle Fenster zumachen sollte.*“ Bei hoher Sonneneinstrahlung im Winter, wenn das Gebäude ausreichend warm ist, tendiert der Bauherr zum Öffnen der Fenster und Türen. Er achtet aber darauf, diese bei fehlender Sonneneinstrahlung wieder zu schließen. Die Ansicht, daß man Bewohner von Passivhäusern bezüglich der Fensterlüftung nicht zu sehr einschränken soll, wird auch vom Architekten und Bruder des Bauherrn geteilt.

Nutzerinformation

Die Information über Funktionsweise und Nutzung des Energiesystems bekam der Bauherr von seinem Bruder, dem Architekten. Es kann also von einem sehr direkten und unkomplizierten Informationsfluß ausgegangen werden.

3.2 Wohnhausanlage Ölzbündt

6850 Dornbirn, 1997

DI Hermann Kaufmann



Der 3-stöckige, ostwest-orientierte Geschößwohnungsbau in reiner Holzkonstruktion beinhaltet auf 940m² Wohnnutzfläche 13 Wohneinheiten und ein Büro.

Energiekonzept: Eine gut gedämmte, luftdichte Gebäudehülle wurde mit einer Lüftungs- und Heizungsanlage mit Erdreichwärmetauscher und Wärmerückgewinnung kombiniert. Zur Warmwasserbereitung wurde eine Solaranlage installiert.

Konstruktion: Ein Stützenraster bildet im Verbund mit aussteifenden Decken das statische System, die selbsttragenden Außenwände fungieren abschnittsweise aussteifend. Die vorgefertigten Außenwände sind mit 35 cm Mineralwolle gedämmt, eine Spanplatte verbindet anstelle eines sonst üblichen I - Trägers Innen - und Außenbeplankung. Aufgrund des hohen Vorfertigungsgrades konnte eine kurze Bauzeit von 5 Monaten inkl. Tiefgarage erreicht werden.

Bauteilaufbauten

Außenwand:

Stulpschalung Lärche natur
3,0 cm Konterlattung
1,2 cm Spanplatte
35,0 cm Verbundsteher (Spanplatte) e = 500
dazw. Mineralwolle
Dampfbremse
1,6 cm Spanplatte
2,5 cm Gipskartonplatte

Dachkonstruktion:

Dachfolie
1,6 cm Spanplatte
46,0 cm BSH - Rippen
dazw. Mineralwolle
Dampfbremse
1,6 cm Spanplatte
1,25 cm Gipskartonplatte

U - Werte:

Außenwand: 0,11- W / m²K

Kellerdecke: 0,12 W / m²K

Dach: 0,10 W / m²K

Verglasung: 0,70 W / m²K 3 - fach Wärmeschutzverglasung, Fensterrahmen mit vorgesetzter Dämmung

Bauwerkskosten: 17.200 ÖS / m² WNF

Haustechnik:

HWB: 1,6 kWh / m²a - 11,3 kWh / m²a (Simulation mit WAEBED)

Heizung/Lüftung: Kontrollierte dezentrale Warmluftheizung und Lüftung mit Erdreichwärmetauscher, Wärmerückgewinnung aus der Abluft mittels Kreuzwärmetauscher, Nachheizung der Luft mittels Wärmepumpe, direkte Wärmeabgabe über das Lüftungssystem (ist zugleich das Heizsystem.)

Solarthermie: 33 m² Sonnenkollektoren am Dach mit 2650 l Pufferspeicher, jährlicher Deckungsgrad 63%.

Rechnerische Untersuchung der Nutzereinflüsse auf den Heizwärmebedarf

Modellierung

Es werden drei Wohnungen der Wohnanlage betrachtet. Die Wohnungen TOP 1 und TOP 9 liegen am Rand des Gebäudes und haben nach Norden, Osten und Westen orientierte Außenwände. TOP 1 liegt im EG und grenzt mit dem Fußboden an die Tiefgarage. TOP 9 liegt unmittelbar über TOP 1 im 1. OG. Die Wohnung TOP 7 liegt im 1. OG in der Mitte des Gebäudes, ist von anderen Wohnungen umgeben und hat nach Osten und Westen orientierte Außenwände.

Simulation

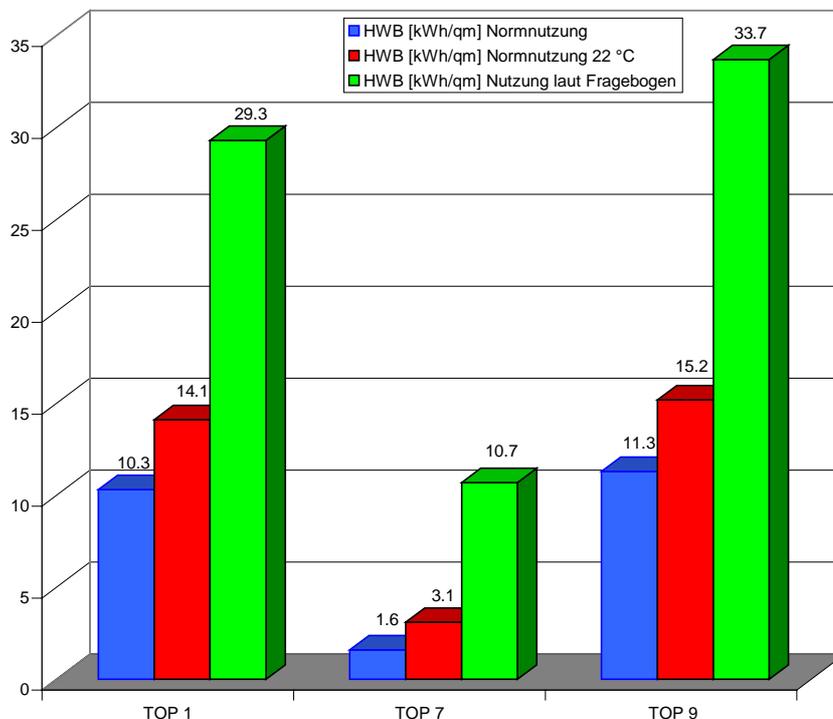


Abb. 3.2: Mittels Simulation errechnete bruttoflächenbezogene Heizwärmebedarfs-Werte unter Annahme unterschiedlicher Nutzungsbedingungen.

Interpretation

- Der Einfluß der per Fragebogen erhobenen Nutzungsdaten auf das Berechnungsergebnis ist in den drei untersuchten Wohnungen Wohnungen sehr groß.
- Die in den Fragebögen angegebene mittlere Innenlufttemperatur von 22 °C erhöht im Vergleich zu einer Soll-Temperatur von 20 °C den Heizwärmebedarf in TOP 1 um 37 %, in TOP 7 um 93 % und in TOP 7 um 34 %. Der sehr hohe prozentuelle Anstieg bei Wohnung TOP 7 ist im sehr geringen Heizwärmebedarf dieser Wohnung begründet.

- Der Heizwärmebedarf für die tatsächliche Nutzung übersteigt den für Normnutzung errechneten Bedarf in allen 3 Wohnungen um ein Vielfaches. Grund für diesen Effekt ist der Umstand, daß die Wohnungen jeweils nur von einer Person, die noch dazu selten zuhause ist, genutzt werden. Dies bedeutet nicht nur eine geringere Wärmeabgabe durch die Personenbelegung, sondern auch insbesondere eine stark reduzierte Wärmeabgabe von Beleuchtung und Geräten.
- Die inmitten des Gebäudes liegende Wohnung (TOP 7) weist im Vergleich zu den beiden am nördlichen Gebäuderand situierten Wohnungen (TOP 1 und 9) einen stark reduzierten Heizwärmebedarf auf.

Qualitative Auswertung

Datengrundlage

Mit Bewohnern der Wohnanlage Ölbündt wurden fünf qualitative Interviews durchgeführt. Folgende Tabelle bietet eine Übersicht über Merkmale der Interviews bzw. der Interviewpartner.

Interview Nr.	Geschlecht des / der Interviewten	Anzahl d. Haushaltsmitglieder	Kommentare zum Interview
1	M	1	Interviewpartner war auch Bauleiter bei der Errichtung der Wohnanlage Ölbündt
2	W	1	
3	W	1	
4	W	2	
5 (a)	M	2	Beim Interview Nr. 5 waren beide im Haushalt lebende Personen (Lebenspartner) anwesend
5 (b)	W	2	

Die Interviews wurden im April 2000 durchgeführt.

Motive (für die Wohnungswahl)

Die günstige Lage des Objekts (Ruhelage im „Grünen“, aber dennoch in Zentrumsnähe) sowie Raumaufteilung und Helligkeit der Wohnungen sind neben einem eingeschränkten Angebot am lokalen Wohnungsmarkt die wesentlichen Gründe, warum die Mieter in die Wohnanlage Ölbündt eingezogen sind. Der Umstand, daß es sich bei der Wohnanlage Ölbündt um ein Niedrigstenergiehaus¹⁰ mit speziellen Technologien handelt, spielte – abgesehen vom Fall des Bauleiters - keine Rolle für die Wohnungswahl. Von den

¹⁰ Gemäß Simulationsrechnungen liegt der Heizwärmebedarf knapp über dem Passivhausstandard.

Interviewten wurden keine Werbemaßnahmen, welche die Niedrigenergiebauweise der Wohnanlage Ölbündt hervorhoben, wahrgenommen. Die Mieter erfuhren so erst zu einem relativ späten Zeitpunkt (meist kurz vor Einzug) von den besonderen energietechnischen Eigenheiten des Gebäudes.

Zufriedenheit

- mit der Wohnsituation insgesamt

Die günstige Lage sowie die ansprechende Raumaufteilung und –atmosphäre sind die wesentlichen Faktoren, die unter den Befragten zur Wohnzufriedenheit beitragen. Insgesamt wiegen diese positiven Faktoren die weiter unten genauer beschriebenen, als Nachteile empfundenen Eigenschaften des Lüftungs- und Heizsystems, bis auf den Fall einer Befragten auf, die trotz der positiv bewerteten Lage insgesamt unzufrieden ist und bereits auf neuerlicher Wohnungssuche ist¹¹. Neben dem Energiesystem ist die Kostensituation ein weiterer Punkt, der die Zufriedenheit dämpft. Relativ niedrigen Betriebskosten stehen den als hoch empfundenen Kosten für die Miete gegenüber, die den Vorteil der niedrigen Betriebskosten kompensieren. Weiters wird von den Bewohnern kritisiert, daß bei vielen Ausführungsdetails der Wohnungen gespart wurde.

- mit den eingesetzten Energietechnologien

Drei der sechs befragten Mieter sind eher unzufrieden mit dem Energiesystem, drei sind damit eher zufrieden. Wobei auch von den eher Zufriedenen großteils die gleichen Problembereiche angeschnitten werden, diese werden aber weniger stark gewichtet. Die Problembereiche, die am häufigsten angesprochen werden, sind das als störend empfundene Geräusch der Lüftung, die sehr eingeschränkte Möglichkeit, die Temperaturen in einzelnen Räumen auf unterschiedlichem Niveau zu halten, die thermische Trägheit des Systems sowie die fehlende Möglichkeit, die Fenster bzw. Türen zu kippen¹². Weniger oft wird zu trockene Luft beklagt (zweimal), Strahlungswärme vermißt (*„... bei einer Bekannten jetzt eine ganz normale Zentralheizung, die da über Gas – glaube ich – läuft, und da habe ich heuer extrem gemerkt, die hat eine total warme Wärme“*¹³) sowie angeschnitten, daß durch den kontinuierlichen Luftstrom mehr Staub aufgewirbelt wird. Eine Mieterin beklagt, daß sie während des Schlafens bei geschlossenem Fenster nicht genug Luft bekommt¹⁴. Die Geräuscentwicklung durch die Lüftung wird beispielsweise wie folgt kommentiert:

¹¹ Gemäß Information aus dem Büro des Vermieters ist die Mieterin zum Zeitpunkt der Erstellung des Endberichts (März 2001) auch bereits ausgezogen.

¹² Die Fenster und Türen wurden technisch so ausgeführt, daß sie nicht kippbar sind, sondern nur komplett geöffnet werden können. Um dennoch eine Spaltöffnung zu erreichen, behelfen sich die Bewohner beispielsweise durch Anlehnen oder Einkeilen von Gegenständen.

¹³ Bei den kursiv in Anführungszeichen stehenden Texten handelt es sich um Zitate aus Interviews mit Bewohnern, falls nicht anders angegeben.

¹⁴ Dies könnte an einer zu trocken wahrgenommenen Luft oder auch an geringerem Luftwechsel durch verstopfte Filter liegen. Die befragte Person gab an, seit Einzug in die Wohnung (ca. 15 Monate) nie die Filter gewechselt zu haben.

- *„Vor allem in den ersten Wochen ist es so, als würde es regnen draußen. Aber dieses Geräusch ist eben allgegenwärtig und wenn man einmal zwei, drei Wochen nicht hier in der Wohnung war und kommt wieder zurück, dann fällt es halt wieder auf.“*
- *„... und diese Weitwurfdüsen, die machen natürlich einen entsprechenden Krach, an den man sich allerdings im Lauf der Zeit bis zu einem gewissen Maß gewöhnt, und ja speziell am Anfang ist es ordentlich störend.“*

Wie im letzten Zitat geäußert, tritt eine Gewöhnung an dieses permanente Geräusch ein, die Gewöhnungszeit kann aber sehr lange dauern, wie das Beispiel einer Bewohnerin zeigt, die seit einem dreiviertel Jahr in der Anlage wohnt und sich noch nicht an das Geräusch gewöhnt hat.

Bezüglich der eingeschränkten Möglichkeit, die Temperaturen in einzelnen Räumen zu regulieren, wird besonders oft der durch das installierte System nicht erfüllbare Wunsch geäußert, die Schlafräume auf niedrigerem Temperaturniveau im Vergleich zu den Wohnräumen zu halten. *„Das Schlafzimmer brauche ich nicht auf 23 Grad. [...] Jetzt sollte ich dort fast lüften, oder wenn ich abschalte, dann habe ich aber in der Früh im Wohnzimmer wieder kalt.“*

Die geringe Luftfeuchtigkeit während der Heizperiode wird für die häufigere Erkrankung eines Kindes verantwortlich gemacht: *„Sie ist eigentlich nicht empfindlich, aber sie war am Anfang vom Winter, war sie dann ständig krank, bis sie sich daran gewöhnt hat. Und hier feuchte Lappen aufhängen und diese ganzen Sachen, also das finde ich nicht unbedingt angenehm.“* Ein komfortverbessernder Aspekt der Lüftung wird nur vom Bauleiter (und Bewohner) hervorgehoben: *„Im Gegenteil, wenn es im Sommer draußen eine schwüle Luft hat, dann bin ich da zur Tür hinein und da war es so richtig frisch und angenehm von der Temperatur her.“*

Nutzerverhalten¹⁵

Bezüglich des Nutzerverhaltens ist zu erwähnen, daß die Forderung, während der Heizperiode nicht mit den Fenstern zu lüften, von allen bis auf eine Befragte weitgehend eingehalten wird. Es handelt sich dabei - wie bereits oben erwähnt - um den Fall jener Frau, die nachts bei geöffneter Balkontür schläft, weil sie empfindet, sonst zuwenig Luft zu bekommen, aber auch gleichzeitig in der Nacht die kontrollierte Lüftung eingeschaltet läßt. Am nächsten Tag läuft dann entsprechend lang der eigentlich als Notheizkörper installierte Zusatzheizkörper, um die Wohnung wieder auf Komforttemperatur zu bringen. Neben dieser extremen Variante, die Vorgaben an das Nutzerverhalten nicht einzuhalten, gibt es die gemäßigte Variante einer anderen Bewohnerin: *„Oder wenn es im Zimmer zu warm war, bevor man ins Bett gegangen ist. Dann habe ich halt eine viertel Stunde lang gelüftet. [...] und wenn hier herinnen geraucht worden ist, wenn Besuch da war, dann hat man auch gelüftet, hinterher.“*

¹⁵ Die qualitative Beschreibung des Nutzerverhaltens basiert hierbei auf den Äußerungen der Befragten.

In der Übergangszeit bei Schönwetter dominiert die Fensterlüftung, wobei von den Bewohnern zumindest behauptet wird, dann auch die Lüftungsanlage auszuschalten. Generell ist bei den Befragten die Tendenz zu beobachten, die Lüftungsanlage außerhalb der Heizperiode auszuschalten. In einem Fall wird die Lüftungsanlage in der Nacht meistens ausgeschaltet, um der Geräuschbelästigung zu entgehen, und die Tür zwischen Schlaf- und Wohnzimmer offengelassen, was durch das erhöhte Luftvolumen offenbar für eine als ausreichend frisch empfundene Luft genügt.

Der Umgang mit dem im Wohnraum befindlichen Steuerungsgerät, das im Prinzip von Aussehen und Funktion einem konventionellen Raumthermostat ähnelt, gestaltet sich für die einzelnen Bewohner erwartungsgemäß unterschiedlich. Entweder wird die gleiche Einstellung über die ganze Heizperiode beibehalten, was auch an einer Unkenntnis über den Umgang mit dem Gerät liegt: „...und sie [die Mitbewohnerin] hat das immer geregelt und ich habe daher überhaupt nichts gemacht und jetzt kann ich es natürlich nicht, weil sie wieder ausgezogen ist.“. Technisch interessierte bzw. experimentierfreudigere Bewohner versuchen eher, die Regelungsmöglichkeiten des Geräts auszunutzen. Es ist möglich, verschiedene Programme (z.B. Nachtabsenkung, Urlaubsprogramm) zu realisieren, wobei die Bewohner bei Mieterversammlungen davon informiert wurden, daß von längeren Absenkphasen während der Heizperiode Abstand zu nehmen ist, da bei gleichzeitiger längerer Abwesenheit und Absenkung in mehreren Wohneinheiten die Gefahr besteht, daß das ganze Gebäude zu stark auskühlt.

Der Filterwechsel für das pro Wohneinheit individuelle Lüftungsgerät obliegt den Bewohnern, wobei die Austauschintervalle in der Praxis zumeist etwas größer sind als die empfohlenen, in einem Fall kam es seit Bezug der Wohnung (vor ca. einem Jahr) noch nie zum Filterwechsel.

Maßnahmen zur Nutzerinformation und -schulung

Vor dem Erstbezug der Wohnungen gab es eine Informationsveranstaltung, bei der von den Heizsystemplanern das technische System vorgestellt, sowie auf die simulierten Heizenergiebedarfswerte und mögliche Abweichungen durch unterschiedliches Nutzerverhalten eingegangen wurde. Seitdem gibt es im Jahresabstand ähnliche Informationsveranstaltungen, bei der die tatsächlichen Heizenergieverbräuche der einzelnen Wohneinheiten vorgestellt und den berechneten gegenübergestellt werden, die Abweichungen durch Nutzerverhalten thematisiert werden und natürlich auch die Möglichkeit besteht, Fragen zum System, zum Verhalten etc. zu stellen.

Bei Mieterwechsel nach Erstbezug erfolgt eine kurze Einschulung durch eine Vertrauensperson der Hausverwaltung, oft durch den in der Anlage wohnenden ehemaligen Bauleiter. Schriftliche Information wird auf den bereits oben erwähnten Mieterversammlungen ausgegeben, diese Informationen bestehen in erster Linie in graphischen Darstellungen der Energieverbräuche pro Wohneinheit (Balkendiagramme) im Vergleich mit den errechneten Verbrauchswerten. Darüber hinaus gibt es eine schriftliche

Erläuterung des Heizsystems und eine Gebrauchsanweisung für das Wohnraumsteuergerät. Von einem der zuständigen Heizsystemplaner des Haustechnikbüros, der auch an der Erstellung der Informationsbroschüren mitgewirkt hat, kommt die selbstkritische Anmerkung: *„Das kommt jetzt schon an, sagen wir einmal so, die Leute in Ötzbünd lesen es sich wahrscheinlich auch zum Teil also da durch, aber so das was man da wirklich braucht, das gibt es noch nicht so wirklich.“*, andererseits weist er auf die Notwendigkeit hin, die Systeme möglichst einfach und selbsterklärend zu machen: *„Es gibt durchaus die These, vom Feist ist sie glaube ich, ja, der also sagt, das Ding muß einfach funktionieren, ohne daß man große Bedienungsanleitungen braucht.“*

Auswirkungen der Maßnahmen zur Nutzerinformation und –schulung

Grundsätzlich liegt es an den Mietern, wie sie das Informationsangebot nutzen, einerseits durch Anwesenheit bei den Mieterversammlungen, andererseits besteht jederzeit die Möglichkeit, dem ehemaligen Bauleiter, der in der Anlage wohnt, Fragen zu stellen. Durch unterschiedliches technisches Vorwissen und Interesse und unterschiedliche Nutzung des Informationsangebots entsteht ein Informationsgefälle bezüglich des Verständnisses der Anlage und der Bedienung derselben. Der grundlegende Umstand, daß während der Heizperiode mit den Fenstern nicht gelüftet werden sollte, ist aber durchaus allen Befragten bewußt, auch wenn sie sich trotzdem nicht immer daran halten, was eine Befragte so ausdrückt: *„Ich merke wohl, daß ich das gar nicht richtig ausnütze, weil ich die Türe wieder aufmache und die Lüftungsanlage ist eingeschalten, das dürfte man normalerweise nicht.“*

Bezüglich der Verwendung des Wohnraumsteuergeräts herrscht ein relativ großes Informationsgefälle innerhalb der Bewohner der Anlage (siehe auch oben unter „Nutzerverhalten“).

Durch die regelmäßig stattfindenden Mieterversammlungen wird bezüglich Nutzerinformation ein durchaus engagiertes Konzept verfolgt. Ein offener Punkt ist jedoch, wie Mieter erreicht werden können, die das Informationsangebot nicht nutzen. Weiters sollte das Wechseln der Filter von Zeit zu Zeit durch eine Vertrauensperson im Haus kontrolliert werden.

3.3 Reihenhäuser Batschuns

6832 Batschuns, 1996 - 1997

DI Walter Unterrainer



Die Reihenanlage besteht aus einem 2 – geschossigen und einem 3 - geschossigen Block, insgesamt 6 Häuser mit einer Gesamtwohnnutzfläche von 780 m².

Energiekonzept: Durch besonders gute Dämmung, kompakte Gebäudeform und ein mechanisches Lüftungssystem wurde der Heizwärmebedarf minimiert, so daß über das Lüftungssystem geheizt werden kann. Die Nachheizung erfolgt über eigens entwickelte Kleinstwärmepumpen.

Konstruktion: Die Anlage wurde in Mischbauweise mit Tonziegelschotten mit Betondecken errichtet. Außenwände aus Hohlblockziegeln mit vorgefertigten Holzelementen und 18 cm starken Polyurethandämmung. Flachdach aus vorgefertigten Holzkonstruktion mit 26cm Isocell-Dämmung, außen 4 cm PU-Schaum zur Vermeidung von Wärmebrücken und einer Bitumenkautschukfolie (Resitrix).

Bauteilaufbauten

Ost- und Westwand:

2,4 cm vertikale Lärchenschalung
0,3 cm Lattung / Hinterlüftung
4,0 cm Konterlattung / Kork
6,0 cm PU- Schaumplatten zw. Lattung
1,8 cm Holzspan - Flachpressplatte
6,0 cm PU - Hartschaumplatte zw. Lattung
6,0 cm PU - Hartschaumplatten zw. Lattung
18,0 cm Hochlochziegel - Sichtmauerwerk für Anstrich

Dachkonstruktion:

0,4 cm Kautschukfolie Resitrix
4,0 cm PU-Hartschaumplatte
1,9 cm 3-Schichtholzplatte, Fichte
30,0 cm Zellulosefaserdämmung
Dampfsperre
1,9 cm 3-Schichtholzplatte, Fichte
Sichtqualität

U - Werte:

Außenwand: 0,11 W / m²K

Kellerdecke: 0,10 W / m²K

Dach: 0,11 W / m²K

Verglasung: 0,50 W / m²K

Bauwerkskosten: 19. 500 ÖS / m² WNF

Haustechnik:

HWB: 8,4 kWh / m²a - 11,8 kWh / m²a (Simulation mit WAEBED)

Heizung: Nutzung des Lüftungssystems als Wärmeverteilsystem. Lufterwärmung mittels Erdwärmetauscher, Wärmerückgewinnungsaggregat und Luft-/Luftwärmepumpe.

Lüftung: Kontrollierte Be- und Entlüftung. Erdreichwärmetauscher (ca. 35 lm) zur Luftvorwärmung, zwei serielle Doppelplattenwärmetauscher, Rückwärmezahl ca. 85%.

Rechnerische Untersuchung der Nutzereinflüsse auf den Heizwärmebedarf

Modellierung

Das untersuchte Reihenhaus wird zur Gänze modelliert, wobei die vier Häuser jeweils als eine Temperaturzone angesetzt werden. Die Werkstatt geht als unbeheizter Pufferraum ein. Die Häuser TOP 1 und TOP 4 liegen am Rand des Reihenhauses. Bei den Häusern TOP 2 und TOP 3 handelt es sich um Mitteltypen. Da für das Haus TOP 2 keine Befragungsergebnisse vorliegen, wird dieses unter der Annahme des Vorliegens normgemäßer Nutzung mitsimuliert, die Ergebnisse jedoch nicht ausgewertet.

Simulation

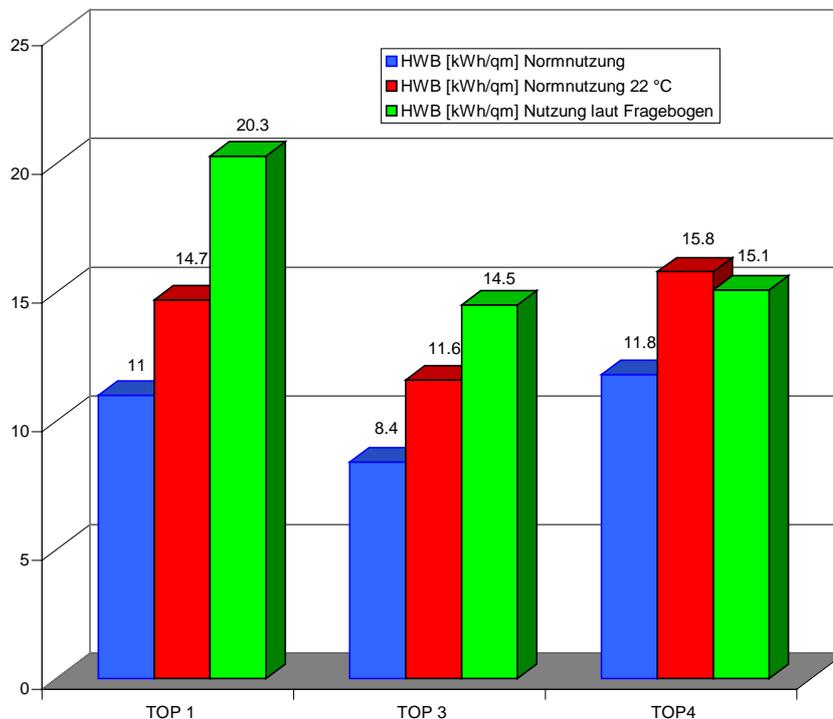


Abb. 3.3: Mittels Simulation errechnete bruttoflächenbezogene Heizwärmebedarfs-Werte unter Annahme unterschiedlicher Nutzungsbedingungen.

Interpretation

- Der Einfluß der per Fragebogen erhobenen Nutzungsdaten auf das Berechnungsergebnis ist in den 3 untersuchten Wohnungen erheblich.
- Eine mittlere Innenlufttemperatur von 22 °C erhöht im Vergleich zur normgemäßen Soll-Temperatur von 20 °C den Heizwärmebedarf in TOP 1 und TOP 4 um 34 %, in TOP 3 um 38 %. Laut den im Fragebogen festgehaltenen Angaben entspricht in den drei untersuchten Wohnungen die Innenlufttemperatur von 22 °C der vorliegenden Soll-Temperatur.

- Der im Vergleich zu den beiden Randtypen (TOP 1 und TOP 4) kleinere Heizwärmebedarf im Mitteltyp (TOP 3) tritt bei normgemäßer Nutzung (blaue Säulen) deutlich zu Tage.
- Die Rechnung unter Zugrundelegung der erhobenen Nutzungsdaten (grüne Säulen) zeigt für den Randtyp TOP 1 den mit Abstand höchsten Wärmebedarf. Der Mitteltyp TOP 3 und der Randtyp TOP 4 weisen in etwa gleichen Heizwärmebedarf auf.
- Die deutlich unterschiedlichen Heizwärmebedarfswerte der beiden Randtypen TOP 1 und TOP 4 sind auf die im Vergleich zu TOP 1 (2 Personen) sehr hohe Personenbelegung in TOP 4 (5 Personen) zurückzuführen.

Qualitative Auswertung

Datengrundlage

Mit Bewohnern der Reihenanlage Batschuns wurden vier qualitative Interviews durchgeführt. Folgende Tabelle bietet eine Übersicht über Merkmale der Interviews bzw. der Interviewpartner.

Interview Nr.	Geschlecht des/der Interviewten	Anzahl d. Haushaltsmitglieder	Kommentare zum Interview
1	M	5	Interviewter ist Ehepartner der Interviewten aus Interview 2, beide waren auch Bauleute
2	W	5	
3	W	2	
4 (a)	W	3	Beim Interview Nr. 4 waren beide Ehepartner anwesend
4 (b)	M	3	

Die Interviews wurden im April 2000 durchgeführt.

Motive

für die Haus- bzw. Grundstückswahl:

Das Hauptmotiv für die Haus- bzw. Grundstückswahl war die ruhige, sonnige Lage mit Ausblick auf ein beeindruckendes Gebirgspanorama. Durch die großzügige Südverglasung kann dieser Ausblick auch vom Wohnraum aus genossen werden. Eine Befragte gab an, daß für sie die energiesparende Bauweise - daß hier etwas „*Innovatives, Sinnvolles,*

*Umweltbewußtes*¹⁶ ausprobiert wurde - mit ein wichtiger Grund war. Weiters spielte eine Rolle, daß der Kauf eines Reihenhauses kostengünstiger war, als in Eigenregie ein Grundstück zu kaufen und dort ein Einfamilienhaus oder mehrere Häuser zu errichten. Die Initiatoren (spätere Bauherren /-frauen¹⁷) wollten zunächst eigentlich ein Grundstück erwerben, um dort ein Ein- oder Zweifamilienhaus zu errichten. Aufgrund der Grundstücksgröße und -kosten entstand die Idee, mehrere Wohngebäude zu errichten. Die Idee des Reihenhauskonzepts kam vom Architekten.

für das Energiekonzept:

Einer der Bauherren, mit dem auch ein Interview geführt wurde, hatte bereits eine Ausbildung als Energieberater hinter sich. Klares Ziel war daher von vornherein, ein energiesparendes Haus zu bauen. Das Sparmotiv wird vom Bauherrn als etwas, was für Vorarlberg typisch ist, herausgestrichen: *„In Vorarlberg sind alle Sparefrohs.“*

Zunächst war geplant, die Reihenhausanlage auf niedrigen Energieverbrauch auszulegen und mit einer Hackschnitzelheizung auszustatten. Inspiriert von den Vorträgen von Wolfgang Feist (Passivhaus-Institut Darmstadt) entschied man sich *„kurzerhand, ein Passivhaus zu bauen“* (Bauherr).

Zufriedenheit

- mit der Wohnsituation insgesamt

Besonders positiv auf die Wohnzufriedenheit wirkt sich die als sehr angenehm empfundene Lage aus. Daneben gibt es Aspekte, mit denen einige Befragte nicht ganz zufrieden sind. Zwei der Befragten hätten sich eine weniger verdichtete Bauweise mit mehr Intimsphäre gewünscht: *„Wenn man z.B. nur vier Häuser gemacht hätte und versetzt, [...] mehr Grundstücksfläche rundherum, hätte mich das mehr angesprochen.“* Eine Befragte hätte sich eine etwas andere Architektur gewünscht: *„Also es ist ein viereckiger Klotz sozusagen und da muß man sich erst daran gewöhnen, wenn man andere Häuser oder Architektur gewöhnt ist.“* Die Akzeptanz bzw. Wertschätzung der Architektur in der Nachbarschaft ist nicht besonders ausgeprägt, die Reihenhäuser werden in der Umgebung als „Hasenställe“ bezeichnet. Der Umstand, daß die Reihenhaussiedlung in einer abgelegenen, infrastrukturarmen Gegend liegt (*„Da hats kein Geschäft mehr, man muß hinunter nach Rankweil“*) und daher ein hoher Mobilitätsbedarf resultiert, wird zwar thematisiert, senkt aber nicht die Wohnzufriedenheit: *„Wenn man den Energiespareffekt berücksichtigt, hätten wir wahrscheinlich nicht da raufziehen dürfen, wahrscheinlich brauchen wir mit dem Auto mit der Rauf- und Runterfahrt mehr Energie, als man durch das da spart.“*

¹⁶ Bei den kursiven, zwischen Anführungszeichen stehenden Texten handelt es sich um Zitate aus Interviews mit Bewohnern, falls nicht anders angegeben.

¹⁷ Zwei Familien traten letztendlich als Bauherren /-frauen auf.

- mit den eingesetzten Energietechnologien

Es wurden von den Interviewpartnern einige störende bzw. gewöhnungsbedürftige Eigenheiten des Energiesystems angesprochen. Diese werden aber akzeptiert bzw. sind nicht ausreichend, um eine tiefergehende Unzufriedenheit mit dem Energiesystem entstehen zu lassen. Von Interesse ist die Beobachtung, daß von den beiden Bauleuten kaum störende Aspekte geäußert wurden. Von der Baufrau wird lediglich angemerkt, daß sie das Gefühl hat, relativ viel Staub im Haus zu beobachten, während der Bauherr seine Unzufriedenheit mit der Lüftungsfirma äußert, mit deren Geräten er „*nicht so glücklich*“ ist.

Von den übrigen Interviewpartnern ist eine breitere Palette an störenden bzw. gewöhnungsbedürftigen Aspekten zu erfahren. Ein Punkt ist die geringe Einflußmöglichkeit auf die Temperatur der Innenräume: „*Die Heizung ist gewöhnungsbedürftig – von dem her, daß man es generell fast nicht beeinflussen kann, wie warm oder wie kalt man es hat.*“ Der Wunsch, die Schlafzimmer kühler als die Wohnräume zu halten, läßt sich nicht realisieren, was vor allem dann Bedeutung hat, „*wenn man es gewohnt ist, in der Nacht in einem kalten Raum zu schlafen*“. Mit Fensteröffnen darf man nicht abhelfen, denn „*sonst bricht das alles zusammen.*“

Weitere wesentliche Punkte sind das langsame Aufheizen der Räume bzw. die geringe Heizleistung des Systems, die Geräuschentwicklung und die Lufttrockenheit während der Heizperiode. Die geringe Heizleistung wird so kommentiert: „*....daß man im Dezember, Jänner unter Umständen eine höhere Temperatur tolerieren muß, damit, wenn eine Woche die Sonne nicht kommt, die Wärmepumpe das noch schafft.*“

Die Geräuschentwicklung wird im Schlafbereich als störend empfunden: „*Unten hört man es nicht, aber oben ist so ein metallisches – so ein Geräusch einfach.*“ Ein weiterer negativer Aspekt, der von zwei Befragten angegeben wird, ist die als zu trocken empfundene Luft: „*Was wir total überrascht waren – daß die Luft relativ trocken ist.*“ Es besteht die Hoffnung, daß nach einer Luftmassenjustierung diese Problematik abgemildert wird: „*Vom Energiesparverein war wer da, der gesagt hat, daß es damit zu tun hat, daß zuviel Luft hereinströmt.*“

Als positive Eigenschaft des Heiz- und Lüftungssystems wird hervorgehoben, daß immer frische Luft im Raum ist und Gerüche dadurch rasch verschwinden: „*Ein ganz positiver Effekt ist, daß man immer frische Luft hat. Man hat nicht das Gefühl, man ist in der Küche und wenn man noch so wild kocht.*“ Weiters wird als positiv hervorgehoben, daß in jedem Haus ein eigenes, individuell einstellbares Heizsystem existiert und daß es ein „*sehr praktisches Haus*“ ist, wo man sich um das Heizen eigentlich nicht kümmern muß.

Wie bereits oben erwähnt, wird trotz einiger störender Eigenschaften das Energiesystem nicht abgelehnt, sondern es besteht die Ansicht, daß man sich daran gewöhnen kann und auch die Bereitschaft, sich daran zu gewöhnen.

Nutzerverhalten¹⁸

Bezüglich der Handhabung des Heiz- und Lüftungssystems ergab sich aus den Interviews ein sehr homogenes Bild. Es werden von den Nutzern nur wenige Steuerungs- und Wartungseingriffe während eines Jahres durchgeführt. Im wesentlichen wird nur zwischen Sommer- und Winterbetrieb umgeschaltet, im Sommer wird die Wärmepumpe abgeschaltet, die Lüftung aber weiter betrieben, was u.a. auch daran liegt, daß im Bereich der Toiletten keine andere Möglichkeit der Raumlüftung besteht¹⁹. Weiters wird der Filterwechsel pro Haus individuell durchgeführt. Trotz dieser geringen Betriebs- und Wartungsanforderungen an das Nutzerverhalten kann es punktuell Probleme geben, denn *„wenn du das ganze Jahr nichts machen mußt, dann vergessen die Leute das wieder. Im Haus 6 war ich zehnmal drüben, habe alles erklärt“* (Bauherr). Auf unterschiedliche Tag-/Nachteinstellung wird in der Regel verzichtet, einerseits aufgrund der Trägheit von Heizsystem und Gebäude (*„Weil es sehr langsam ist, bringt es nicht viel“*), andererseits weil befürchtet wird, daß bei Abkühlung in der Nacht das Aufheizen am nächsten Tag zu lange dauert.

Die Vorgabe, während des Winters nicht mit den Fenstern zu lüften, wird – gemäß den Angaben in den Interviews – sehr konsequent befolgt. Gelüftet über die Fenster wird im Winter nur bei besonderen Wetterverhältnissen: *„Wir lüften nur, wenn der Wetterbericht bringt, daß es eine Woche schön ist. Dann riskiert man mal, daß fünf Minuten das Fenster offen ist.“* In der Übergangszeit bei schönem Wetter, bzw. *„sobald es warm ist draußen“*, werden Fenster bzw. Türen zum Teil sehr lange Zeit geöffnet. Es sind bereits Situationen aufgetreten, in denen von zusätzlichen Heizmöglichkeiten Gebrauch gemacht wird: *„Bei 16 Grad haben wir einen Radiator geholt, wenn es mal ausgekühlt ist, erholt es sich nicht mehr, außer es kommt ein Sonnentag.“* In einem Haus, mit dessen Bewohnern kein Interview geführt wurde, ist eine permanente Zusatzheizung installiert.

Die Nutzung des auch automatisch steuerbaren Sonnenschutzes hängt von den Anwesenheitszeiten der Bewohner ab. Wenn das Haus tagsüber bewohnt ist, werden die Sonnenschutzvorrichtungen (Außenjalousien, Markisen) manuell bedient, bei längeren Abwesenheitszeiten wird auf Automatikbetrieb der Außenjalousien umgeschaltet.

Maßnahmen zur Nutzerinformation und -schulung

Zu Einzugsbeginn gab es eine Hausversammlung, bei der der planende Haustechniker das Energiesystem vorstellte, wobei u.a. auf Themen wie Temperaturregelung, Tag- / Nachtbetrieb, Fensteröffnen und Filterwechsel eingegangen wurde. Es wurden auch schriftliche Bedienungsanleitungen verteilt. Daneben hat der (ebenfalls interviewte) Bauherr die Funktion einer Ansprechperson (zumindest informell) inne, wenn es Probleme mit dem Energiesystem gibt: *„Wenn halt was ist, wird immer wieder eingeschult.“* (Bauherr).

¹⁸ Die qualitative Beschreibung des Nutzerverhaltens basiert hierbei auf den Äußerungen der Befragten.

¹⁹ Dieser Umstand wird vom Bauherrn als Schwachpunkt der Lüftungsplanung gesehen.

Auswirkungen der Maßnahmen zur Nutzerinformation und -schulung

Aus den Interviews läßt sich der Eindruck gewinnen, daß die Interviewten ausreichend über das Energiesystem und damit in Zusammenhang stehende Verhaltensweisen informiert sind. Wie auch bereits in den obigen Abschnitten erläutert, sind die Bewohner auch bereit, sich in ihrem Verhalten an das Energiesystem anzupassen. Schriftliche Informationen spielten bei der Informationsvermittlung eine untergeordnete Rolle. Durch die Kleinheit der Anlage (6 Reihenhäuser) und der dadurch geringen Anonymität ist es auch möglich, daß quasi in „Nachbarschaftshilfe“ Probleme gelöst werden.

3.4 Mehrfamilienhäuser Kapellenweg

6800 Feldkirch, Fertigstellung 1996
Architekturbüro Baumschlager & Eberle



Die drei Mehrfamilienhäuser mit drei Geschossen und je elf Wohneinheiten sind südwest-/nordost-orientiert und haben ca. 900 m² Wohnnutzfläche pro Gebäude.

Energiekonzept: Die drei nach außen hin identischen Gebäude sind in verschiedenen Dämmniveaus mit unterschiedlichen Heizungs- und Lüftungskonzepten ausgeführt, um die Auswirkungen auf den Energieverbrauch und die Baukosten zu dokumentieren.

Konstruktion: Stahlbeton-Skelettbau mit Mauersteinen zur Ausfachung. Wärmedämmverbundsystem (Polystyrol, Stärke bei den Gebäuden unterschiedlich).

Bauteilaufbauten

Außenwand:

0,5 cm Edelputz
20,0 cm EPS - Platten
18,0 cm Betonsteinmauerwerk
2,0 cm Innenputz

Dachkonstruktion:

5,0 cm Kiesbeschüttung
0,3 cm Sarnafilfolie
20,0 cm EPS - Platten
22,0 cm Stahlbetondecke
0,3 cm Spachtelung
2,5 cm Rauhe Schalung

U - Werte:

	Haus 1	Haus 2	Haus 3
Aussenwand:	0,36 W / m ² K	0,28 W / m ² K	0,19 W / m ² K
Kellerdecke:	0,39 W / m ² K	0,36 W / m ² K	0,19 W / m ² K
Verglasung:	1,43 W / m ² K	1,43 W / m ² K	0,71 W / m ² K

Bauwerkskosten:

Haus 2: 11.000 ÖS / (m²WNF), Haus 3: 13.600 ÖS / (m²WNF)

Haustechnik:

HWB: 0,8 kWh / m²a - 16,4 kWh / m²a (Simulation mit WAEBED)

Heizung: In Haus 2 und 3 werden die Räume über die kontrollierte Be- und Entlüftung beheizt. Die Frischluft wird im Erdwärmetauscher und in der Wärmerückgewinnungs-anlage vorerwärmt und im Luftheizregister des Gasbrennwertkessels nachgeheizt. Die Wärmeverteilung erfolgt zu 2/3 über Deckenstrahlung und zu 1/3 über die Zuluft.

Lüftung: Der Erdwärmetauscher besteht aus 8 je 18 m langen PE-Rohren, die Wärmerückgewinnung aus der Abluft erfolgt über 2 serielle Kreuzstromwärmetauscher (75% Rückwärmezahl).

Warmwasser, Solaranlage: Im Haus 3 wird das Warmwasser solar erzeugt. 48 m² Kollektoren, südorientiert mit 45° Neigung speisen einen 3000 l-Pufferspeicher (2 Schichtenspeicher à 1500 l) und einen 800 l Warmwasserspeicher. Der Jahresdeckungsgrad liegt bei 48%. In der Übergangszeit versorgt die Solaranlage auch das Nachheizregister der Lüftung.

Rechnerische Untersuchung der Nutzereinflüsse auf den Heizwärmebedarf

Modellierung

Betrachtet werden zwei Wohnungen in Haus 3 der Wohnhausanlage. Eine im EG liegende, nach Nordwesten orientierte Wohnung wird einer im 1. OG situierten, nach Südosten orientierten Wohnung gegenübergestellt. Die Wohnnutzflächen beider Wohnungen sind gleich.

Simulation

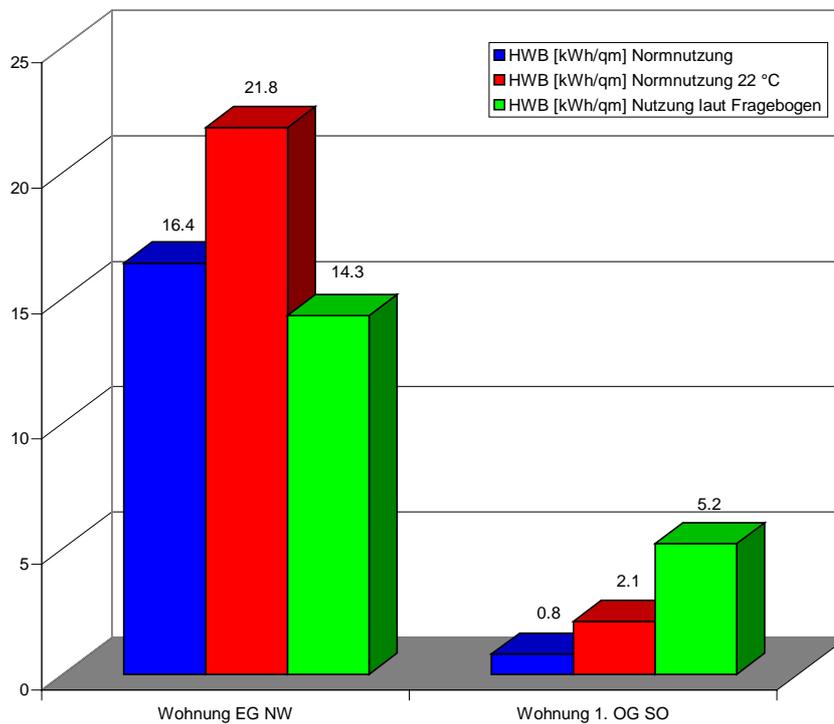


Abb. 3.4: Mittels Simulation errechnete bruttflächenbezogene Heizwärmebedarfs-Werte unter Annahme unterschiedlicher Nutzungsbedingungen

Interpretation

- Der Einfluß der per Fragebogen erhobenen Nutzungsdaten auf das Berechnungsergebnis ist erheblich.
- Eine mittlere Innenlufttemperatur von 22 °C erhöht im Vergleich zur normgemäßen Soll-Temperatur von 20 °C den Heizwärmebedarf bei der Wohnung im EG um 33 %, bei der Wohnung 1. OG um 266%. Die sehr hohe prozentuelle Steigerung des Heizwärmebedarfes der nach SO orientierten Wohnung im 1. OG ist auf den äußerst kleinen Heizwärmebedarf dieser Wohnung zurückzuführen.
- Laut den im Fragebogen festgehaltenen Angaben entspricht die Innenlufttemperatur von 22 °C in etwa der mittleren Innenlufttemperatur für die Wohnung im EG.

- Der im Vergleich zur Berechnung mit Normnutzung niedrigere Heizwärmebedarf für die Wohnung im EG wird durch eine große Personenanzahl (4-Personen-Haushalt) mit großer Aufenthaltsdauer in der Wohnung (im Schnitt 19 h) erreicht.
- Der im Vergleich zur Berechnung mit Normnutzung große Wärmebedarf für die SO-orientierte Wohnung im 1. OG ist durch die bei der Befragung angegebenen mittlere Innenlufttemperatur von 25 °C bedingt. Bei einer Soll-Temperatur von 20 °C würde diese Wohnung faktisch keinen Heizwärmebedarf aufweisen. Die Nutzerin klagt über die Lufttemperatur von permanent 25 °C; ihre Wunschtemperatur wäre 20 °C.
- Die Lage der Wohnungen im Gebäude wirkt sich extrem auf den zu erwartenden Heizwärmebedarf aus. Aus den Befragungsergebnissen kann geschlossen werden, daß die Regelung der zur Beheizung der Wohnungen verwendeten zentralen Lüftungsanlage die zwischen den verschiedenen Wohnungen stark unterschiedlichen Anforderungen nicht zur Zufriedenheit abdecken kann.

Qualitative Auswertung

Datengrundlage

Mit den Bewohnern der Wohnanlage Kapellenweg wurden drei qualitative Interviews durchgeführt. Weiters wird eine schriftliche Information des Hausmeisters, die im Stiegenhaus aufgehängt war, mit berücksichtigt. Folgende Tabelle bietet eine Übersicht über einige Merkmale der Interviews bzw. der Interviewpartner.

Interview Nr.	Geschlecht des / der Interviewten	Anzahl d. Haushaltsmitglieder	Kommentare zum Interview
1	W	4	
2	W	3	
3	M	> 3	nur ein Teil des qualitativen Interviews konnte durchgeführt werden, genaue Anzahl der Haushaltsmitglieder unbekannt

Die Interviews wurden im April 2000 durchgeführt.

Motive (für die Wohnungswahl)

Der Hauptgrund für zwei Befragte, in eine Wohnung am Kapellenweg einzuziehen, bestand darin, daß ihr aktueller Wohnungsbedarf mit dem Angebot von freien Wohnungen in der Wohnanlage Kapellenweg zusammenfiel. Für eine Befragte spielten daneben auch die als relativ niedrig empfundenen Betriebskosten eine Rolle. Im Fall einer anderen Befragten

waren die Hauptmotive einzuziehen die Helligkeit und die Raumaufteilung in der Wohnung, aber auch Interesse an den energiesparenden Eigenschaften der Wohnung. Aus der Wahrnehmung dieser Befragten, die über die Wohnung aus einer Zeitungsanzeige erfuhr, wurde die energiesparende Ausführung der Wohnungen nicht werbewirksam eingesetzt: *„Eigentlich ein ganz unscheinbares Inserat war das.“²⁰*

Zufriedenheit

- mit der Wohnsituation insgesamt

Die zumindest in einem Fall sehr deutlich artikulierte Unzufriedenheit mit dem Energiesystem (mehr dazu unter „Zufriedenheit mit den eingesetzten Energietechnologien“) wirkt sich natürlich auch auf die Zufriedenheit mit der gesamten Wohnsituation aus. Es werden aber auch von allen Befragten bezüglich der Wohnsituation positive Aspekte genannt, darunter fallen in erster Linie die Helligkeit und Freundlichkeit der Wohnungen sowie eine als gut empfundene Raumaufteilung.

Als Mangel werden fehlende Balkone empfunden. Alle Befragten bekunden übereinstimmend den Wunsch nach einem Balkon. Weitere Mängel, die genannt wurden, sind das geringe Angebot an öffentlichen Flächen, die von Kindern genutzt werden dürfen, sowie das Fehlen von Sonnenschutzvorrichtungen, abgesehen von den Fensterläden.

Der Befragte, der am unzufriedensten mit der Wohnsituation ist, möchte so rasch wie möglich ausziehen, was aber nur in jährlichen Abständen möglich ist, es sei denn, ein Nachmieter kann gefunden werden. Gemäß Aussage dieses Befragten ist generell eine hohe Mieterfluktuation in diesem Haus gegeben, was auch durch Beobachtungen während der Befragungen bestätigt werden konnte²¹. Die anderen beiden Befragten bekundeten keine Absicht, auszuziehen – im Gegenteil ist eine der Befragten mit der Wohnsituation sehr zufrieden.

- mit den eingesetzten Energietechnologien

Problempunkte werden von allen Befragten angemerkt, wobei ein Befragter sehr deutliche Unzufriedenheit äußert, eine Befragte ist eher unzufrieden, die dritte Bewohnerin ist trotz einiger wahrgenommener Schwachpunkte weitestgehend zufrieden.

Als größter Schwachpunkt des Energiesystems in dem Wohnhaus am Kapellenweg wird von den Interviewpartnern die praktisch fehlende Möglichkeit, in den einzelnen Wohnungen die Temperatur zu regulieren, genannt. Es gibt ein zentrales Heiz- und Lüftungsgerät für das gesamte Haus, die durchschnittliche Temperatur in einer Wohnung während der Heizperiode hängt im wesentlichen von der Lage der Wohnung im Gebäude (Himmelsrichtung, Geschoß) ab. Während die südlich gelegenen Wohnungen auch während der Heizperiode sehr hohe

²⁰ Bei den kursiven, zwischen Anführungszeichen stehenden Texten handelt es sich um Zitate aus den Interviews mit Bewohnern, falls nicht anders angegeben.

²¹ Zum Zeitpunkt der Interviews (April 2000) war eine Mietpartei offensichtlich mit dem Auszug beschäftigt, von einer anderen wurde dies behauptet, zwei Wohnungen waren leerstehend.

Temperaturen aufweisen können (25 Grad), kann es in den nördlich gelegenen Wohnungen unangenehm kalt werden. Auch große Temperaturschwankungen sind möglich, die nicht beeinflußt werden können. Aus diesem Grund wünscht sich einer der Befragten einen Heizkörper, den er nach Bedarf aufdrehen kann, eine andere Befragte sieht das eher gelassen: *„Es ist nicht so schlimm, man nimmt einen Pullover mehr oder dicke Decken, nicht so tragisch.“*

Als weitere störende Punkte am Heiz- und Lüftungssystem werden die Geräusentwicklung (*„es ist nie absolut still in der Wohnung“*) und die Lufttrockenheit angeführt. Der Befragte, der am unzufriedensten ist, hat beobachtet, daß seine Kinder häufiger krank sind, seit sie am Kapellenweg wohnen. Außerdem fühlt er sich durch die Vorgabe, im Winter die Fenster möglichst nicht öffnen zu dürfen, eingeschränkt.

Die Befragte, die am zufriedensten ist, hebt interessanterweise den Umstand, daß die Luft relativ trocken ist, als positiv hervor²². Das liegt auch daran, daß sie in einer früheren Wohnung unter Schimmel zu leiden hatte und der Schimmelvermeidung durch trockene Luft einen hohen Stellenwert einräumt.

Nutzerverhalten²³

Wie bereits oben erwähnt, haben die Bewohner der Wohnanlage Kapellenweg sehr eingeschränkte Möglichkeiten, die Temperatur in ihrer Wohnung zu regulieren. Eine Befragte gibt an, daß es einen Schalter gibt, mit dem man offenbar die einströmende Luftmenge in geringem Maß beeinflussen kann, gemäß den Aussagen einer anderen Bewohnerin gibt es überhaupt keine Regelungsmöglichkeit. Im wesentlichen bleibt dem Nutzer die Fensterlüftung oder das Öffnen und Schließen der Fensterläden als individuelle Maßnahmen, um die Innenraumtemperatur und den Energieverbrauch beeinflussen zu können. Gemäß den Aussagen der Befragten machen diese von der Fensterlüftung im Winter selten und nur kurz Gebrauch und es existiert auch ein gewisses Problembewußtsein unter den Mietern: *„Man hilft schon, jeder einzelne schaut, daß die Fenster zubleiben.“*

Anhand eines Aushangs des Hausmeisters wird deutlich, daß das Offenlassen der Eingangstür zum Stiegenhaus im Erdgeschoß eine weitere problematische Facette des Nutzerverhaltens ist. Die Bewohner werden aufgefordert, diese Türe während der Heizperiode immer geschlossen zu halten. Einerseits kühlen durch das Offenlassen die Erdgeschoßwohnungen stärker aus, andererseits bewirkt das Sinken der Temperatur ein stärkeres Hochfahren der Heizung²⁴, wodurch es in den Wohnungen im Dachgeschoß zu warm werden kann, was wiederum zum Fensteröffnen führen kann. Insgesamt bewirkt dieses Offenlassen der Eingangstüre eine Erhöhung des Energieverbrauchs und damit der Betriebskosten.

²² Es handelt sich dabei um eine bei Bewohnern von luftbeheizten Häusern bzw. Wohnungen selten anzutreffende Aussage, wie die Auswertungen der Interviews für das gegenständliche Forschungsprojekt zeigen.

²³ Die qualitative Beschreibung des Nutzerverhaltens basiert hierbei auf den Äußerungen der Befragten.

²⁴ Temperaturfühler befinden sich im Erdgeschoß und im 2.Stock.

Maßnahmen zur Nutzerinformation und –schulung

An Maßnahmen zur Informationsvermittlung gibt es zumindest teilweise eine Erläuterung des Energiesystems zum Zeitpunkt des Wohnungsbezugs, die persönlich von einem Mitarbeiter des Vermieters durchgeführt wird, zusätzliche schriftliche Informationen, die den Mietern ausgehändigt werden, sowie Aushänge des Hausmeisters. Weiters fand auch eine Mieterversammlung statt, bei der Beschwerden bezüglich der Funktionsweise des Heizsystems vorgebracht werden konnten, was jedoch gemäß der Aussage einer Befragten noch keine Maßnahmen von seiten der Hausverwaltung nach sich zog.

Auswirkungen der Maßnahmen zur Nutzerinformation und –schulung

Aus den Befragungen ergibt sich, daß die Informationsweitergabe nicht auf einheitliche Weise erfolgte. Während eine Befragte äußert, nicht bzw. zu wenig informiert worden zu sein, wurde die zweite Befragte beim Einzug über die Eigenheiten des Energiesystems informiert, der dritte Befragte hat in erster Linie schriftliche Information erhalten. Über den anzustrebenden Umgang mit der Fensterlüftung während der Heizperiode sind sich die Befragten bewußt. Der Hausmeister, der auch im Haus selbst wohnt und die Anlage wartet, ist bemüht, die Bewohner auf problematische Verhaltensweisen aufmerksam zu machen.

3.5 Haus Holzleitner

6082 Patsch, 1997
DI Karl Thalmeier



Wichtigste Ziel war die Konzeption des Gebäudes mit einer Wohnnutzfläche von 214m² als Nullenergiehaus.

Energiekonzept: Das Gebäude ist nach Süden (15° nach Westen verschoben) ausgerichtet. Die Südfassade ist teilweise verglast (passive Sonnenenergienutzung) und teilweise mit Sonnenkollektoren ausgestattet.

Konstruktion: Das Gebäude ist in Massivbauweise errichtet, nur die Südfassade eine Holzständerkonstruktion.

Bauteilaufbauten

Wandaufbauten:

0,5cm Kunststoffputz

24cm EPS

25cm STB

0,5cm Spachtelung

Lärche natur

Dachkonstruktion:

Niroblechdeckung

0,5cm Dachbahn

2,7cm Dreischichtartfaserplatte

6,0 cm Hinterlüftung

8,0 cm EPS

Sparren 10 / 14

20,0 cm EPS zw. Pfetten

3,0 cm 2x GK - Platte

U - Werte:

Außenwand: 0,14-W / m²K

Kellerdecke: 0,19 W / m²K

Dach: 0,10 W / m²K

Verglasung: 0,50 W / m²K 3 - fach Wärmeschutzverglasung mit Xenonfüllung

Haustechnik:

HWB: 3,7 kWh / m²a (Simulation mit WAEBED)

Heizung /Warmwasser: Direkteinspeisung der 60 m² Fassadenkollektoren in Betondecken (Deckenheizung), im Bedarfsfall Nachheizung mit einer Flüssiggastherme, 15m³ Pufferspeicher inmitten des Gebäudes über 3 Geschosse

Lüftung: Kontrollierte Be- und Entlüftung

Rechnerische Untersuchung der Nutzereinflüsse auf den Heizwärmebedarf

Modellierung

Das Haus wird in zwei Temperaturzonen unterteilt; den beheizten Wohnbereich und den unbeheizten Keller. Der Einfluß der an das Gebäude im Norden angrenzenden unbeheizten Nebenräume auf den Heizwärmebedarf wird vernachlässigt.

Simulation

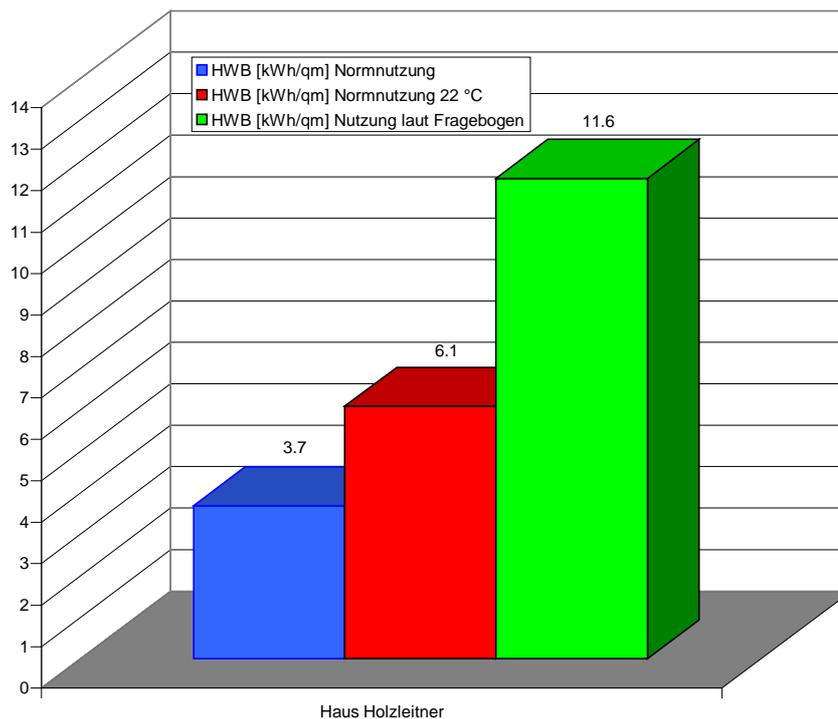


Abb. 3.5: Mittels Simulation errechnete bruttoflächenbezogene Heizwärmebedarfs-Werte unter Annahme unterschiedlicher Nutzungsbedingungen.

Interpretation

- Der Einfluß der per Fragebogen erhobenen Nutzungsdaten auf das Berechnungsergebnis ist sehr groß.
- Eine mittlere Innenlufttemperatur von 22 °C erhöht im Vergleich zur normgemäßen Soll-Temperatur von 20 °C den Heizwärmebedarf um 67 %. Laut den im Fragebogen festgehaltenen Angaben entspricht die Innenlufttemperatur von 22 °C in etwa der mittleren Innenlufttemperatur; für den Wohnbereich wird sogar 22,5 bis 23,5 °C angegeben.
- Der mit den erhobenen Nutzungsdaten errechnete Heizwärmebedarfswert ist um 90% höher als der mit Normnutzung und einer angenommenen mittleren Innenlufttemperatur

von 22 °C errechnete Heizwärmebedarf. Dies ist zum Einen durch die im Vergleich zur Normnutzung geringe Personenbelegung bedingt. Zum Anderen ist die auf Grundlage des vorliegenden Stromverbrauchs rückgerechnete Wärmeabgabe durch Beleuchtung und Geräte mit $2,1 \text{ Wm}^{-2}$ deutlich kleiner als der für die Normnutzung angesetzte Wert von $3,0 \text{ Wm}^{-2}$.

Auch bei dem unter Zugrundelegung der erhobenen Nutzung errechneten Heizwärmebedarfswert von $11,6 \text{ kWhm}_{\text{BGF}}^{-2}$ kann davon ausgegangen werden, daß der anfallende Heizwärmebedarf im langjährigen Schnitt durch die Solaranlage zu 100 % gedeckt werden kann.

Qualitative Auswertung

Datengrundlage

Ein qualitatives Interview vom April 2000, bei dem Bauherr und Baufrau anwesend waren, bildet die Grundlage für folgende Auswertung. Zusätzliche telefonische Nachfragen zur Abklärung von Detailfragen mit dem Bauherrn, im Zuge der Auswertung des Interviews, ergänzen die Datengrundlage.

Motive (dieses Haus mit diesem Technologiemix zu errichten)

Ein wesentliches Motiv für die Bauleute, ein Haus dieser Art verwirklicht zu haben, liegt in einer hohen allgemeinen Sensibilisierung für ökologische Themen. Dieses Ökologiebewußtsein ist beim Bauherrn mit einem ausgeprägten Technikinteresse und Perfektionsstreben gepaart: *„Wenn man schon was macht und wenn man sich reinhängt, oder wenn man irgend etwas angeht, dann macht man das gleich einmal 100 % ig“*. Der Bauherr, der als Techniker im Tunnelbau arbeitet, sah die Verwirklichung des Bauvorhabens als technische Herausforderung, bei der es nicht nur um den Beweis ging, daß ein Einfamilienhaus mit dieser speziellen Bauweise „funktioniert“, sondern auch, daß es möglich ist, hohe Energieeffizienz und forcierte Nutzung erneuerbarer Energieträger mit sehr hohem Wohnkomfort zu vereinen. Einfach irgendein konventionelles Gebäude zu bauen, um Wohnraum zu schaffen, hätte den Bauherrn nicht befriedigt: *„Nur zum Wohnraum befriedigen wollte ich kein Haus bauen, das kann eh ein jeder.“*

Zufriedenheit (mit der Wohnsituation und den eingesetzten Energietechnologien)

Die Zufriedenheit der Bauleute mit dem Gebäude und den darin eingesetzten Energietechnologien ist sehr hoch. Besonders wird der hohe Wohnkomfort betont: *„Wir haben noch nie so komfortabel gewohnt wie hier“* (Bauherr). Neben dem praktisch

vollautomatisch betriebenen Energiesystem wird als weiterer Komfortaspekt das gleichmäßige Wärmefeld, das ungewollte Luftzirkulation verhindert, als wesentlich erachtet.

Es werden von den Bauleuten nur zwei Mängel angesprochen: einerseits der Holzboden, der je nach Temperatur und Feuchte sich ausdehnt und zusammenzieht, was zu Rißbildung führt, andererseits hätte sich die Baufrau gewünscht, die Nordfassade etwas offener zu gestalten, die aus Gründen der Energieeffizienz geschlossen ausgeführt wurde. Am Energiesystem an sich möchten die Bauleute nichts ändern.

Aspekte an der Anlage für die kontrollierte Wohnraumlüftung, die von Bewohnern in anderen Gebäuden als problematisch angesehen werden, werden von den Bauleuten und den übrigen Familienmitgliedern nicht als störend empfunden. Die geringe Luftfeuchtigkeit im Winter wird zwar als problematischer Punkt angesehen, der Bauherr sieht aber diese Thematik als weitgehend unabhängig vom Heizsystem, sondern in erster Linie von der trockenen Außenluft abhängig. Trotz der geringen Luftfeuchtigkeit im Winter (25 – 30%) leidet keines der Familienmitglieder unter der trockenen Luft. Als einzige Maßnahme zur Luftbefeuchtung dient das Aufhängen der Wäsche im Wohnbereich. Auch die Geräusentwicklung durch die Lüftungsanlage wird nicht als störend empfunden, wobei der Bauherr durch Dämpfungsmaßnahmen am Austrittsort noch Verbesserungspotential sieht. Als einen weiteren, als angenehm empfundenen Effekt der Lüftungsanlage nennt der Bauherr die Einsparung der Fensterlüftung, die er wegen der windreichen Gegend als problematisch erachtet (Staubeintrag, starker Zug durch offene Fenster).

Nutzerverhalten²⁵

Das Heizungs- und Lüftungssystem läuft vollautomatisch, so daß sehr wenige Benutzereingriffe notwendig sind. Bezüglich Temperaturregelung wird das ganze Jahr dieselbe Einstellung beibehalten, auch im Sommer: *„Ich heize eigentlich im Sommer genauso wie im Winter. Ich beschicke meine Decke, daß sie immer 22 Grad Oberflächentemperatur hat, weil wenn es draußen recht heiß ist, sind 22 Grad auch nicht so viel; Überwärmung habe ich keine.“* (Bauherr). Das Haus ist offen gebaut, das heißt, daß Erdgeschoß und Obergeschoß nicht getrennt sind, wobei sich die Schlafräume im Erdgeschoß und der Wohnbereich im Obergeschoß befindet. Im Erdgeschoß stellt sich eine mittlere Raumtemperatur von 19,5 Grad, im Obergeschoß von 22,5 Grad ein. Diese Temperaturen sind über das ganze Jahr relativ konstant, im Winter steigt die Temperatur im Wohnbereich aufgrund der Sonneneinstrahlung tagsüber an. Im Sommer gibt es keine Überwärmungsprobleme, der Dachvorsprung als konstruktiver Sonnenschutz ist ausreichend.

Auch die Anlage für die kontrollierte Wohnraumlüftung ist ganzjährig in Betrieb, wobei diese im Taktbetrieb läuft (vier mal 1,5 Stunden pro Tag). Die Möglichkeit, auch außerhalb der Heizperiode über die Lüftungsanlage zu lüften, wird als vorteilhaft angesehen, wie bereits oben unter „Zufriedenheit“ erläutert. Im Winter wird weitestgehend auf Fensterlüftung

²⁵ Die qualitative Beschreibung des Nutzerverhaltens basiert hierbei auf den Äußerungen des Bauherrn und der Baufrau.

verzichtet, nur bei Schönwetter werden ab und zu Fenster geöffnet. Die Filter für den Abluftkanal der Lüftungsanlage werden vier mal jährlich gewechselt, für den Zuluftkanal zwei mal jährlich, weil die Abluftfilter schneller verschmutzen als die Zuluftfilter - ein Umstand, auf den der Bauherr durch Erfahrung aus dem Anlagenbetrieb stieß.

Nutzerinformation

Die Bauleute sind bezüglich verschiedener Aspekte des energieeffizienten Bauens bzw. des Energiesparens generell als sehr informiert einzustufen, insbesondere der Bauherr, der über einen technischen Hintergrund verfügt und sich zudem schon seit längerer Zeit für Architektur, Energiesparen und Nutzung erneuerbarer Energieträger interessiert. Durch die intensive Partizipation der Bauleute in der Planungs- und Bauphase des Gebäudes wurde das bereits vorhandene Wissen noch erweitert und vertieft.

3.6 Wohnhausanlage Mitterweg

6020 Innsbruck, Fertigstellung 1997
Baumschlager-Eberle, leitender Architekt DI Gerhard Zweier



Die mehrgeschoßige Wohnhausanlage mit 60 Wohneinheiten und rund 1500 m² Wohnnutzfläche wurde von der "Neuen Heimat Tirol" als sozialer Wohnbau errichtet. Sozial bedürftige Menschen sollten Wohnungen erhalten, für die besonders niedrige Betriebskosten zu erwarten waren.

Energiekonzept: Die beiden annähernd quadratischen kompakten Baukörper sind gleichseitig orientiert und als verlustminimierendes System hochwirksam mit 24 cm EPS gedämmt, weiters sind sie ausgestattet mit einem geführten Lüftungssystem, verbunden mit Erdvorwärmung und Wärmerückgewinnung.

Konstruktion: Die Bauausführung erfolgte in Mischbauweise: Außenwände in Betonhohlziegeln, Decken in Stahlbeton, Innenausbau mit Gipskartonplatten. Für die WC-Spülung wird Regenwasser aus einem Brauchwasserkreislauf verwendet. Als Gestaltungselement wurden vorgehängte Holzlatten eingesetzt.

Bauteilaufbauten

Außenwand:

0,5 cm Zementputz
24,0 cm Polystyrol EPS
18,0 cm Betonhohlziegel
1,5 cm Gipsputz

Dachkonstruktion:

8,0 cm Humus
0,5 cm Wurzelvlies
0,5 cm Bitumen-Abdichtung
30,0 cm Steinwolle
Dampfsperre
22,0 cm Stahlbetondecke

U - Werte:

Außenwand: 0,15- W / m²K
Kellerdecke: 0,17 W / m²K
Dach: 0,13 W / m²K
Verglasung: 0,60 W / m²K

Bauwerkskosten: 16.000 ÖS / m² WNF

Haustechnik:

HWB: 17,8 kWh / m²a - 23,9 kWh / m²a (Simulation mit WAEBED)

Heizung/Lüftung: Kontrollierte dezentrale Warmluftheizung und Lüftung mit Erdreichwärmetauscher, Wärmerückgewinnung aus der Abluft mittels Kreuzwärmetauscher, Nachheizung der Luft mit einem Gasbrennwertkessel, direkte Wärmeabgabe über das Lüftungssystem (ist zugleich das Heizsystem.)

Solarthermie: 150 m² Sonnenkollektoren am Dach mit Pufferspeicher, jährlicher Deckungsgrad rund 60%.

Rechnerische Untersuchung der Nutzereinflüsse auf den Heizwärmebedarf

Modellierung

Betrachtet werden drei Wohnungen der Wohnhausanlage. Zwei Wohnungen, TOP 49 und TOP 42 weisen insofern eine Ähnlichkeit auf, als sie fast identen Grundriß haben und in der Gebäudekante situiert sind. TOP 49 weist gegen Süden und Westen orientierte Außenbauteile auf, während die Wohnung TOP 42 gegen Nordwesten orientiert ist. Die dritte Wohnung, TOP 40, liegt im EG und hat allein gegen Osten hin orientierte Außenbauteile. Zudem ist die Wohnnutzfläche von TOP 40 mit $42,5 \text{ m}^2$ ca. halb so groß als jene der Wohnungen TOP 49 und TOP 42.

Simulation

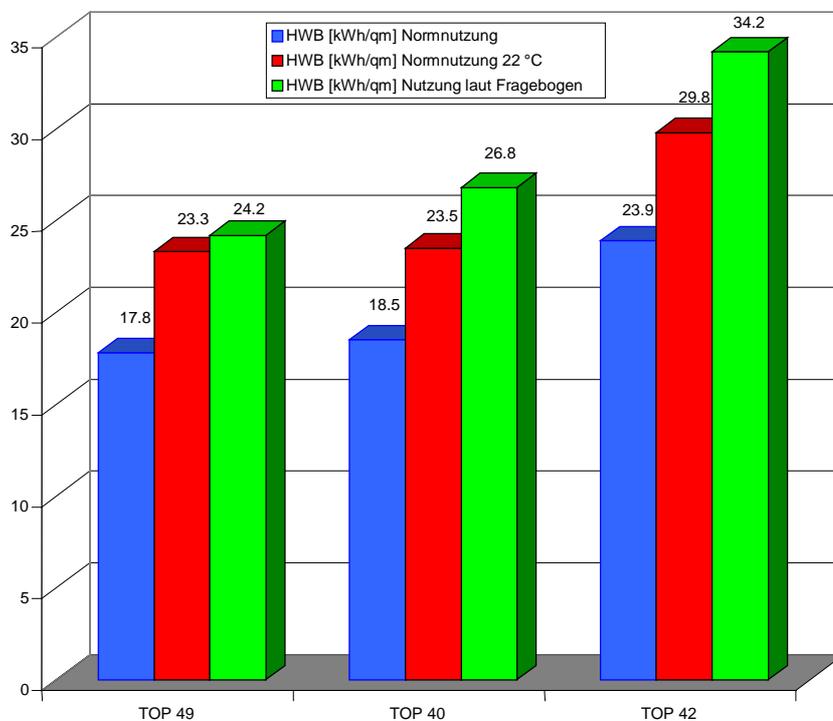


Abb. 3.6: Mittels Simulation errechnete bruttoblächenbezogene Heizwärmebedarfs-Werte unter Annahme unterschiedlicher Nutzungsbedingungen.

Interpretation

- Der Einfluß der per Fragebogen erhobenen Nutzungsdaten auf das Berechnungsergebnis ist erheblich.
- Eine mittlere Innenlufttemperatur von 22 °C erhöht im Vergleich zur normgemäßen Soll-Temperatur von 20 °C den Heizwärmebedarf bei TOP 49 um 31 %, bei TOP 40 um 27 % und bei TOP 42 um 25 %.

- Laut den im Fragebogen festgehaltenen Angaben entspricht die Innenlufttemperatur von 22 °C in den drei untersuchten Wohnungen der vorliegenden Soll-Temperatur.
- Die Lage der Wohnung im Gebäude wirkt sich deutlich beim Heizwärmebedarf aus. Bei Normnutzung hat die Wohnung mit nord- und westorientierten Außenflächen (TOP 42) einen um 34% höheren Heizwärmebedarf als die vom Grundriß her nahezu idente Wohnung mit süd- und westorientierten Außenflächen (TOP 49).
- Die Nutzung laut Fragebogen führt bei den drei untersuchten Wohnungen auf einen wesentlich höheren Heizwärmebedarf als bei Zugrundelegung der Normnutzung. Dies ist zum einen in der angegebenen Vorzugstemperatur von 22 °C begründet. Bei TOP 40 und 49 führt die im Vergleich zur Normnutzung geringere Personenbelegung auf kleinere Innenwärmen und damit höheren Heizwärmebedarf. Die Erhöhung des Heizwärmebedarfs in TOP 42 ist hingegen auf eine sehr dichte Personenbelegung zurückzuführen. Der sich aus dieser Situation ergebende hygienische Lüftungsbedarf führt zu erhöhten Wärmeverlusten, der durch die Wärmeabgabe der Personen nicht kompensiert wird.

Qualitative Auswertung

Datengrundlage

Mit den Bewohnern der Wohnanlage Mitterweg wurden vier qualitative Interviews durchgeführt. Weiters werden auch Informationen, die aus Interviews mit wichtigen Akteuren auf Seite des Bauträgers stammen, mit berücksichtigt²⁶. Folgende Tabelle bietet eine Übersicht über einige Merkmale der Interviews bzw. der Interviewpartner.

Interview Nr.	Geschlecht des / der Interviewten	Anzahl der Haushaltsmitglieder	Kommentare zum Interview
1	W	3	Keine besonderen Kommentare
2	W	3	
3	W	1	
4	M	8	

Die Interviews wurden im April 2000 durchgeführt.

²⁶ Die Auswertung dieser Interviews erfolgte in umfassender Weise im Rahmen des Projekts „Analyse fördernder und hemmender Faktoren bei der Markteinführung von innovativen Wohnbauten“ (ebenfalls im Rahmen des Programms „Haus der Zukunft“) und ist als Fallstudie im gleichlautenden Projektendbericht nachzulesen.

Motive (für die Wohnungswahl)

Die Wohnungen der Wohnanlage am Mitterweg wurden von der Stadt Innsbruck an Interessenten, welche einen Antrag auf eine Stadtwohnung gestellt hatten, zugeteilt. Die Zuteilung der Mieter erfolgte nach einem Punktesystem, welches sich nach Einkommen und Kinderzahl richtete, d.h. Wohnungssuchende mit sehr niedrigem Einkommen und / oder hoher Kinderzahl wurden bevorzugt zugewiesen. Die Ablehnung der Wohnung wäre ohne Rückreihung auf der Warteliste - aber mit Warten auf die nächste Vergabe – zwar möglich gewesen, wurde aber vor allem wegen der niedrigen Mieten und der fehlenden Akzeptanz weiterer Wartezeiten nicht in Anspruch genommen. Die Wartezeiten der Mieter auf eine Zuteilung sind zum Teil lange, wie der Fall einer Befragten zeigte, welche fünf Jahre nach Antragstellung eine Wohnung zugewiesen bekam.

Zufriedenheit

- mit der Wohnsituation insgesamt

Die niedrigen Mieten und Betriebskosten sowie die Lage in einem für urbane Verhältnisse schütter bebauten Gebiet wirken sich positiv auf die Wohnzufriedenheit aus, weshalb unter den Interviewpartnern eher Zufriedenheit dominiert, wenn auch einige Kritikpunkte geäußert werden. Auch eine Mieterin, die bezüglich des Energiesystems große Unzufriedenheit äußert (mehr dazu unter „Zufriedenheit mit den eingesetzten Energietechnologien“), relativiert ihre Kritik bezüglich der allgemeinen Wohnsituation: *„Auf der einen Seite rege ich mich furchtbar auf, auf der anderen Seite kann ich nichts sagen, weil es relativ günstig ist.“* Interessanter Weise äußert jener technisch versierte Mieter, der mit dem Energiesystem in seiner Wohnung hoch zufrieden ist (siehe unten), die meisten kritischen Punkte zur allgemeinen Wohnsituation abseits des Energiesystems. Kritik kommt von ihm insbesondere zur Raumaufteilung (Wohnzimmer zu groß, Kinderzimmer zu klein, Standardmöbel passen nicht hinein) und zur Außenfassade, die mit Holzlatten gestaltet ist, welche seiner Meinung nach zu faulen beginnen. Weiters hätte er gerne ein noch helleres Stiegenhaus und meint, daß im Stiegenhaus ein bepflanzter Brunnen, über den die Lüftungsanlage geführt wird, errichtet hätte werden können, womit die Problematik der geringen Luftfeuchtigkeit im Winter entschärft würde.

Kritik an der Außenfassade wird auch von einer zweiten Befragten geäußert, da die Fassade zuviel Licht und Sicht wegnähme und außerdem funktionslos sei.

- mit den eingesetzten Energietechnologien

Eine der vier Befragten äußert sehr deutlich ihre Unzufriedenheit mit dem Lüftungssystem, die anderen sind damit weitestgehend zufrieden. Die unzufriedene Mieterin beklagt sich besonders über die Luftqualität (*„Ich habe dauernd das Gefühl, ich muß was aufreißen, ich*

*ersticke da herinnen*²⁷) sowie über viel Staub in der Wohnung, dessen Existenz sie der Lüftungsanlage zuschreibt („*Sicher kommt er von der Lüftung, wo soll er sonst herkommen*“) und vermißt Strahlungswärme: „*Wenn ich zum Beispiel einen offenen Kamin hätte, eine vollkommen andere Hitze hätte das*“.

Auch unter den Zufriedenen wird der Problempunkt der geringen Luftfeuchtigkeit im Winter angeschnitten, diese trat aber in deren Wahrnehmung vor allem während der ersten und zweiten Heizperiode auf und ist jetzt nach verbesserter Einregulierung der Wohnungen und Maßnahmen auf seiten der Nutzer entschärft. Aufgrund zu hoher Luftwechselraten war die relative Luftfeuchtigkeit in den ersten beiden Heizperioden besonders niedrig (< 30%), was sich auch darin niederschlug, daß ein an einer chronischen Krankheit leidendes Kind einer Befragten während dieser Zeit besonders unter der Lufttrockenheit zu leiden hatte. Mittlerweile hat sich die Situation aufgrund reduzierter Luftwechselraten gebessert, in den Räumen, wo sich die Kinder aufhalten, setzt die vorher erwähnte Mieterin mit dem chronisch kranken Kind während der Heizperiode einen Luftbefeuchter ein. Eine andere Befragte behilft sich mit dem Aufstellen von Wasserbehältern und dem Aufhängen von feuchten Tüchern. Weiters wird die zu hohe Temperatur in den Schlafräumen von einer sonst eher zufriedenen Mieterin bemängelt, andererseits wird von dieser Befragten positiv hervorgehoben, daß Nebengerüche beispielsweise aus dem Küchenbereich sehr rasch verschwinden.

Der dritte Zufriedene unter den Befragten ist ein in der Elektronikbranche tätiger Techniker, der für das Heiz- und Lüftungssystem in seiner Wohnung Komponenten entwickelt hat (Luftbefeuchtung, individuelle Raumregelung), die in den anderen Wohnungen in der Wohnhausanlage Mitterweg nicht eingebaut sind.

Nutzerverhalten²⁸

Bezüglich des Lüftungsverhaltens und der Temperaturregelung im Winter ergibt sich aus den durchgeführten Interviews ein relativ einheitliches Bild: Auch während der Heizperiode lüften die Befragten mit dem Fenster, allerdings kürzer als außerhalb der Heizperiode (bis ca. 15 Minuten pro Tag), während des Tages dominiert eine durchschnittliche Raumtemperatur von 22 Grad, aufgrund einer Reduktion der Luftstroms in der Nacht, die automatisch vom System durchgeführt wird, sinkt die Temperatur in der Nacht um etwa ein bis zwei Grad ab. Die Mieterin, die am unzufriedensten mit dem Energiesystem ist, hat die Lüftung außerhalb der Heizperiode ausgeschaltet, die anderen Befragten lassen diese das ganze Jahr durchlaufen. Es besteht die Möglichkeit, die Wohnungen im Sommer durch das Weiterbetreiben der Lüftungsanlage zu kühlen, wie von einem Befragten hervorgehoben wird.

Die befragten Benutzer tendieren dazu, die Einstellung der Regelung selten zu ändern. Der Filterwechsel obliegt nicht den Bewohnern. Mit dieser Aufgabe ist zur Zeit eine hauserterne Person von der Hausverwaltung beauftragt, während der ersten beiden Jahre nach Einzug der

²⁷ Bei den kursiven, zwischen Anführungszeichen stehenden Texten handelt es sich um Zitate aus den Interviews mit Bewohnern, falls nicht anders angegeben.

²⁸ Die qualitative Beschreibung des Nutzerverhaltens basiert hierbei auf den Äußerungen der Befragten.

Mieter war dafür der bereits oben erwähnte Befragte zuständig. Zum Zeitpunkt der Befragung lag der letzte Zeitpunkt des Filterwechsels schon länger als ein halbes Jahr zurück. Die Anbringung von Sonnenschutzvorrichtungen (Jalousien, Vorhänge) erfolgt auf Eigeninitiative der Nutzer.

Maßnahmen zur Nutzerinformation und –schulung

Bereits im Zuge der Zuweisung gab es Vorinformationen, die auch auf die spezielle Ausstattung der Wohnanlage mit kontrollierter Lüftungsanlage und Regenwasseranlage Bezug nahmen. Vor bzw. während des Bezugs durch die Mieter wurden Mieterversammlungen abgehalten, in denen das Energiesystem durch zuständige Fachleute (Heizsystemplaner, Techniker auf seiten des Bauträgers) den Mietern erläutert wurde. Zusätzlich wurde den Mietern auch schriftliches Informationsmaterial ausgehändigt.

Darüber hinaus waren zwei weitere Personen mit der Informationsweitergabe beschäftigt: einerseits auf seiten des Bauträgers der Bauleiter, der als Ansprechperson für die Mieter fungierte, andererseits ein technisch versierter Mieter, der während der ersten beiden Jahre nach Bezug Filterwechsel und Einstellung der Lüftungsgeräte in den Wohnungen vornahm und auch auf Fragen der Bewohner einging.

Auswirkungen der Maßnahmen zur Nutzerinformation und –schulung

Die Verständlichkeit der Informationsweitergabe auf den Mieterversammlungen wurde von einer Befragten positiv bewertet, auch wenn die Information nicht unbedingt einen bleibenden Effekt hinterließ: „... es war sehr einfach erklärt und eigentlich so für den Normalbürger leicht verständlich, obwohl ich es Ihnen jetzt nicht erklären kann“. Eine andere Befragte bemängelt, daß auf den Mieterversammlungen die Problematik der trockenen Luft während der Heizperiode nicht thematisiert wurde, ein Punkt, der möglicherweise auch von den zuständigen Planern unterschätzt wurde. Die Wirksamkeit schriftlicher Information ist besonders in einer Anlage des sozialen Wohnbaus kritisch zu sehen, wo niedrige Einkommen teilweise auch mit relativ niedrigen Bildungsniveaus gekoppelt sind und weder eine hohe Bereitschaft besteht, sich mit geschriebenen Informationen auseinanderzusetzen noch eine ausgeprägte Fähigkeit vorhanden ist, technische Texte zu verstehen. Zumal in einer Phase mangelhafter technischer Einregulierung, wie am Mitterweg während der ersten beiden Heizperioden, die beste Nutzerinformation nicht zu höherer Zufriedenheit bzw. Akzeptanz führen kann.

Den Ergebnissen einer Umfrage zufolge, die im Auftrag des Bauträgers von Energie Tirol durchgeführt wurde, liegt die Bewohnerzufriedenheit nach den Adaptierungsmaßnahmen, die vor allem während der zweiten Heizperiode²⁹ durchgeführt wurden, auf einem Niveau, das mit der Situation in anderen Geschoßwohnbauten vergleichbar ist. Trotz aller Maßnahmen gibt es eine hartnäckige Gruppe innerhalb der Wohnanlage, die laut der Aussage eines interviewten Mieters ca. 10 – 15 % der Haushalte umfaßt, die ein grundlegendes

²⁹ Die erste Heizperiode war relativ kurz und die Bewohner waren noch mit dem Einzug beschäftigt.

Akzeptanzproblem mit der kontrollierten Lüftung hat³⁰, das teilweise zu relativ drastischen Aktivitäten und sozialem Unfrieden geführt hat: *„Wir haben 60 Wohnungen, davon sind 50 zufrieden und zehn sind halt Querulanten, die prozessieren und andere persönlich attackieren“*.

³⁰ Weil die Wohnungen am Mitterweg preislich und von der Lage her so günstig sind, wollen diese Bewohner aber auch nicht ausziehen.

3.7 Haus Nader

8301 Laßnitzhöhe, Fertigstellung 1997
Ing. Heribert Hegedys



Der Bauherr konnte das als Null-Heizenergie-Haus geplante Gebäude auf einem verschattungsfreien Grundstück ideal positionieren. Der Standort Laßnitzhöhe garantiert darüber hinaus eine hohe Anzahl an Sonnenstunden pro Jahr, was für den sinnvollen Einsatz von aktiven und passiven Solartechnologien Voraussetzung ist. Für das Erreichen des Ziels mittels teilsolarer Heizung war der Bauherr bereit, sowohl umfangreiche Eigenleistungen aufzubringen, als auch höhere Investitionskosten in Kauf zu nehmen.

Energiekonzept: Kompromisslose Solararchitektur, Passivhausdetails an Wand und Fenster, Saisonspeicherung von Heizwärme samt Lüftungswärmerückgewinnung

Konstruktion: Mischbauweise mit hochgedämmter zweischaliger Holzkonstruktion der Außenwände, massiv gemauerte Zwischen- bzw. Speicherwände, speziell entwickelte Holzfenster.

Bauteilaufbauten

Außenwand:

4,0 cm Außen-Sichtschalung
4,0 cm Lattung
2,0 cm Weichfaserplatte
28,0 cm Wärmedämmung/Holzriegel
2,4 cm Dampfbremse + Schalung
4,0 cm Installationslattung

Dachkonstruktion mit Kollektor:

0,4 cm ESG
3,0 cm Kollektor
6,0 cm Wärmedämmung, Vliesabdeckg
2,4 cm Vollschalung
18,0 cm Wärmedämmung
Dampfbremse
2,4 cm Vollschalung

U - Werte:

Außenwand: 0,10 W / m²K

Kellerdecke: 0,18 W / m²K

Dach: 0,09 W / m²K (mit Kollektor)

Verglasung: 0,4 W / m²K

Bauwerkskosten: 40.000 ÖS / m² WNF (ohne Berücksichtigung der Eigenleistung)

Haustechnik:

HWB: 6,6 kWh / m²a (Simulation mit WAEBED)

Heizung: solares Heizungssystem, Niedertemperaturflächenheizungen (Wand, Decke, Boden)

Lüftung: kontrollierte Lüftung mit integrierter Erwärmung der Zuluft

Solarthermie: 80 m² Sonnenkollektoren am Dach mit 75.000 Liter Pufferspeicher

Wassernutzung: Installation eines Nutzwasserkreislaufes

Rechnerische Untersuchung der Nutzereinflüsse auf den Heizwärmebedarf

Modellierung

Modelliert wird das ganze Haus, wobei neben dem beheizten Wohnbereich noch der Wintergarten, der Spitzboden und der Keller als unbeheizte Pufferräume in Ihrer Auswirkung auf den Heizwärmebedarf detailliert berücksichtigt werden.

Simulation

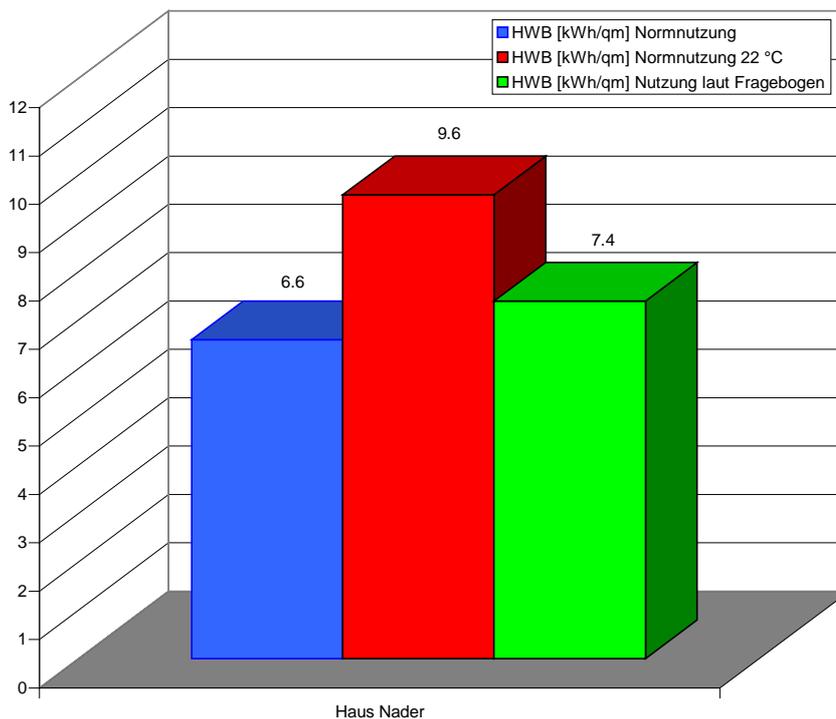


Abb. 3.7: Mittels Simulation errechnete bruttoflächenbezogene Heizwärmebedarfs-Werte unter Annahme unterschiedlicher Nutzungsbedingungen.

Interpretation

- Der Einfluß der per Fragebogen erhobenen Nutzungsdaten auf das Berechnungsergebnis ist klein, da die Vorzugstemperatur im Wohnbereich mit 20 °C angegeben wurde und die Personenbelegung jener der Normnutzung nahe kommt.
- Im Falle einer Erhöhung der mittleren Innenlufttemperatur von 20 °C auf 22 °C würde der Heizwärmebedarf um 45 % ansteigen.
- Zum Heizenergieverbrauch liegt die Information vor, daß im Winter 1997/98 das Haus Nader ausschließlich mit der Solaranlage beheizt wurde, wobei die Temperatur im Warmwasserspeicher nie unter 60 °C sank (Streicher, W., 1998). Die Simulation unter den angegebenen Nutzungsbedingungen liefert für den Winter 1997/98 einen

bruttoflächenbezogenen Heizwärmebedarf von $4,9 \text{ kWhm}^{-2}$. Dieser Heizwärmebedarf ist 67% des im langjährigen Schnitt zu erwartenden Bedarfswertes ($7,4 \text{ kWhm}^{-2}$). Es ist davon auszugehen, daß auch in Jahren, die dem langjährigen Schnitt ähneln, eine solare Volldeckung erreicht werden kann.

Qualitative Auswertung

Datengrundlage

Ein qualitatives Interview mit dem Bauherrn (teilweise war auch die Baufrau anwesend) wurde im Juni 2000 geführt. Weiters werden die Ergebnisse eines zusätzlichen telefonischen Interviews mit dem Bauherrn mit berücksichtigt.

Motive (dieses Haus mit diesem Technologiemix zu errichten)

Bereits zu Beginn des Bauprojektes stand für die Bauleute fest, daß sie ein Haus errichten wollten, das mit den erneuerbaren Energiequellen Sonne und Holz beheizt werden kann. Die Entscheidung, ein Haus mit vollsolarer Heizung zu bauen, entstand schrittweise während der Phase, in der ein Grundstück gesucht wurde. Zunächst war an eine Solaranlage zur Warmwasserbereitung, danach an eine etwas größere Anlage zur teilsolaren Raumheizung gedacht. Den entscheidenden Anstoß, in Richtung vollsolare Deckung des Heizenergiebedarfs zu gehen, bekam der Bauherr auf einer Veranstaltung der Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energie, während der Herr Jenni aus der Schweiz sein vollsolar beheiztes Haus vorstellte: „*Da ist die Idee entstanden, eigentlich könnten wir das in Österreich auch machen*“ (Bauherr). Als Motive für dieses Gebäude stehen also auf der einen Seite ein relativ hohes Energie- und Ökologiebewußtsein, das sich sowohl in der Absicht, erneuerbare Energieträger zu nutzen, als auch in der relativ konsequenten Verwendung von ökologisch unbedenklichen Baumaterialien, weitestgehend aus heimischer Produktion, manifestierte. Auf der anderen Seite spielte der Reiz, zum ersten Mal in Österreich ein Gebäude mit einem vollsolaren Heizsystem zu verwirklichen, eine große Rolle: „*Das mit 100 % Deckung, das ist klar, das war der Reiz, das auszuprobieren*“ (Bauherr). Die Entscheidung, auch eine Anlage zur kontrollierten Wohnraumlüftung einzubauen, fiel erst zu einem relativ späten Zeitpunkt während der Bauphase. Der Frage, ob eine derartige Anlage eingebaut werden sollte, war vor der Entscheidung bereits längere Zeit in Diskussion, entscheidenden Ausschlag für den Einbau gab schließlich die Beeinflussung durch den ausführenden Installateur.

Zufriedenheit (mit der Wohnsituation und den eingesetzten Energietechnologien)

Die Zufriedenheit der Bauleute mit dem Gebäude und den darin eingesetzten Technologien ist sehr hoch: „*Wir sind mit dem ganzen, wie wir es gebaut haben, das Haus, und natürlich auch mit dem ganzen Energiesystem sehr zufrieden*“ (Bauherr). Es ist gelungen, einen hohen Bedienungskomfort (wenig Eingriffsnotwendigkeiten in dem weitgehend automatisierten Heiz- und Lüftungssystem) mit einer hohen Behaglichkeit, die durch das vom Wandheizsystem bewirkte angenehme Strahlungsklima begünstigt wird, zu verbinden. Auch die Zufriedenheit mit der Lüftungsanlage ist hoch: „*Ohne daß ich schau, habe ich immer meine Luftqualität*“ (Bauherr). Zu geringe Luftfeuchtigkeit im Winter ist gemäß der Ansicht des Bauherrn nicht gegeben, auch besteht keine Belästigung durch die Geräuschentwicklung der Anlage, wobei der Befragte einräumt, daß es wichtig ist, schalldämpfende Maßnahmen zu treffen. Die Aufwirbelung von Staub durch die Lüftungsanlage wird vom Befragten als problematischer Punkt angeschnitten, wobei diese durch entsprechend niedrige Einstellung der Strömungsgeschwindigkeit auf ein erträgliches Maß gesenkt werden kann. Der Befragte betont, daß auch bei Radiatorheizungen der Aspekt der Staubaufwirbelung ein Problem darstellt.

Im Falle eines hypothetischen Neubaus erwähnt der Bauherr zwei Punkte, die er anders machen würde: Erstens die Verwendung von Leimbindern für die Sparren des Kollektorfeldes, da die Sparren in der jetzigen Ausführung sich mit Temperaturänderungen verformen, zweitens eine um ca. 15 – 20 % kleinere Dimensionierung des Speichers sowie des Kollektorfeldes.

Nutzerverhalten³¹

Dank der automatisierten Regelung der Heizungsanlage sind kaum Eingriffe der Nutzer im alltäglichen Betrieb notwendig. Die Temperaturregelung erfolgt durch Einzelraumregelungen, die Wohnräume sind auf 20 Grad, die Schlaf- und Kinderzimmer auf 18 Grad eingestellt. Wichtig ist hier anzumerken, daß es sich bei diesen Angaben um die Temperatur der Wandinnenoberfläche handelt und ein Raum mit 20 Grad Wandinnentemperatur und 20 Grad Lufttemperatur eine höhere Behaglichkeit bewirkt als ein Raum mit gleicher Lufttemperatur und geringerer Wandinnentemperatur. Die Heizung ist zwar in der Nacht ausgeschaltet, aufgrund der sehr guten Dämmung und der hohen Speichermasse im Haus führt dies praktisch nicht zur Absenkung der Raumtemperatur in der Nacht. Dieser Aspekt wird von den Bauleuten besonders in Relation zu einer früheren Wohnerfahrung in einem Haus, in dem die Temperatur in der Nacht sehr stark abfiel, wenn nicht geheizt wurde, positiv betont.

Die Anlage für die kontrollierte Wohnraumlüftung ist außerhalb der Heizperiode ausgeschaltet und auch im Winter nicht durchgehend in Betrieb. Im Winter ist diese Anlage

³¹ Die qualitative Beschreibung des Nutzerverhaltens basiert hierbei auf den Äußerungen des Bauherrn und der Baufrau.

während der Nacht ständig eingeschaltet, läuft aber nicht kontinuierlich durch, sondern nur während bestimmter Zeitfenster, was durch eine Zeitschaltuhr gesteuert wird. Tagsüber hängt die Betriebsweise der Lüftungsanlage von der äußeren Witterung ab. Wenn es draußen kalt ist, ist in der Regel die Lüftungsanlage in Betrieb und es wird auf Fensterlüftung weitgehend verzichtet, bei milderem Wetter wird die Lüftungsanlage abgeschaltet und über Fenster gelüftet: „*Man ist da nicht so eingeengt, wir lüften schon auch über die Fenster*“ (Bauherr). Das Ein- und Ausschalten der Lüftungsanlage erfolgt manuell. Wenn im Winter über Fenster gelüftet wird, dann in Form einer Stoßlüftung. Für die Zukunft ist geplant, die Lüftungsanlage automatisch über CO₂-Sonden in den Schlafräumen und eine CO₂-Sonde im Wohnbereich zu steuern. Im Durchschnitt läuft die Lüftungsanlage während des Winters ca. vier Stunden pro Tag. Der Filter der Lüftungsanlage wurde bis jetzt alle zwei Jahre gewechselt. Diese lange Einsatzzeit eines Filters wird durch die langen Stillstandszeiten der Anlage begründet.

Die solaren Einträge über den Wintergarten werden im Winter zur Erwärmung des Hauses genutzt, was durch eine offene Architektur begünstigt wird. Trotz der über den Wintergarten ausgeprägten passiven solaren Einträge und trotz des Fehlens von Sonnenschutzvorrichtungen im Wintergarten kommt es zu keiner sommerlichen Überhitzung, was daran liegt, daß von den Möglichkeiten zur Querlüftung im Wintergarten ausreichend Gebrauch gemacht wird.

Nutzerinformation

Der Informationsstand der Bauleute in Bezug auf erneuerbare Energieträger bzw. ökologische Baustoffwahl ist als sehr hoch einzustufen, insbesondere auf seiten des Bauherrn, der in einem technischen Beruf arbeitet und auch einen sehr hohen Eigenleistungsanteil bei der Errichtung des Gebäudes verrichtete. Der Bauherr betont, daß das Informationsniveau und auch das Bewußtsein für energetische und ökologische Fragen im Zuge des Planungs- und Bauprozesses gewachsen sind: „*Durch das, daß wir nicht so konventionell gebaut haben, mußten wir uns viel mehr erkundigen und da sieht man halt noch viel mehr.*“ Wobei mehr Wissen um die Für und Wider verschiedener Optionen nicht unbedingt die Entscheidungsfindung erleichtert, wie ein leicht ironisch gemeinter Kommentar des Bauherrn ausdrückt: „*Je mehr Information man hat, desto schwieriger wird es zu bauen*“.

3.8 Wohnhausanlage Graz-Plabutsch

8052 Plabutsch, Fertigstellung 1997

Dr. Adil Lari
DI Michael Wagner



Verlustminimierung durch Erdüberdeckung im Norden und Optimierung der Sonnenenergiegewinnung durch verglaste südorientierte Fassaden.

Energiekonzept: Weitgehende Erdüberdeckung im Norden, kompakter Baukörper, dämmtechnische Optimierung der Gebäudehülle und Südorientierung des Baukörpers. Die passive Sonnenenergienutzung erfolgt primär durch die nach Süden orientierte Glasfassade. Etwa zwei Drittel der durch Transmission verlorenen Wärmeenergie können solar abgedeckt werden.

Konstruktion: Das Gebäude ist in Massiv-Bauweise errichtet, Decken und Außenwände bestehen aus Stahlbeton.

Bauteilaufbauten

Außenwand:

0,25 cm Aussenputz / Mörtel
7,5 cm Aussendämmung
22,0 cm Stahlbeton
1,5 cm Innenputz / Mörtel

Dachkonstruktion:

Vegetationsschicht
Filtervlies
Schüttung
Vlies
12,5 cm XPS-G/R
1,0 cm Wurzelschicht u. Dachabd.-bahn
4,0 cm Gefällebeton
20,0 cm Stahlbeton
0,3 cm Innenputz/Mörtel

U - Werte:

Außenwand: 0,50 W / m²K
Boden: 0,70 W / m²K
Dach: 0,17 W / m²K
Verglasung: 1,10 W / m²

Bauwerkskosten: 15.000 ÖS / m² WNF

Haustechnik:

HWB: 26,4 kWh / m²a (Simulation mit WAEBED)

Heizung: Gasbrennwert - Kessel, Wärmeverteilung durch Radiatoren.

Lüftung: Es existieren zwei Belüftungsebenen sowie die Möglichkeit der Querlüftung.

Rechnerische Untersuchung der Nutzereinflüsse auf den Heizwärmebedarf

Modellierung

Als repräsentative Wohnung der Wohnhausanlage wird die Wohnung TOP 17 im 1. OG des 3. Blocks untersucht. Die Wohnung ist nach Süden orientiert und weist eine Nett Nutzfläche von 63 m² auf.

Simulation

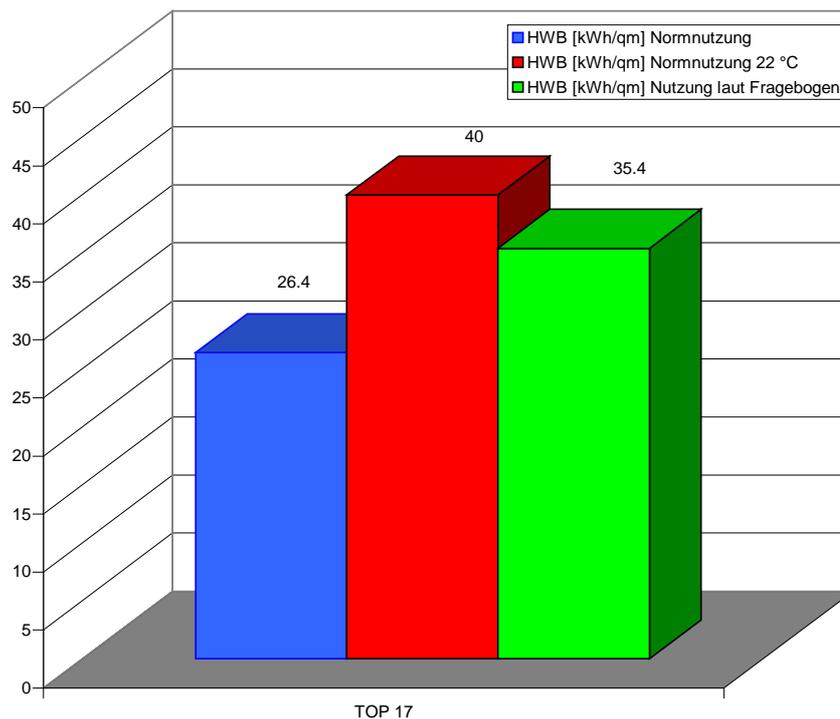


Abb. 3.8: Mittels Simulation errechnete bruttoflächenbezogene Heizwärmebedarfs-Werte unter Annahme unterschiedlicher Nutzungsbedingungen.

Interpretation

- Der Einfluß der per Fragebogen erhobenen Nutzungsdaten auf das Berechnungsergebnis ist erheblich.
- Eine mittlere Innenlufttemperatur von 22 °C würde im Vergleich zur normgemäßen Soll-Temperatur von 20 °C den Heizwärmebedarf um 52 % erhöhen.
- Laut den im Fragebogen festgehaltenen Angaben ist in der untersuchten Wohnung die mittlere Innenlufttemperatur auf 21 °C eingestellt. Der mit den angegebenen Nutzungsdaten errechnete Heizwärmebedarf (grüne Säule) liegt 33% über dem Wert der nach Norm genutzten Wohnung (blaue Säule), jedoch 13 % unter dem Wert, der sich bei Normnutzung mit einer Soll-Innentemperatur von 22 °C einstellen würde (rote Säule).

Qualitative Auswertung der Interviews und Fragebögen

Datengrundlage

Mit Bewohnern der Wohnanlage Plabutsch wurden sieben qualitative Interviews durchgeführt. Folgende Tabelle bietet eine Übersicht über einige Merkmale der Interviews bzw. der Interviewpartner.

Interview Nr.	Geschlecht des / der Interviewten	Anzahl der Haushaltsmitglieder	Kommentare zum Interview
1	W	1	
2	W	2	
3	M	2	
4	M	3	
5	W	4	
6	M	1	
7 (a)	M	3	Beim Interview Nr. 7 waren zwei Personen (Lebenspartner) anwesend
7 (b)	W	3	

Die Interviews mit den Bewohnern wurden im Juni 2000 durchgeführt.

Motive (für die Wohnungswahl)

Für alle Interviewpartner war die sehr günstige Lage der Wohnhausanlage Plabutsch ein wesentliches Motiv für die Entscheidung für eine Wohnung in diesem Bau. Ein Befragter drückt dies so aus: *„Wir haben da in Graz einige - zu dieser Zeit, vergangenes Jahr eben - zur Verfügung stehenden Objekte besichtigt, und wenn man einmal da heroben steht, vergißt man das nicht mehr“*³². Die Lage des Objektes an einem Hang am Waldrand bietet Naturnähe, Ruhe, einen beeindruckenden Ausblick über Graz, aber auch Nähe zur nächsten öffentlichen Verkehrsverbindung. Weitere Gründe, warum die Wahl auf eine Wohnung in dieser Wohnhausanlage fiel, sind die Helligkeit der Wohnungen, ansprechende Architektur, Leistbarkeit (es handelt sich um geförderte Wohnungen), Nähe zum Arbeitsplatz, Nähe zu Verwandten und auch die Attraktivität des Niedrigenergiekonzepts. Die Niedrigenergiebauweise war immerhin für drei der Befragten (aus zwei Haushalten) mit ein Grund, sich für eine entsprechende Wohnung zu entscheiden. Für alle anderen Befragten war dies kein Kriterium für die Wohnungswahl, es wurde aber von diesen zumeist positiv aufgenommen, nachdem sie von dieser Besonderheit des Gebäudes erfahren hatten: *„Es hat uns gefreut, war ganz ein positives Kriterium, aber wir hätten die Wohnungen auch genommen, wenn es das nicht gegeben hätte“*. Einer der Befragten, für den die

³² Bei den kursiven, zwischen Anführungszeichen stehenden Texten handelt es sich um Zitate aus den Interviews mit Bewohnern, falls nicht anders angegeben.

Niedrigenergiebauweise anfangs kein Kriterium war, gibt an, daß er bei einer potentiellen zukünftigen Wohnungssuche verstärkt nach Niedrigenergiehäusern Ausschau halten würde.

Die Werbung für dieses Objekt war in der Wahrnehmung der interviewten Personen nicht besonders ausgeprägt. Einige der Befragten stießen daher eher zufällig auf das Objekt: *„Da muß man eigentlich hinkommen oder darüberfallen, so wie wir eigentlich auch da drübergefallen sind, wir sind mit den Radln vorbeigefahren, haben gesehen, da wird gebaut“*. Daß bei dem Gebäude ein Niedrigenergiekonzept mit passiver und aktiver Solarenergienutzung verwirklicht wurde, war einerseits auf einer Anschlagtafel in der Nähe des Bauplatzes, andererseits in einer Broschüre, die vom Bauträger an Interessenten vergeben wurde, zu erfahren, wobei von seiten des Bauträgers wenig Anstrengung verwendet wurde, diese besondere Bauweise den Interessenten näherzubringen: *„Das war nicht im Vordergrund, daß es ein Energiesparhaus ist, habe ich so nebenbei erfahren, das war aus dem Prospekt heraus dann eigentlich, im Büro eigentlich nicht, da hats gheißn, schauts es euch an“*. Die Werbemaßnahme, auf einer Anschlagtafel das Projekt visuell darzustellen und als „Solarsiedlung“ zu titulieren, weckte zumindest bei zwei Befragten (aus einem Haushalt) Interesse: *„Man hat vor allem unten dieses Plakat gesehen, so wie es einmal ausschauen wird, und das hat uns schon begeistert“* bzw. *„Weil ich erinner mich noch an den Moment, wo ich das gelesen habe und in mir das ein reges Interesse geweckt hat gleich, dieser Ausdruck „Solarsiedlung““*.

Zufriedenheit

- mit der Wohnsituation insgesamt

Alle Interviewpartner sind im wesentlichen mit der Wohnsituation zufrieden, zwei äußern explizit eine sehr hohe Zufriedenheit und praktisch keine Kritikpunkte: *„Da gibts nichts, ich könnte mir keine andere Wohnung mehr vorstellen“*. Bei allen anderen Befragten besteht zwar auch grundsätzlich eine hohe Zufriedenheit, es werden aber auch einige Mängel bzw. Problembereiche erwähnt. Wie bereits unter „Motive“ erwähnt, werden die sehr günstige Lage, der Ausblick, die Helligkeit der Wohnungen, die geringen Betriebskosten, aber auch die Architektur von allen Befragten als positiv wahrgenommen und tragen so zu einer hohen Zufriedenheit bei. Bezüglich der baulichen Ausführung der Wohnungen, aber auch bezüglich der Funktionstüchtigkeit der eingesetzten Energietechnologien (siehe unter „Zufriedenheit mit den eingesetzten Energietechnologien“) wird zumindest von einigen der befragten Bewohner Kritik geäußert.

An Baumängeln werden die Unebenheit des Estrichs (zweimal), undichte bzw. mangelhaft eingehängte Außentüren (dreimal), Kondenswasserbildung unter einer Lichtkuppel (einmal) sowie Undichtheit des Daches nach einem starken Regenguß³³ (einmal) angeführt. Zwei der Befragten hätten sich einen anderen Grundriß gewünscht, einer hätte sich eine etwas breitere Wohnung im Vergleich zur Länge der Wohnung gewünscht: *„... und dadurch daß eine Wand*

³³ Es soll in eine Wohnung, in der kein Interview geführt wurde, Wasser vom Dach eingedrungen sein.

nur aus Glas besteht, hat man oft das Gefühl, wenn man nicht so frontal zum Glas schaut, sondern seitlich dazu, es kippt alles, vom Wohngefühl her kein statisch ruhendes Gefühl“. Bezüglich der Raumaufteilung wird von den Interviewpartnern eines befragten Haushalts positiv hervorgehoben, daß Mitbestimmung bezüglich der Raumaufteilung möglich war, wenn man sich früh genug angemeldet hatte und bereits eine Anzahlung für die Wohnung geleistet hatte. Als weiterer baulicher Änderungswunsch wird geäußert, daß die Garage als Tiefgarage hätte konzipiert werden können, weil dann die Fläche für die Garage anders nutzbar gewesen wäre.

Ein wesentlicher Konfliktpunkt innerhalb der Bewohner der Wohnanlage, der das nachbarschaftliche Klima beeinträchtigt und dadurch auch zumindest teilweise die Zufriedenheit gedämpft hat, ist die Regelung der Zuordnung der Grünflächen, die hangseitig hinter den Wohnungen liegen. Ursprünglich existierte in diesem Bereich eine durchgängige Grünfläche ohne Bepflanzungen, welche heute zum Teil Bereiche abgrenzen. Es war ursprünglich im Mietvertrag festgeschrieben, daß diese Fläche eine Allgemeinfläche ist, die von allen Bewohnern genutzt werden kann. Dennoch begannen nach einiger Zeit einzelne Mietparteien, insbesondere solche, die Fenster zur Grünfläche hatten und nicht durch etwaige nachbarliche Blicke gestört werden wollten, mit dem Pflanzen von Hecken, um Bereiche abzugrenzen. Zur Verwirrung der Situation und Zuspitzung des Konflikts trugen in der Folge zwei widersprüchliche Schreiben der Hausverwaltung an die Bewohner bei. Die Bewohner der Siedlung sind bezüglich dieses Problems in verschiedene Gruppen gespalten: erstens eine Gruppe, die vehement eine eindeutige, auch durch Hecken abgrenzbare Zuordnung von Grünflächen pro Wohneinheit fordert, zweitens eine, die eine Kompromißvariante zwischen individueller Zuordnung und allgemeiner Nutzung anstrebt und auch einige Vorschläge in diese Richtung ausgearbeitet hat, und schließlich eine Gruppe, die sich in keiner der beiden oben genannten Gruppen engagiert und hofft, daß bald eine verbindliche Lösung gefunden wird. Mittlerweile ist es zu einer Abstimmung innerhalb der Siedlung über zwei verschiedene Nutzungsvarianten gekommen, die jedoch nicht zu einer Klärung des Konflikts beitragen konnte: *„Es ist zu Schreiduellen gekommen. Es war von ein paar Leuten keine Tendenz da, eine gemeinsame Lösung zu finden“.* Zum Zeitpunkt der Interviews stand eine zweite Abstimmung, mit der eine endgültige Entscheidung getroffen werden soll, kurz bevor. Unabhängig vom Ausgang der Abstimmung ist offensichtlich, daß dieser Konfliktprozeß ungünstig verlaufen ist und das anfangs gute nachbarschaftliche Klima darunter gelitten hat.

Die Zuordnung von Grünflächen ist zweifellos ein wesentlicher Punkt, der rechtzeitig von der Hausverwaltung (ev. unter Mieterbeteiligung) durchdacht werden muß, danach ist für eine verbindliche Vereinbarung und für die Einhaltung dieser Vereinbarung zu sorgen. Ein weiterer, jedoch nicht im selben Ausmaß kritischer Punkt, welcher noch ungeregelt ist, ist die Nutzung des Regenwassers, das in Behältern gesammelt wird.

- mit den eingesetzten Energietechnologien

Grundsätzlich sind die befragten Mieter mit dem Energiekonzept und den Energietechnologien zufrieden, es werden aber auch einige Kritikpunkte geäußert. Positiv wahrgenommen werden die passive Nutzung der Sonnenenergie, die es ermöglicht, daß an kalten, aber sonnigen Wintertagen kaum zugeheizt werden muß, sowie generell die Möglichkeit, mit geringem Heizenergiebedarf und geringen Betriebskosten die Wohnung betreiben zu können: „*Voller Luxus diese Temperaturen bei wenig aufgedrehter Heizung*“. An den Jalousien wird angenehm empfunden, daß diese in Winternächten in geschlossenem Zustand eine wärmedämmende Funktion haben sowie die Möglichkeit, sich der automatischen Jalousiensteuerung bei Abwesenheit zu bedienen. Andererseits wird an den Jalousien bemängelt, daß die automatische Steuerung derselben vor allem im ersten halben Jahr nicht fehlerfrei funktioniert hat und diese auch zum Zeitpunkt der Interviews noch nicht die volle angekündigte Funktionalität entfaltet (in Bezug auf die Steuerung der Lamellen). Weitere Kritikpunkte am Energiesystem betreffen die Verfügbarkeit von Warmwasser und die Funktion der Heizung. In zwei befragten Haushalten wird bemängelt, daß das Warmwasser mit einer relativ großen Zeitverzögerung kommt. In einem dieser zwei Haushalte wurde auch die Beobachtung gemacht, daß die Warmwassertemperatur während der Benutzung starken Schwankungen unterliegen kann: „*von richtig kalt bis unangenehm heiß*“. In der ersten Zeit nach Einzug war es auch so, daß einige Haushalte in Zeiten hohen Warmwasserbedarfs gar kein Warmwasser erhielten – ein Mangel, der inzwischen behoben wurde.

In einem Haushalt konnte an kalten nebligen Tagen mit den zur Verfügung stehenden Heizkörpern nicht die gewünschten Raumtemperaturen erreicht werden. Nach mehrmaligem Urgieren wurde dieser Mangel behoben. In allen anderen befragten Haushalten bestand dieses Problem nicht. Abgesehen von diesen technischen Mängeln werden noch zwei Änderungswünsche bzw. Kritikpunkte angesprochen. Einerseits wird von einer Mieterin der Wunsch nach mehr energieverbrauchsbezogenem Feedback geäußert („*Das ist etwas, was ich bis jetzt noch nicht habe, jetzt für dieses Projekt da, was erspart man sich z.B. für die Wasseraufbereitung allein*“), ein Befragter hätte sich gewünscht, daß auch die Heizung (und nicht nur die Warmwasserbereitung) teilweise mit Sonnenenergie betrieben würde.

Nutzerverhalten³⁴

Die wesentlichen Regelungsmöglichkeiten, welche die Bewohner in der Wohnanlage Plabutsch für die Beeinflussung der Raumtemperatur und der Luftqualität in den Innenräumen haben, sind die Einstellung der Regler auf den einzelnen Heizkörpern, die Justierung der Außenjalousien und die Fensterlüftung.

Die Temperatur in den Wohnräumen bewegt sich bei den befragten Haushalten zwischen 20 und 23 Grad, bei vier Haushalten zwischen 22 und 23 Grad. Bezüglich unterschiedlicher Temperaturregelung der einzelnen Räume besteht keine deutliche Tendenz, in vier Haushalten werden alle Räume auf gleicher Temperatur gehalten, in drei Haushalten wird zwischen

³⁴ Die qualitative Beschreibung des Nutzerverhaltens basiert hierbei auf den Äußerungen der Befragten.

Wohn- und Schlafräumen differenziert. Für die gesamte Anlage wird eine Nachtabsenkung durchgeführt, teilweise auch noch zusätzlich von den Nutzern über die Regelung der Heizkörper, insgesamt ergibt sich eine (von den Befragten abgeschätzte) Absenkung der Raumtemperaturen von 1 bis 3 Grad während der Nacht. Es gelingt allen Befragten, ihre Wunschtemperaturen zu realisieren. Bei stärkerer Sonneneinstrahlung im Winter werden oft, falls jemand anwesend ist, die Heizkörper zurückgedreht. Vier der befragten Haushalte geben an, während des Winters meistens nur einen Teil der Heizkörper aufzudrehen.

Die Außenjalousien können entweder händisch justiert werden oder es kann auf Automatikbetrieb umgeschaltet werden. Es fällt auf, daß die Tendenz besteht, die Außenjalousien händisch zu bedienen, falls jemand Zuhause ist. In einem Haushalt, in dem in der Regel tagsüber und am Wochenende niemand anwesend ist, wird während des Großteils der Zeit von der Automatik Gebrauch gemacht. In speziellen Fällen wird dann aber doch händisch nachgeregelt: *„Wenns in der Übergangszeit von Automatik geschlossen wird, mach ichs auf, damit ich Licht krieg.“* Bei längerer Abwesenheit würden alle Befragten auf Automatikbetrieb umstellen. Ansonsten werden individuelle Strategien bezüglich beibehaltenen Öffnungszustand, Lamellenstellung etc. verfolgt. Bezüglich des Vermeidens von sommerlicher Überhitzung mit Hilfe der Jalousien wurden durchwegs gute Erfahrungen gemacht: *„Überraschender Weise es war sehr angenehm, wenn die Jalousien herunter waren, hat sehr gut funktioniert, auch bei größter Hitze“.* Der sommerlichen Überhitzung konnte trotzdem nicht immer vorgebeugt werden, was daran liegt, daß vergessen wurde, die Jalousien zu schließen oder auf Automatikbetrieb umzustellen oder bewußt die Jalousien oben gelassen wurden, um die Aussicht zu genießen.

Die dominierende Lüftungsstrategie unter den Befragten im Winter ist die Stoßlüftung (in fünf Haushalten Stoßlüftung, in zwei Haushalten sind die Fenster längere Zeit gekippt oder geöffnet). Die Stoßlüftung wird in der Regel fünfmal oder öfter pro Tag durchgeführt und es besteht die Tendenz, möglichst viel aufzumachen, um einen guten Durchzug zu erreichen.

Im Sommer und in der Übergangszeit bei Schönwetter dominieren lange Fensteröffnungszeiten. In zwei Haushalten wurde im Winter trockene Luft wahrgenommen, wobei in einem Fall diesem Umstand mit dem Aufhängen von feuchten Tüchern begegnet wurde, in zwei Haushalten wurde keine zu trockene Luft im Winter wahrgenommen, in den Interviews mit den übrigen Haushalten wurde Lufttrockenheit nicht thematisiert.

Maßnahmen zur Nutzerinformation und –schulung

Im Herbst 1999, ca. ein halbes Jahr nach Bezug der Wohnanlage durch die Mieter und zu Beginn der ersten Heizperiode, wurde eine Informationsveranstaltung, zu der alle Mieter eingeladen waren, abgehalten. Die Referenten auf dieser Veranstaltung waren ein Experte der TU Graz, ein Vertreter des Bauträgers sowie der planende Architekt. Es wurde während dieser Veranstaltung auf die baulichen Besonderheiten der Wohnanlage eingegangen und Tips für die Nutzer bezüglich Heizungsregelung, Lüftung und Bedienung der Jalousien gegeben. Es wurden auf dieser Veranstaltung auch schriftliche Informationen verteilt, einerseits ein Falter zur Nutzerinformation, der sich speziell auf die Wohnanlage bezog, andererseits eine kurze allgemein gehaltene Broschüre zum Lüftungsverhalten.

Teilweise gab es auch mündliche Informationsübermittlung bei der Wohnungsübergabe, dies dürfte jedoch nicht einheitlich erfolgt sein, da sich nicht alle Befragten an ein einführendes persönliches Gespräch erinnern können.

Auswirkungen der Maßnahmen zur Nutzerinformation und –schulung

Die oben erwähnte Informationsveranstaltung, welche im Herbst 1999 abgehalten wurde, wird von den Befragten durchwegs positiv bewertet: „*Dort sind relativ interessante Dinge dabeigewesen, was unsereiner als Otto Normalverbraucher gar nicht auf die Idee kommt, daß es so ist oder so sein könnte*“. Bemängelt wird an dieser Veranstaltung, daß diese relativ kurzfristig angekündigt wurde und außerdem zu einem nicht besonders günstigen Zeitpunkt angesetzt war, so daß viele Mietparteien bei dieser Veranstaltung nicht anwesend waren. Von den Befragten nahmen allerdings alle bis auf einen daran teil. Alle Befragten geben an, zumindest einen Informationsfalter erhalten zu haben, wobei hier meistens die allgemein gehaltene Lüftungsbroschüre erwähnt wird, seltener der speziell auf die Wohnanlage zugeschnittene Informationsfalter.

Wie bereits unter „Nutzerverhalten“ erwähnt, wird in 5 der 7 befragten Haushalte nach der sowohl in der Veranstaltung als auch in den Informationsbroschüren empfohlenen Strategie gelüftet. Inwieweit dies durch die Informationsaktivitäten mit beeinflußt war, läßt sich aus dem zur Verfügung stehenden Interviewmaterial nicht nachvollziehen bis auf den Fall eines Haushalts, wo die Fenster im Falle einer (Stoß-)Lüftung wesentlich kürzer als früher offengehalten werden. Zur möglichst flächendeckenden Informationsweitergabe sollte die Informationsveranstaltung, wie sie im Herbst 1999 abgehalten wurde, mindestens einmal wiederholt werden. Es gab diesbezüglich auch schon Anfragen von Mietern an den Bauträger, zum Zeitpunkt der Interviews war aber noch nicht bekannt, ob eine Informationsveranstaltung wieder abgehalten wird. Weiters wäre zu begrüßen, wenn die Mieter, wie dies auch von einer Befragten gewünscht wurde, Rückmeldungen (Feedback) über ihren Heiz- und Warmwasserverbrauch bekämen. Als günstig für Feedback-Information können graphische Aufbereitung und Vergleichsmöglichkeiten beispielsweise zum Vorjahresverbrauch und / oder zu vergleichbaren Wohnungen in der Anlage erachtet werden.

3.9 Siedlung Gleisdorf

8200 Gleisdorf, 1998
DI Reinberg



Das Projekt besteht aus einem Bürogebäude und zwei Reihenhauszeilen mit je drei Häusern als Musterprojekt für die Entwicklung eines Fertigteilhauskonzeptes.

Energiekonzept: Alle Baukörper sind mit der Längsfassade nach Süden orientiert. Gegenseitige Beschattung wurde vermieden. Die Wandkonstruktion erlaubt einen hohen Vorfertigungsgrad. Der Komplex wird mit einer solaren Raumheizungsanlage und einer zentralen Pelletsanlage über ein Nahwärmenetz versorgt. Eine netzgekoppelte Photovoltaikanlage produziert einen Teil des benötigten elektrischen Stromes.

Konstruktion: Fertigteil-Holzbausystem mit Vollwärmeschutz. Die Elemente wurden sowohl in Decken- als auch im Wandbereich eingesetzt.

Bauteilaufbauten:

Außenwand:

1,25 cm Gipskartonplatte
10,0 cm Dickholzplatte
10,0 cm Wärmedämmung (Pevathmern)
10,0 cm Wärmedämmung (Diffutherm)
0,5 cm Silikatputz

Dachkonstruktion:

44,0 cm Trapezblech, Dachpappe
2,5 cm volle Schalung
5,8 cm Konterlattung
35,0 cm Heraklan KP + Lattung
10,0 cm Dickholzplatte
1,4 cm gehobelte Fichte

U - Werte:

Außenwand: 0,17 W / m²K
Kellerdecke: 0,14 W / m²K
Dach: 0,11 W / m²K
Verglasung: 0,40 W / m²K

Errichtungskosten: 19.500 ÖS / m² WNF

Haustechnik:

HWB: 26,2 kWh / m²a - 29,6 kWh / m²a (Simulation mit WAEBED)

Heizung: zentraler Pelletsöfen mit 40 kW, Niedertemperatur-Heizsystem mit Wand- und Fußbodenheizung; passive Sonnenenergienutzung durch den Wintergarten

Lüftung: Kontrollierte Be- und Entlüftungsanlage mit Erdreichwärmetauscher.

Photovoltaikanlage: Eine netzgekoppelte Photovoltaikanlage mit 1,4 kWp bringt einen Ertrag von etwa 1300 kWh pro Jahr.

Solaranlage: Solaranlage nach dem Low-Flow-Prinzip mit Heizungseinbindung. Von den insgesamt 233 m² Kollektoren befinden sich ca. 1/3 am Bürogebäude und bilden mit den Kollektoren der Wohngebäude eine gemeinsame Anlage. Die Anlage deckt ca. 80% des Warmwasserbedarfes und 50% des Heizungsbedarfes. 14 m³ Pufferspeicher.

Brauchwassernutzung: durch gesammeltes Regenwasser.

Rechnerische Untersuchung der Nutzereinflüsse auf den Heizwärmebedarf

Modellierung

Aus der Siedlung wird ein Bürogebäude und ein Wohnhaus herausgegriffen. Das Bürogebäude ist ein einzeln stehendes Haus mit südorientiertem Wintergarten und angegliedertem Bürotrakt. Das untersuchte Wohnhaus ist Teil eines Reihenhauses mit nach Süden orientiertem Wintergarten, der das Reihenhaus nach Westen hin abschließt (Randtyp).

Simulation

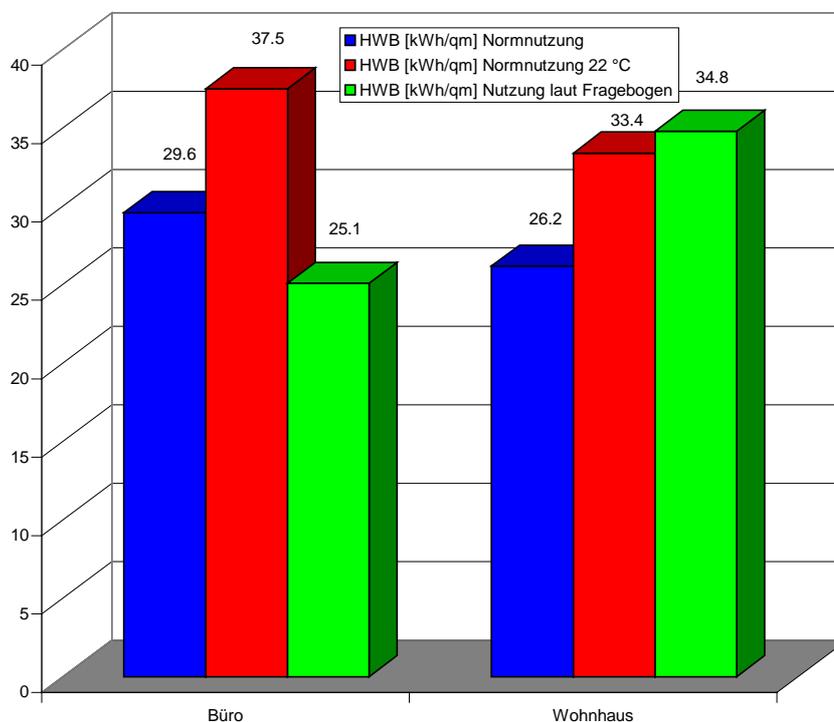


Abb. 3.9: Mittels Simulation errechnete bruttoflächenbezogene Heizwärmebedarfs-Werte unter Annahme unterschiedlicher Nutzungsbedingungen.

Interpretation

- Der Einfluß der per Fragebogen erhobenen Nutzungsdaten auf das Berechnungsergebnis ist erheblich.
- Ein Hinaufsetzen der Innenlufttemperatur von 20 °C auf 22 °C würde sowohl beim Bürohaus wie auch beim Wohnhaus eine Erhöhung des Heizwärmebedarfs um 27% bewirken.
- Der für das Bürogebäude unter Vorgabe der aus dem Fragebogen abgeleiteten Nutzung berechnete Heizwärmebedarf (grüne Säule) ist um 15% kleiner als der mit Normnutzung

und einer Soll-Innentemperatur von 20 °C (blaue Säule) errechnete Wert. Grund hierfür ist die lt. Fragebogen sehr hohe Personenbelegung des Bürogebäudes. Für das Bürogebäude wird eine Soll-Temperatur von 20 °C angegeben.

- Der Heizwärmebedarf des Wohngebäudes mit der nach dem Fragebogen abgeleiteten Nutzung ist um 4% höher als jener mit Normnutzung und 22 °C Innenlufttemperatur, obwohl die Soll-Temperatur mit 21 °C angegeben wurde. Grund für den hohen Heizwärmebedarf ist die geringe Personenbelegung (Ein-Personen-Haushalt).

Qualitative Auswertung

Datengrundlage

Zum Zeitpunkt der Interviews (Juni 2000) lagen noch wenig Nutzererfahrungen vor – ein Reihenhaus wurde von September 1999 bis März 2000 von einer im benachbarten Büro der Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energie (AEE) arbeitenden Praktikantin bewohnt, ein weiteres Reihenhaus wurde nur sehr sporadisch bewohnt, in einem dritten Reihenhaus war eine Familie erst vor kurzem eingezogen. Mit der bereits oben erwähnten Praktikantin wurde ein qualitatives Interview durchgeführt. Dieses Interview bildet die wesentliche Grundlage für diesen Text, weiters werden relevante Teile aus einem Interview mit Werner Weiss (betraut mit Geschäftsführung und Projektmanagement bei der AEE) mitberücksichtigt.

Die folgenden Ausführungen sind vor dem Hintergrund der geringen Verfügbarkeit von qualitativen Interviewdaten bzw. von Nutzererfahrungen in dieser Reihenhaussiedlung generell zu sehen und können daher kein umfassendes Bild vermitteln, aber einige Facetten im Zusammenhang mit der Nutzung dieser Gebäude aufzeigen.

Motive (für die Wahl eines Reihenhauses)

Die Interviewpartnerin, die ein Praktikum im Rahmen eines freiwilligen ökologischen Jahres bei der AEE absolvierte, bekam das Reihenhaus von einem Mitarbeiter der AEE als vorübergehende Wohnmöglichkeit zur Verfügung gestellt.

Der bereits oben erwähnte Nutzer, der nur sporadisch sein Reihenhaus bewohnt, kaufte – gemäß einer Auskunft von Werner Weiss (AEE) - vor allem aus ästhetischen Gründen ein „Sundays“ Reihenhaus, d.h. er fand die architektonische Gestaltung besonders ansprechend. Die energetischen Eigenschaften des Gebäudes spielten überhaupt keine Rolle bei der Kaufentscheidung für diesen Nutzer.

Zufriedenheit

- mit der Wohnsituation insgesamt

Die Wohnsituation wird von der Interviewpartnerin ambivalent bewertet: einerseits wird die Offenheit sowie die Helligkeit bedingt durch die großzügige Südverglasung positiv bewertet sowie das energiesparende Konzept von der einschlägig interessierten Praktikantin geschätzt („*Das Bewußtsein in was gescheitem zu wohnen, macht schon viel aus*“³⁵), andererseits werden diese positiv erlebten Eigenschaften durch die Möglichkeit des Einblicks in den Wohnbereich der ersten Reihenhauszeile vom nahestehenden Bürogebäude der AEE aus getrübt. Diese Problematik wird dadurch verschärft, daß aufgrund unterschiedlicher Arbeitszeiten der Mitarbeiter das Büro ca. von 6 bis 24 Uhr zumindest teilweise besetzt ist.

Die Interviewpartnerin findet also grundsätzlich das Energiekonzept und die architektonische Ausführung des Gebäudes für gelungen, würde aber ein Gebäude wie dieses an einem Standort plazieren, wo wesentlich mehr Blickschutz gewährleistet ist: „*Das wäre eher für freistehend geeignet.*“

- mit den eingesetzten Energietechnologien

Wie bereits oben erwähnt, ist die Befragte grundsätzlich mit dem Energiesystem zufrieden, insbesondere die Besonnbarkeit wird von ihr hervorgehoben: „*Besonders angenehm ist einmal sicher, daß ständig viel Sonne da ist, wenn man will, wenn man sie hereinläßt sozusagen durch die Jalousien*“. In einigen Detailbereichen des Energiesystems gab bzw. gibt es allerdings Probleme: Die Ausführung der Jalousien wird bemängelt, insofern diese sich nicht immer anstandslos auf- und abbewegen lassen und auch wenig belastbar sind. Die nicht einwandfreie Funktion der Jalousien hängt auch damit zusammen, daß diese für den horizontalen Betrieb konzipiert sind, in den „Sundays“ Reihenhäusern sind die Südverglasungen aber leicht schräg gestellt. Weiters waren Lüftungsklappen defekt, wurden aber inzwischen repariert, und zu Beginn der Heizperiode funktionierte die Heizung nicht, was gemäß einer Auskunft von Werner Weiss auf ein regelungstechnisches Problem zurückzuführen war. Die Luftqualität wurde von der Befragten als gut eingestuft, Probleme mit Lufttrockenheit gab es keine, auch die Geräuschentwicklung der Abluftanlage wurde als unproblematisch empfunden, diese Anlage wurde allerdings von der Befragten auf niedrigster Stufe betrieben.

³⁵ Bei den kursiven, zwischen Anführungszeichen stehenden Texten handelt es sich um Zitate aus dem Interview mit der Bewohnerin, falls nicht anders angegeben.

Nutzerverhalten³⁶

Die Regelung der Raumtemperatur kann über Raumthermostate vorgenommen werden, welche auch programmierbar sind. Die Interviewpartnerin machte von dieser Programmiermöglichkeit der Thermostate (Einstellen verschiedener Temperaturverläufe während eines Tages) Gebrauch und realisierte auch eine Absenkung der Temperatur während der Nacht. Während des Winters verzichtete sie auf Fensterlüftung und lüftete nur über die kontrollierte Be- und Entlüftung (die Zuluft wurde über Erdregister und Wintergarten geführt, die Abluft über einen Abluftventilator abtransportiert) und war - wie bereits oben erwähnt - mit der Luftqualität zufrieden.

Von der Befragten wurde versucht, die manuell betätigbaren Jalousien so einzusetzen, daß die passiven Sonnenenergiegewinne möglichst gut zur Erwärmung der Wohnräume genutzt wurden bei weitestgehender Vermeidung einer Überwärmung der Wohnräume. Überwärmung im Winter sei *„mit ein bisserl Überlegung, mit ein bisserl Wetterbericht hören“* vermeidbar.

Maßnahmen zur Nutzerinformation und –schulung

Die Interviewpartnerin bekam keine spezielle Einführung in die Nutzung des Gebäudes, konnte aber durch ihre Arbeit im Büro der AEE den direkten Zugang zu Information gut nutzen und hatte daher keine Probleme, an die für sie relevanten Informationen heranzukommen.

Laut Werner Weiss ist aber in Zukunft geplant, für „gewöhnliche“ Nutzer Einschulungen durchzuführen: *„Grundsätzlich ist es schon sinnvoll das zu tun und wird auch passieren. Aber das ist bis jetzt in der Form, bedingt durch die Geschichte, halt nicht passiert.“*

³⁶ Die qualitative Beschreibung des Nutzerverhaltens basiert hierbei auf den Äußerungen der Befragten.

3.10 Wohnhausanlage Brünnerstraße

1210 Wien, 1993-1996
Reinberg Treberspurg Raith



Die gesamte Anlage besteht aus einem dreihundert Meter langen, fünfgeschossigen Riegel, der die exakt gegen Süden ausgerichtete dahinterliegende dreigeschossige Kammbebauung gegen die Brünnerstraße abschottet.

Energiekonzept: Die Beheizung der Anlage erfolgt grundsätzlich mittels Fernwärme. Durch die präzise Südost-Orientierung aller Aufenthaltsräume und durch die zu einem grossen Teil verglasten, südlich orientierten Erker wird ein maximaler Gewinn an passiver Sonnenenergie erzielt. Zusätzlich wurden reichlich Wärmedämmung, Wärmeschutzverglasung für große Fensterflächen und eine Wärmerückgewinnung aus dem Be- und Entlüftungssystem eingesetzt.

Konstruktion: Der Riegel wurde in Stahlbetonbauweise, die Kammbebauung mit Hohlziegeln (25cm) errichtet. Als Aussenwanddämmung wurde Steinwolle (10cm) eingesetzt.

Bauteilaufbauten:

Außenwand:

0,5 cm Mineralischer Dünnputz
10,0 cm Steinwolle - Platten
25,0 cm Hohlziegel (Kammbebauung)
bzw. Stahlbeton (Riegel)
1,5 cm Putz

Dachkonstruktion:

0,5 cm Dachpappe, Blechdeckung
2,5 cm Rauhe Schalung
4,0 cm Hinterlüftung
6,0 cm Steinwolle zw. Sparren
12,0 cm Steinwollgedämmfilz
Dampfbremse
20,0 cm Stahlbetondecke in Gefälle
Spachtelung

U - Werte:

Außenwand Riegel: 0,34 W / m²K
Außenwand Kammbebauung: 0,36 W / m²K
Laubengang über Wohnung: 0,24 W / m²K
Decke Garage zu beh. Räumen: 0,35 W / m²K
Dach: 0,20 W / m²K
Verglasung: 1,30 W / m²

Errichtungskosten: 14.115 ÖS / m²

Haustechnik:

HWB: 27,7 kWh / m²a - 33 kWh / m²a (Simulation mit WAEBED)

Heizung: Fernwärme

Lüftung: Wärmerückgewinnung aus Be- und Entlüftungssystem

Rechnerische Untersuchung der Nutzereinflüsse auf den Heizwärmebedarf

Modellierung

Es werden zwei südorientierte Wohnungen untersucht. Die Wohnung TOP 4-18 ist zweigeschoßig und grenzt an das Dach des Gebäudes. Die Wohnung TOP 1-14 liegt hingegen in der Mitte des Gebäudes und ist von anderen Wohnungen umgeben.

Simulation

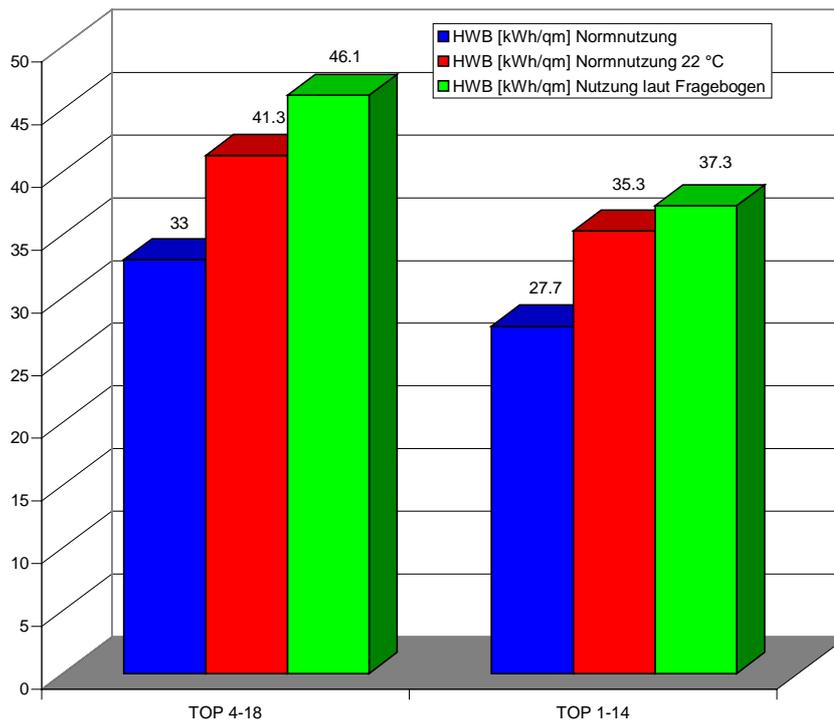


Abb. 3.10: Mittels Simulation errechnete bruttoflächenbezogene Heizwärmebedarfs-Werte unter Annahme unterschiedlicher Nutzungsbedingungen.

Interpretation

- Der Einfluß der per Fragebogen erhobenen Nutzungsdaten auf das Berechnungsergebnis ist erheblich.
- Eine mittlere Innenlufttemperatur von 22 °C erhöht im Vergleich zur normgemäßen Soll-Temperatur von 20 °C den Heizwärmebedarf bei TOP 4-18 um 25 %, bei TOP 1-14 um 28 % .
- Laut den im Fragebogen festgehaltenen Angaben entspricht die Innenlufttemperatur von 22 °C in den zwei untersuchten Wohnungen der vorliegenden Soll-Temperatur.
- Die Lage der Wohnung im Gebäude wirkt sich deutlich beim Heizwärmebedarf aus. Die Wohnung unter dem Dach (TOP 4-18) hat bei Normnutzung mit 22 °C Lufttemperatur

einen um 15% höheren flächenbezogenen Heizwärmebedarf als die Wohnung in Gebäudemitte (TOP 1-14).

Qualitative Auswertung

Datengrundlage

Vier qualitative Interviews wurden mit Bewohnern der Wohnanlage in der Brünnerstraße geführt. Zwei Interviews wurden mit Bewohnern in Wohnungen des langgestreckten Baukörpers an der Brünnerstraße, der im folgenden als „Riegel“ bezeichnet wird, geführt, die restlichen beiden Interviews mit Bewohnern von Wohnungen in den innenliegenden Zeilen (im folgenden werden diese Zeilen als „Kamm“ bezeichnet).

Folgende Tabelle bietet eine Übersicht über einige Merkmale der Interviews bzw. der Interviewpartner.

Interview Nr.	Geschlecht des / der Interviewten	Anzahl der Haushaltsmitglieder	Kommentare zum Interview
1	W	4	Interviewpartner wohnt im Kamm
2	W	2	Interviewpartner wohnt im Kamm
3	M	2	Interviewpartner wohnt im Riegel
4 (a)	M	5	Beim Interview Nr. 4 waren beide Ehepartner
4 (b)	W	5	anwesend, diese wohnen im Riegel

Die Interviews mit den Bewohnern wurden im November 2000 durchgeführt.

Zusätzlich werden Informationen aus persönlichen und telefonischen Gesprächen mit Herrn Dipl. Ing. Hofbauer (Haustechnikplaner für die Wohnanlage Brünnerstraße) mitberücksichtigt.

Motive (für die Wohnungswahl)

Die Motive für die Wahl einer Wohnung in der Wohnanlage Brünnerstraße, die von den Interviewpartnern am häufigsten genannt werden, waren das Bedürfnis nach einer größeren Wohnung sowie die Wertschätzung der Lage am Stadtrand. Für die befragten Bewohner einer Wohnung im Kamm war auch die Möglichkeit, über einen eigenen Garten zu verfügen, ein wichtiger Grund für die Wohnungswahl. Weitere genannte Gründe sind die Leistbarkeit, eine als angenehm empfundene Raumaufteilung sowie die Nähe zu Verwandten, die ebenfalls in dieser Anlage wohnen. Die Niedrigenergiebauweise war für alle Interviewpartner kein

Kriterium bei der Wohnungswahl, diese Bauweise wurde auch gemäß der Wahrnehmung der Befragten nicht werbewirksam eingesetzt.

Zufriedenheit

- mit der Wohnsituation insgesamt

Drei der Interviewpartner sind abgesehen von einzelnen Kritikpunkten bzw. Verbesserungsvorschlägen sehr zufrieden mit der Wohnsituation. Im vierten Haushalt, der im Riegel liegt, sind die befragten Personen eher unzufrieden. Die Unzufriedenheit in dieser Wohnung wird durch mehrere Punkte hervorgerufen:

- die Enttäuschung darüber, daß die im Erdgeschoß liegende Wohnung trotz der relativ großen Fensterflächen nicht so hell ist wie erwartet aufgrund der Abschattung durch die naheliegenden Bauten im Kamm
- die Einsehbarkeit von außen in den Wohnbereich wird als störend empfunden
- das soziale Klima innerhalb der Bewohner der Anlage wird als unbefriedigend erlebt
- an den Heizkörpern wurden bereits des öfteren Thermostatventile kaputt, was dazu führte, daß es nicht ausreichend warm wurde
- die Lüftungsanlage wird als unnötig und in erster Linie kostenverursachend empfunden.

Den Befragten, der im Riegel wohnt und im wesentlichen sehr zufrieden ist, stört hauptsächlich die Ausführung des zur Brünnerstraße hin orientierten Arkadenganges, in dem es im Sommer sehr heiß (ca. 50 Grad) und im Winter sehr kalt werden kann. Er wünscht sich eine Abschattungsmöglichkeit für diesen Gang bzw. den Ersatz dieses Ganges durch einen konventionellen Gang. Zur Zufriedenheit mit der Wohnsituation trägt für diesen Befragten die Raumaufteilung, die relativ freie Aussicht nach Osten, der hohe Grünraumanteil, sowie die kaum vorhandene Wahrnehmbarkeit der Geräusche, die von der Brünnerstraße kommen, bei.

Die Interviewpartner, die im Kamm wohnen, äußern – wie bereits oben erwähnt – eine hohe Zufriedenheit, der Hauptkritikpunkt ist, daß die passive Sonnenenergienutzung von Mitte November bis Mitte Februar kaum bzw. eingeschränkt aufgrund der zu dicht aneinandergebauten Häuserzeilen möglich ist. In der ursprünglichen Planung war vorgesehen, daß der Abstand zwischen den Zeilen ausreichend groß für die passive Sonnenenergienutzung ist, aufgrund eines Wunsches des Bauträgers mußten die Häuserzeilen jedoch enger aneinandergerückt werden.

Ansonsten wird das Leben mit dem Wintergarten von den beiden Befragten im Kamm positiv bewertet (dazu mehr unter „Zufriedenheit mit den eingesetzten Energietechnologien“).

Ein problematischer Punkt scheint in dieser Anlage das soziale Klima unter den Bewohnern im Riegel zu sein, was eine Befragte an dem Beispiel der Nutzung von Gemeinschaftsräumen ausführt: *„Es werden so Hobbyräume vergeben, die nur gewisse Leute benützen dürfen so unter der Hand, und das ist ein Regime, das hier das Sagen hat und alle anderen haben zu schweigen, oder man legt sich an und hat dann irgendwo Konfrontationen, die eigentlich*

*keiner möchte*³⁷. Es lassen sich aber aufgrund des vorhandenen Interviewmaterials keine tiefgehenden Aussagen über Ursachen und Ausmaß der Beeinträchtigung des sozialen Klimas in der Anlage treffen. Von einer Befragten, die im Kamm wohnt, wird erwähnt, daß das Verhältnis zu ihren Nachbarn, die ebenfalls im Kamm wohnen, gut ist. Konflikte gibt es eher mit einigen Bewohnern im Riegel, die sich durch Lärm oder Grillgerüche, die von Bewohnern im Kamm verursacht werden, belästigt fühlen.

- mit den eingesetzten Energietechnologien

Wichtig ist hier anzumerken, daß die Baubereiche Riegel und Kamm bezüglich des Einsatzes von Energietechnologien unterschiedlich strukturiert sind. Die Bauten im Kamm sind mit Wintergarten ausgestattet und – abgesehen von dem bereits oben erwähnten zu geringen Abstand zwischen den Zeilen – auf passive Solarenergienutzung hin ausgelegt, im Riegel, der eher auf Verlustminimierung ausgelegt ist, kommt als eine wesentliche Energietechnologie eine zentrale Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung und Nachheizung der Zuluft durch Fernwärme zum Einsatz.

Die befragten Nutzer eines Wintergartens finden einerseits das Konzept der passiven Sonnenenergienutzung sehr gut und haben auch gute Erfahrungen damit gemacht (*„Wir können uns von dem überhaupt nicht mehr trennen, die Nutzung von Sonnenenergie in die Wohnung hinein, ist einfach wirklich für uns sehr überzeugend, gefällt uns sehr gut“*), andererseits ist der Hauptkritikpunkt – wie bereits oben erwähnt – der zu geringe Abstand zwischen den Häuserzeilen, der die passive Sonnenenergie gerade während der kältesten Monate kaum nutzen läßt. Nur die kleineren Wohneinheiten im dritten Stock sind durch den geringen Zeilenabstand nicht beeinträchtigt.

Die Interviewpartner, die in Wohnungen im Riegel mit kontrollierter Lüftung wohnen, äußern sich neutral zur Funktion der Lüftung, d.h. sie sind – allein was die Funktion betrifft - damit weder besonders zufrieden noch besonders unzufrieden. Da die kontrollierte Lüftung aber aufgrund der Nachheizung mit Fernwärme zusätzliche Kosten verursacht, wünscht sich ein Befragter, daß die Lüftungsanlage außer Betrieb genommen wird. Am Ende des ersten Jahres nach Einzug wurde eine relativ hohe Nachzahlung für die Nachheizung der Zuluft eingefordert, ein Umstand, der zunächst hohe Unzufriedenheit unter den Mietern mit der Lüftungsanlage auslöste. Mittlerweile sind die jährlichen Kosten gesunken, was auch daran liegt, daß bei der ersten Abrechnung ein Abrechnungsfehler vorlag. Dennoch ist die Akzeptanz für diese Zusatzkosten nicht besonders hoch, wie das Beispiel des bereits erwähnten Interviewpartners zeigt, der sich wünscht, daß die Lüftung abgesellt wird, zumal er die Funktionalität und die Sinnhaftigkeit dieser anzweifelt: *„Ich bin mir immer noch nicht sicher, ob sie bei uns wirklich funktioniert“* bzw. *„Das einzige was ich mir dadurch ersparen würde, ist daß ich nicht lüften muß, und das ist sehr wenig“*. Gemäß einer Information von DI. Hofbauer wird die Lüftungsanlage seit dem Winter 2000/01 in einer optimierten Weise betrieben, was auch zu geringeren Nachheizkosten führen sollte.

³⁷ Bei den kursiven, zwischen Anführungszeichen stehenden Texten handelt es sich um Zitate aus den Interviews mit Bewohnern, falls nicht anders angegeben.

Lufttrockenheit wird von den Befragten, in deren Wohnungen die kontrollierte Lüftung läuft, wahrgenommen, was folgendermaßen kommentiert wird: *„Naja zu trocken ist es schon, aber in den Kinderzimmern haben wir sowieso Luftbefeuchter im Winter“* bzw. *„Zum Teil habe ich schon trockene Schleimhäute, das ist halt auch, weil man anscheinend nicht lüftet oder durch die Lüftanlage weniger lüftet“*.

Über zu hohe Geräuschentwicklung durch die Lüftungsanlage wird von den Befragten nicht geklagt, ein Befragter hat aber in anderen Wohnungen diese Problematik wahrgenommen: *„Ich war in anderen Wohnungen schon drinnen, wo es Mörderlärm macht, das Ding, bei uns ist es ganz ruhig“*.

Ein Problempunkt am Heizsystem sind offenbar relativ störanfällige Thermostatventile an Heizkörpern, da in zwei der vier Haushalte, in denen Interviews geführt wurden, diesbezüglich bereits Probleme auftraten und schadhafte Thermostatventile ausgetauscht werden mußten.

Nutzerverhalten³⁸

Die Raumtemperatur kann über Thermostatventile an den einzelnen Heizkörpern geregelt werden. Im wesentlichen gelingt es allen Befragten, ihre Wunschtemperaturen zu realisieren abgesehen von Situationen, in denen aufgrund defekter Thermostatventile einzelne Heizkörper nicht funktionieren. Die Schlafräume werden von den Befragten wenig bis gar nicht beheizt und weisen Temperaturen auf, die bis zu fünf Grad unter denen der Wohnräume liegen können.

Auch in den Wohnungen mit kontrollierter Lüftung wird im Winter zusätzlich über Fenster gelüftet, in einem Fall geringfügig (ca. zweimal Stoßlüftung pro Tag), im anderen Fall werden einzelne Fenster über längere Zeiträume während eines Tages geöffnet. Auch in den Wohnungen mit Wintergärten werden während des Winter keine reinen Stoßlüftungsstrategien verfolgt, sondern einzelne Fenster durchaus längere Zeit in geöffnetem oder gekipptem Zustand belassen.

In den beiden Wohnungen mit Wintergärten sind diese unbeheizt, die Tür zwischen Wintergarten und Wohnraum wird im Sommer und Winter zumeist geschlossen gehalten, in den Übergangszeiten wird der Wintergarten auch als Wohnraum benutzt.

Sonnenschutzvorrichtungen waren sowohl in den Wohnungen im Kamm als auch im Riegel nicht vorgesehen. Das Anbringen von Sonnenschutzvorrichtungen erfolgte also auf Initiative der Nutzer. In drei der Haushalte, in denen Interviews durchgeführt wurden, wurden Sonnenschutzvorrichtungen angebracht, mit deren Funktion die Nutzer zufrieden sind. In der einen Wohnung ohne Sonnenschutzvorrichtungen, die im Kamm liegt und daher über einen Wintergarten verfügt, wurde bewußt aus Gründen der Aussicht auf solche (abgesehen von Vorhängen in den Schlafzimmern) verzichtet, ohne schlechte Erfahrungen mit dieser Entscheidung gemacht zu haben: *„Wir genießen das so, diese vielen offenen Räume und diese Sicht nach draußen“*.

³⁸ Die qualitative Beschreibung des Nutzerverhaltens basiert hierbei auf den Äußerungen der Befragten.

In einem Fall kam es im Wintergarten zu einer starken Kondenswasserbildung während des ersten Winters. Dem wurde danach durch eine moderate Dauerbelüftung des Wintergartens im Winter über Lüftungslöcher und ein kleines geöffnetes Kippfenster vorgebeugt.

Maßnahmen zur Nutzerinformation und –schulung

Gemäß den Aussagen der befragten Bewohner gestaltete sich die Informationsweitergabe für die Bewohner von Kamm und Riegel unterschiedlich. Während die Bewohner von Wohnungen im Kamm Informationsblätter erhielten, in denen der Umgang mit einem Wintergarten erklärt wurde, gab es für die Bewohner im Riegel zunächst überhaupt keine Informationsweitergabe bezüglich der Nutzung der Wohnungen. Sowohl im Kamm als auch im Riegel gab es keine Einschulungsmaßnahmen wie persönliche Beratung oder Informationsveranstaltungen.

Erst nachdem sich aufgrund der Nachzahlung für die Nachheizung der Zuluft Mieterproteste regten, gab es eine schriftliche Stellungnahme des Bauträgers, in der auch die Funktion und Sinnhaftigkeit der Lüftungsanlage erläutert wurde.

Laut einer Information von DI. Hofbauer gab es bereits längere Zeit nach Bezug eine Informations- und Beratungsaktion, im Rahmen derer an alle Wohnungen in der Anlage (Kamm und Riegel) eine Feedback-Verbrauchsinformation zugesandt wurde. Die Information bestand darin, daß der Heizenergieverbrauch der jeweiligen Wohnung dem Durchschnittsverbrauch vergleichbarer Wohnungen gegenübergestellt wurde. Zusätzlich wurde eine unentgeltliche Energieberatung angeboten.

Auswirkungen der Maßnahmen zur Nutzerinformation und –schulung

Die zu Beginn fehlende Information für Bewohner im Riegel wirkte sich für einen Interviewpartner so aus, daß er kaum die Lüftungsanlage wahrnahm: *„Das erste, wo wir so wirklich auf die Lüftungsanlage aufmerksam wurden, war die erste Nachverrechnung der Fernwärme Wien über die Energiekosten zur Beheizung der Lüftungsanlage“*. Die fehlende Information für Bewohner im Riegel war sicher ein Versäumnis, vorhandene Information hätte aber die Proteste angesichts der hohen ersten Nachzahlung wahrscheinlich auch nicht verhindern können.

Daß schriftliches Informationsmaterial für die Benutzung der Wintergärten zur Verfügung gestellt wurde, war sicher eine begrüßenswerte Maßnahme, andererseits wird schriftliches Material oft nicht gelesen, wie das Beispiel einer Befragten zeigt: *„Man hat sicherlich angenommen, ich könnte mir diese Unterlagen alle einmal durchlesen“* bzw. *„Ich bin immer der Typ, der sich denkt, ich mach eh meine Erfahrungen, wenn mir irgendwas unklar ist, dann schau ich nach“*.

Das Interesse für die oben erwähnte Informations- und Beratungsaktion fiel angesichts einer Rücklaufrate von 5 % (Prozentsatz der Haushalte, die Interesse an einer Energieberatung zeigten) eher bescheiden aus.

3.11 Wohnhausanlage Sargfabrik

1140 Wien, Fertigstellung 1996
BKK-2 Architektur ZT-GmbH, Wien



75 Wohneinheiten, Kindergarten, Heimküche mit Cafe, Restaurant, Veranstaltungssaal, flexible Seminarräume, Türkisches Badehaus, Waschküche im 2. OG, Proberaum, diverse Heimeinheiten sind reserviert für Behinderte, Flüchtlinge, Rentner, Kurzzeitbewohner.

Energiekonzept: Alternativenergienutzung (Abwärme von Blockheizkraftwerken), Solaranlage für Brauchwasser, Niedertemperatur-Flächenheizung, individuelle Verbrauchserfassung (Heizung, Warmwasser, Kaltwasser), Heizkostensenkung durch Heizleistung-Anpassungsmöglichkeit, Lastmanagement für Wärmeenergie, Wärmerückgewinnung aus Abwasser (Badehaus), Wärmerückgewinnung aus Lüftungsgeräten (Badehaus, Speisesaal, Veranstaltungssaal), Lastmanagement / Strombedarf für Gemeinseinrichtungen.

Konstruktion: Tragende Konstruktion aus Stahlbeton mit Ziegelausfachung (Hochlochziegel 25 cm).

Bauteilaufbauten:

Außenwand:

25 cm Hochlochziegel, 10 cm Wärmedämmung Mineralwolle und Silikondünnputz

Dachkonstruktion:

Umkehrdach, intensiv bzw. extensiv begrüntes Flachdach, 20 cm Wärmedämmung (extrudiertes Polystyrol, Styrodur).

U - Werte:

Außenwand: 0,33 W / m²K

Kellerdecke: 0,34 W / m²K

Dach: 0,15 W / m²K

Verglasung: 1,10 W / m²K

Errichtungskosten: 16.700 ÖS / m² WNF

Haustechnik:

HWB: 82,9 kWh / m²a - 58,7 kWh / m²a (Simulation mit WAEBED)

Heizung: Wand- bzw. Fußbodenheizung, Anschluss an den Rücklauf der Fernwärme.

Lüftung: Wohnungen: Querlüftungen, Küche: Dunstabzugshauben, Gemeinseinrichtungen: sämtliche Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung.

Solaranlage: Solaranlage, jährliche Deckung 43%, die Anlage soll im Selbstbau errichtet werden. Speicher, Verrohrung etc. ist bereits vorhanden.

Rechnerische Untersuchung der Nutzereinflüsse auf den Heizwärmebedarf

Modellierung

Es werden zwei Wohnungen der Wohnhausanlage untersucht. Die Wohnung TOP 50 liegt im 2. OG und besitzt nach Osten und Westen orientierte Außenflächen, die großzügig verglast sind. Die Westfassade ist zu einem Innenhof hin orientiert. Die Wohnung TOP 16 im EG besitzt hingegen nach Norden und Süden orientierte Außenflächen. Diese sind an der Süd- aber auch an der Nordfassade großflächig verglast.

Simulation

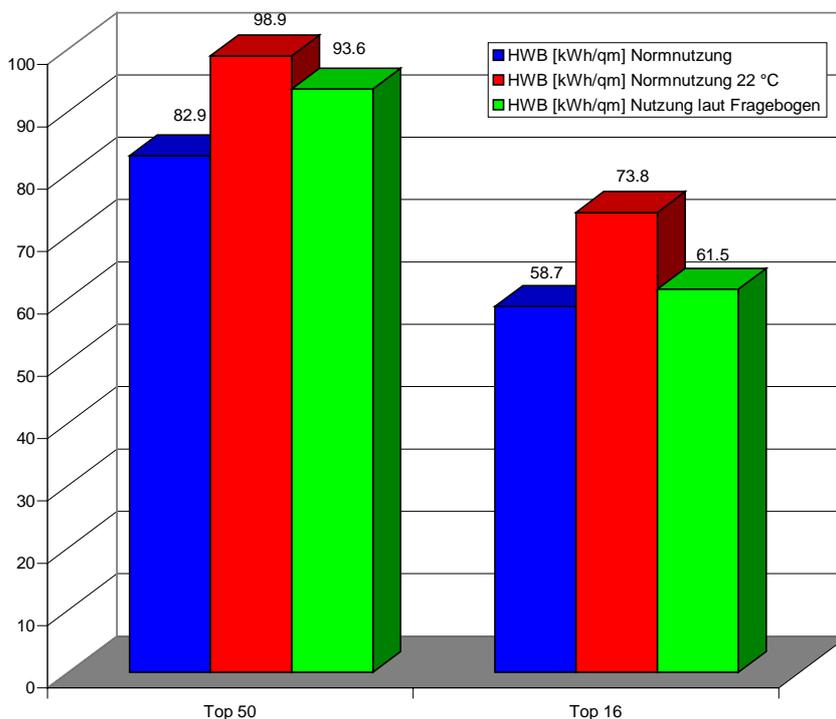


Abb. 3.11: Mittels Simulation errechnete bruttoflächenbezogene Heizwärmebedarfs-Werte unter Annahme unterschiedlicher Nutzungsbedingungen.

Interpretation

- Der Einfluß der per Fragebogen erhobenen Nutzungsdaten auf das Berechnungsergebnis ist erheblich.
- Eine mittlere Innenlufttemperatur von 22 °C erhöht im Vergleich zur normgemäßen Soll-Temperatur von 20 °C den Heizwärmebedarf der Wohnung TOP 50 um 19% , der Wohnung TOP 16 um 26%.
- Der Heizwärmebedarf mit der laut Fragebogen ermittelten Nutzung (grüne Säule) liegt bei Wohnung TOP 50 knapp (6%) unter dem Heizwärmebedarf bei Normnutzung und 22 °C Lufttemperatur. Dies ist durch die im Fragebogen angegebene Soll-Temperatur von 21 °C zu erklären.

- Der Heizwärmebedarf in TOP 16 entspricht in etwa jenem bei Normnutzung.
- Der deutlich niedrigere Heizwärmebedarf von TOP 16 ist darauf zurückzuführen, daß durch die Südorientierung der Verglasung im Vergleich zu TOP 50 deutlich höhere Wärmegewinne durch Sonneneinstrahlung lukriert werden.

Vergleich der berechneten Bedarfswerte mit den gemessenen Verbrauchswerten

Gemessene Heizwärmeverbrauchswerte³⁹ liegen für die Jahre 1999 und 2000 vor. Die Heizenergiebedarfswerte wurden unter Zugrundelegung der für diese Realjahre gemessenen Klimadaten errechnet.

A) TOP 50

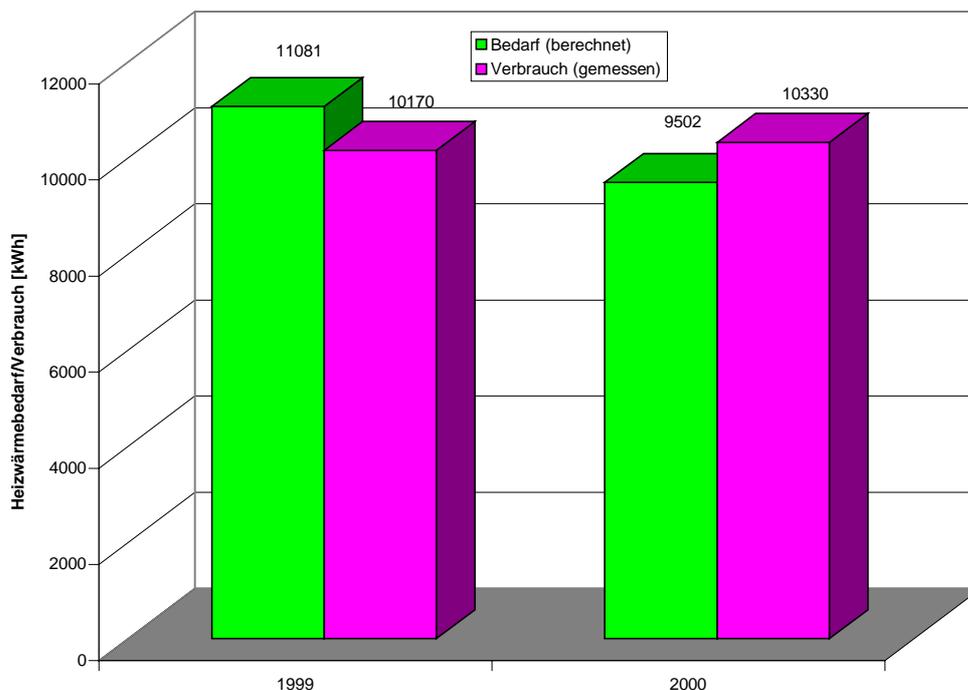


Abb. 3.12: Vergleich der gemessenen Heizwärmeverbräuche mit den errechneten Heizwärmebedarfswerten für die Jahre 1999 und 2000

Interpretation

- Der über die zwei Jahre gemessene Heizwärmeverbrauch ist bei Wohnung TOP 50 mit 20,500 MWh faktisch gleich groß wie der berechnete Bedarfswert (20,583 MWh).

³⁹ Die Verbrauchswerte basieren auf Ablesungen der wohnungsweise installierten Wärmemengenzähler. Die Ablesewerte entsprechen daher den Werten für den Heizwärmebedarf.

- Der sehr guten Übereinstimmung zwischen dem gesamten Heizwärmeverbrauch und Heizwärmebedarf stehen etwas größere Abweichungen bei den beiden Einzeljahren gegenüber. Im Jahr 1999 ist der Heizwärmeverbrauch (violette Säule) um ca. 8% kleiner als der errechnete Bedarfswert (grüne Säule). Im nachfolgenden Jahr 2000 ist hingegen der Verbrauchswert um ca. 9 % größer als der berechnete Bedarfswert.

B) TOP 16

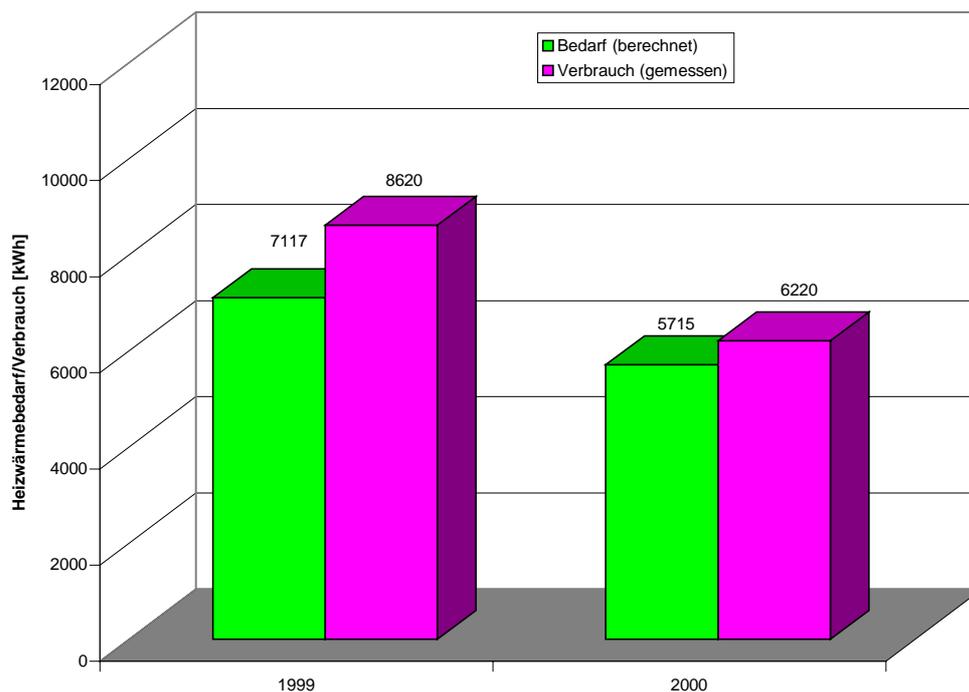


Abb. 3.13: Vergleich der gemessenen Heizwärmeverbräuche mit den errechneten Heizwärmebedarfswerten für die Jahre 1999 und 2000

Interpretation

- Der über die zwei Jahre gemessene Heizwärmeverbrauch ist bei Wohnung TOP 16 mit 14,840 MWh um ca. 16% höher als der berechnete Bedarfswert (12,832 MWh).
- Auch in den Einzeljahren ist der Verbrauchswert jeweils größer als der Bedarfswert. Die außerklimatisch bedingte Verkleinerung des Heizwärmebedarfs im Jahr 2000 läßt sich auch am Verbrauchswert ablesen.
- Der im Vergleich zur Wohnung TOP 50 durch die Lagegunst niedrigere Heizwärmebedarf der Wohnung TOP 16 ist auch bei den gemessenen Heizwärmeverbrauchswerten klar erkennbar.

Qualitative Auswertung

Datengrundlage

Mit Bewohnern des Wohnprojekts Sargfabrik wurden acht qualitative Interviews durchgeführt, von diesen wurden sechs Interviews ausgewertet, welche die Grundlage dieses Textes bilden. Folgende Tabelle bietet eine Übersicht über Merkmale der Interviews bzw. der Interviewpartner.

Interview Nr.	Geschlecht des / der Interviewten	Anzahl der Haushaltsmitglieder	Kommentare zum Interview
1	M	4	Keine besonderen Bemerkungen
2	M	3	
3	W	4	
4	W	2	
5	W	1	
6	M	3	

Die Interviews mit den Bewohnern wurden im September 2000 durchgeführt.

Motive

- für die Partizipation in der Planungsgruppe

Das Projekt Sargfabrik ist ein Beispiel für ein gelungenes Wohnprojekt, in dem ein Teil der späteren Nutzer mit der Planung, Bauorganisation und –durchführung befaßt war. Die Idee, diese alternative Wohnform zu verwirklichen, entstand Mitte der 80er Jahre, und wurde zunächst von einem informellen Freundeskreis getragen, der relativ rasch zu einer Planungsgruppe von ca. 30 Personen anwuchs. 1989 gelang es, ein Grundstück zu erwerben, nach einigen Schwierigkeiten und dem Bedarf einer Umplanung konnte 1994 mit dem Bau begonnen werden. Der inzwischen gegründete gemeinnützige Verein agierte als Bauträger und ist auch heute noch im Besitz der Wohnanlage. Die ursprüngliche Planungsgruppe wuchs bis zum Baubeginn 1994 personell weiter an, da jedes neue Vereinsmitglied in den Planungsprozeß einbezogen wurde.

Von den sechs interviewten Personen stießen vier Personen bereits während der Planungsphase zum Projekt, zwei davon relativ früh (vor dem Grundstückskauf 1989), zwei davon etwas später (1992 bzw. 1993). Die übrigen zwei Interviewpartner erfuhren von dem Wohnprojekt erst nach Baubeginn.

Das wesentliche Motiv für die Partizipation in der Planungsgruppe war der Wunsch, eine Wohn- und Lebensform zu verwirklichen, in der das Gemeinschaftliche im Mittelpunkt steht und die eine Alternative zur konventionellen Kleinfamilie bietet. Eine Wohnform, welche die Nachteile, isoliert und anonym in einer städtischen Wohnung als Familie zu wohnen, aufhebt,

wie eine Befragte dies so formuliert: *„Nicht diese typische städtische Wohnart, wo man irgendwo in einer Wohnung sitzt mit Kindern drinnen, wo man andauernd die Kinder irgendwo hinfahren muß, dortbleiben muß, ins Grüne dann wieder rausfahren muß, wenn man Freunde besuchen will, viel herumtelefonieren muß [...], das fällt da alles weg“.*

Neben diesem Kernmotiv kommen noch andere wesentliche Aspekte hinzu, wie:

- die Möglichkeit, eigene Planungs- und Gestaltungsideen zu verwirklichen
- einen Lebensbereich für Kinder zu gestalten, der wesentlich mehr Möglichkeiten als sonst im städtischen Bereich bietet
- Wohnungen zu schaffen, die eine hohe Qualität aufweisen und leistbar sind (*„entweder man bleibt ewig in der Mietwohnung hängen oder so eben diese Qualität geht nur über diese Förderung“*)
- die Möglichkeit, an einem Projekt mitzuwirken, das auch eine Wirkung nach außen zeigt.

Einen energiesparenden bzw. ökologischen Bau zu verwirklichen, gehörte nicht zu den primären Motiven, war aber von Anfang an ein Anspruch, den die Planungsgruppe hatte und der auch in der Planung und Umsetzung Berücksichtigung fand. Der Wunsch, das Wohnprojekt im städtischen Bereich zu realisieren, beruhte zumindest auch teilweise auf ökologischer Motivation: *„Wir wollten eben nicht ganz aufs Land, das ist ja auch ein ökologischer Aspekt, ich kann am Land Niedrigenergie wohnen, aber wenn ich mir ausrechne, was ich mit dem Auto zur Arbeit und hin und her brauch, dann komme ich ohneweiteres auf die Menge, die man sonst bei einem normalen Haus zum Heizen braucht“.*

- für die Wohnungswahl

In diesem Abschnitt finden die Aussagen der Interviewpartner, die nicht im Planungsprozeß beteiligt waren, Berücksichtigung. Auch für die beiden Befragten, die nicht in der Planung beteiligt waren, spielte die soziale Komponente die wesentliche Rolle für die Entscheidung für die Wahl einer Wohnung in der Sargfabrik, wie eine Befragte dies folgendermaßen ausdrückt: *„Ich habe gewußt, ich will das, ich will gemeinschaftliches Wohnen, ich will Generationendurchmischung, ich will integrativen Lebensstil“.* Die zweite Befragte, welche bereits das sechzigste Lebensjahr überschritten hat, zuvor Wohnerfahrung in einem Altersheim gesammelt hatte, und über das Badehaus der Wohnanlage mit dem Projekt Bekanntschaft machte, vergleicht das soziale Leben in der Sargfabrik mit der Situation im Altersheim: *„Eigentlich habe ich hier gefunden, was ich im Pensionistenheim gesucht habe“.* Daneben spielte auch für eine Befragte die Leistbarkeit im Vergleich mit anderen Wohnprojekten eine wesentliche Rolle: *„Es gibt nur Wohnprojekte für Familien, wo man mindestens 3 Millionen zur Verfügung haben muß“.*

Zufriedenheit

- mit der Wohnsituation insgesamt

Zusammenfassend betrachtet, läßt sich eine hohe Zufriedenheit der Befragten mit der Wohn- und Lebenssituation in der Sargfabrik feststellen. Die Erwartungen der Interviewpartner, die in der Planungsphase mitgewirkt haben, wurden im wesentlichen erfüllt. Das Sozialleben wird sehr positiv hervorgehoben und mit der Metapher des „Dorfes in der Stadt“ von drei Befragten umschrieben. Es ist unkompliziert, Freunde zu treffen (*„Ein Großteil unserer Freunde sind hier, wenn ich Lust hab, daß ich hinauskomme und mit jemandem red, dann geht das jederzeit“*), auch die Nachbarschaftshilfe wird als gut funktionierend beschrieben. Das Ziel, eine gute Umgebung für die Kinder, die in der Anlage wohnen, zu schaffen, konnte erreicht werden, was sich auch sehr positiv für die Erwachsenen auswirkt: *„Man ist so entlastet von den Kindern, die Kinder haben hier ihre Freunde und sind den ganzen Tag beschäftigt“*.

Trotz der Größe des Wohnprojekts sei es gemäß der Einschätzung eines Interviewpartners zu keinen gravierenden Konflikten gekommen, seit die Anlage bewohnt ist, was auch mit dem langen Planungs- und Entscheidungsprozeß in Zusammenhang stehen kann: *„Es gibt sicher ein anderes Gemeinschaftsbewußtsein auch durch den langen Prozeß der Planung und Entscheidungsfindung, aber es gibt auch sowas wie ein gemeinsames Grundverständnis über was ein gutes Leben ist“*.

Die Verfügbarkeit der selbstgeschaffenen Infrastruktur wie Badehaus, Cafe, Restaurant, Kulturbetrieb wird einerseits geschätzt, wenn auch auf der anderen Seite eingeräumt wird, daß dies zu finanziellen Belastungen für die Bewohner führt: *„Im Endeffekt kostet es doch viel, [...] wir zahlen diesen Luxus hier“*.

An den Wohnungen wird als angenehm hervorgehoben, daß sie hoch und hell sind, die Raumaufteilung bzw. die Raumaufteilbarkeit wird von einer Befragten kritisiert. Aufgrund der Größe des Wohnraumes bleibt wenig Platz für Nebenräume in den kleineren Wohnungen. Die relativ gute Einsehbarkeit in die Wohnungen durch große Verglasungen stellt für die meisten Bewohner in der Anlage kein besonderes Problem dar (*„Akzeptanz kommt über das, daß jeder jeden kennt, hier herinnen sind wir, Besucher sind uns egal“*), einige (wie auch eine Interviewpartnerin) schützen sich durch Vorhänge vor fremden Blicken.

Weiters tragen die städtische Lage und die Verfügbarkeit von Grünraum durch den Dachgarten für einige der Befragten zur Zufriedenheit bei.

- mit den eingesetzten Energietechnologien

Im Projekt Sargfabrik sind folgende relevante Energietechnologien installiert: das in allen Wohnungen eingebaute Wandheizungssystem, das mit dem Rücklauf der Fernwärme betrieben wird, die passive Sonnenenergienutzung über die großen zumeist nach Süden und Westen orientierten Fensterflächen sowie die erst vor kurzem installierte Solaranlage zur Warmwasserbereitung.

Die Wandheizung wird bezüglich des thermischen Komforts im Innenraum durchwegs sehr gut bewertet: *„Wandheizungssystem, was besseres gibt es nicht, vom Wohlbefinden her“* bzw. *„Und bei Wandflächenheizungen, dadurch daß wir auch teilweise so hohe Räume haben, es funktioniert wirklich gut. Es gibt kaum eine vertikale Temperaturschichtung, das spielt sich im Bereich von einem Grad ab. Ich hätte das selber nicht geglaubt“*. In der Wohnung einer Befragten gibt es allerdings Probleme mit dem Heizsystem, da es nicht möglich ist, während der Heizperiode eine höhere Temperatur als 19 Grad zu erreichen. Die Befragte vermutet, daß es sich um ein Dimensionierungsproblem handelt, da bis zum Zeitpunkt des Interviews noch keine anderen Ursachen gefunden werden konnten. Zusätzlich gibt es in der Wohnung das Problem, daß es bedingt durch geringe Fensterlüftung im Winter aufgrund der niedrigen Innenraumtemperaturen die Luftfeuchtigkeit bis 70 % ansteigt, was bereits als unangenehm empfunden wird. Von anderen Interviewpartnern wurde das Vorhandensein einer zu hohen oder zu geringen Luftfeuchtigkeit nicht thematisiert. Ein Kritikpunkt an der Wandheizung, der vorgebracht wird, ist die Schwierigkeit, aufgrund der hohen Anzahl von Heizwänden Möbel in der Wohnung aufzustellen.

Die passiven Sonnenenergiegewinne über die großen Fensterflächen werden positiv wahrgenommen: *„Man siehst auch im Winter, wenn die Sonne reinscheint, schaltet sich die Heizung zurück, sogar bei – 10 Grad draußen.“* In allen Wohnungen der Interviewpartner mit einer Ausnahme sind Außenjalousien an den großflächigen Verglasungen montiert. Diese werden zwar elektrisch hinauf- und hinuntergefahren, es gibt aber keinen Automatikbetrieb. Die Befragten sind mit der Funktion der Jalousien durchaus zufrieden, trotz Jalousien kommt es aber in drei Wohnungen sowie in der Wohnung ohne Jalousien zumindest während länger andauernder Hitzeperioden im Sommer zu Überwärmung im großen Wohnraum, teilweise auch in Nebenräumen.

Die Solaranlage, die aus finanziellen Gründen erst im Jahr 2000 installiert und in Betrieb genommen wurde, funktioniert noch nicht zufriedenstellend, an einer Verbesserung der Funktion wird aber gearbeitet. Von einer Befragten wird bemängelt, daß sie am Sonntag abend zu wenig Warmwasser bekommt, was nach ihrer Einschätzung auch mit der Solaranlage in Zusammenhang stehen kann. Weiters gibt es nach ihrer Wahrnehmung auch sehr früh am Morgen (ca. um 6 Uhr) Probleme mit der Warmwasserverfügbarkeit, weshalb sie in der Regel die Duschen im Badehaus benutzt.

Nutzerverhalten⁴⁰

Die Heizung ist einerseits über eine Kombination aus Außenthermostat und Innenthermostat gesteuert. Pro Wohnung gibt es einen Thermostat, zusätzlich können einzelne Heizkreise innerhalb der Wohnung über einen Heizverteiler angesteuert werden, was eine Einzelraumregelung ermöglicht – diese Regelungsmöglichkeit wird aber eher nur von technisch versierten Nutzern in Anspruch genommen. Mit Hilfe der Innenthermostate sind tägliche Temperaturverläufe programmierbar, für jeden Wochentag kann ein anderer Verlauf

⁴⁰ Die qualitative Beschreibung des Nutzerverhaltens basiert hierbei auf den Äußerungen der Befragten.

eingetragen werden, eine Möglichkeit, von der eine Befragte Gebrauch macht, die berufsbedingt jeden Wochentag einen etwas anderen Tagesverlauf programmiert hat. Fünf der sechs Interviewpartner führen in ihren Wohnungen eine Nachtabsenkung der Raumtemperatur durch. Die Temperatur im Wohnraum variiert im Winter bei den Befragten zwischen 19 und 23 Grad. Wie bereits oben unter „Zufriedenheit mit den eingesetzten Energietechnologien“ erwähnt, gelingt es einer Befragten nicht, eine Temperatur, die 19 Grad im Wohnbereich im Winter überschreitet, zu erreichen.

Bezüglich des Lüftungsverhaltens ist eine Tendenz zur Stoßlüftung unter den Befragten zu erkennen: vier lüften im Winter gemäß deren Angaben ausschließlich mit Stoßlüftung, die übrigen zwei haben zumindest in einigen Räumen (Schlaf- bzw. Nebenräume) im Winter Fenster länger gekippt oder geöffnet.

Es gibt für Heizung, Warmwasser, Kaltwasser und Strom eigene Zähler in jeder Wohnung, wodurch grundsätzlich eine gute Möglichkeit zur Verbrauchskontrolle (Feedback) gegeben ist. Ein Befragter betont die Wichtigkeit, die für ihn das Feedback hat: *„Damit ich seh, wieviel ich wirklich brauch, wie weit sich das auswirkt“*.

Ein weiteres Merkmal des Wohnprojekts Sargfabrik ist die Existenz einer Waschküche, die dazu führt, daß in vielen Haushalten keine eigenen Waschmaschinen in Betrieb sind. Keiner der Interviewpartner verwendet eine private Waschmaschine. Die Waschküche ist auch ein Ort, an dem Kommunikation gepflegt wird und an einem zentralen gut belichteten Platz im ersten Stock untergebracht ist, was zur Attraktivität dieser beiträgt: *„Man geht auch lieber in eine Waschküche, wenn sie in einer schönen Art ist“*.

Maßnahmen zur Nutzerinformation und –schulung

Es gibt bei der Wohnungsübergabe eine individuelle Einschulung, wo die Bedienung der Heizung erläutert wird: *„Einschulen muß man, wie so eine Heizung funktioniert, das ist ein bisschen komplizierter, das ist nicht ganz so leicht, da Einstellungen zu verändern“*. Es gab in den Interviews keine Hinweise darauf, daß schriftliche Anleitungen ausgeteilt wurden oder Versammlungen abgehalten wurde, bei denen vor einer größeren Anzahl von Bewohnern das Energiesystem erläutert, oder zu energierelevanten Themen Stellung genommen wurde. Weiters gibt es in der Sargfabrik einen weitgehend funktionierenden informellen Informationsfluß (*„Was ich Fragen gehabt habe, wurde alles beantwortet, [...] ich habe meine Ansprechpartner, die helfen mir alle“*), der vom eher formellen schwer zu trennen ist, da durchaus Zuständigkeitsbereiche definiert sind und auch Bewohner für die Verwaltung der Anlage angestellt sind: *„Vieles ist auch ein bisschen informell, man muß aufpassen, weil Leute auch im Haus wohnen, daß man sie anredt zu einem Zeitpunkt, wo man das Gefühl hat, sie sind in der Arbeit“*.

Auswirkungen der Maßnahmen zur Nutzerinformation und –schulung

Trotz der individuellen Einschulungen gibt es zweifellos ein Informationsgefälle zwischen den Bewohnern, was einfach am unterschiedlichen Vorwissen und an unterschiedlicher Beschäftigung in der Anlage mit technischen Bereichen liegt, was sich für die „gewöhnlichen Nutzer“ dann so darstellen kann: *„Andererseits haben wir gesagt bekommen, besser nicht dran rumschrauben, bei uns wars der XX, der die Feineinstellung der Heizung gemacht hat“*. Dank des (wie bereits oben erwähnt) weitgehend intakten, je nachdem, eher informellen oder formellen Informationsflusses, dürfte das Beheben von Mängeln und das Beantworten von Fragen gut funktionieren.

3.12 Siedlung Wulzendorfstraße

1220 Wien, 1994 - 1996
Treberspurg



Die Wohnsiedlung Wulzendorfstraße wurde zwischen 1994 und 1996 im nordöstlichen Stadterweiterungsgebiet von Wien erbaut. In überschaubaren Zeilen von 2 bis 6 Einheiten wurden 37 Reihenhäuser in Richtung Süden orientiert. Bei der Planung der Niedrigenergiehäuser wurde im Besonderen auf die Verschattungsfreiheit, bzw. die winterliche Besonnbarkeit der Wohnräume genau geachtet. Die verwendeten Materialien sind durchwegs umweltfreundlich, als Aussendämmung wurde beispielsweise Kork eingesetzt.

Energiekonzept: Das Energiekonzept sieht neben guter Wärmedämmung auch passive Energiegewinne vor. Durch die 2-geschoßigen Wintergärten im Süden wurde eine besonders attraktive Wohnqualität geschaffen.

Bauteilaufbauten

Außenwand:

1,0 cm Kalkzementputz
14,0 cm Kork, expandiert
2,0 cm Weichfaserplatte
25,0 cm Hochlochziegel
1,5 cm Gipsputz

Dachkonstruktion mit Gründach:

15,0 cm Gründachaufbau
14,0 cm XPS
0,5 cm wurzelfeste Abdichtung
0,5 cm Bitumen-Abdichtung
10,0 cm Gefällebeton
20,0 cm Stahlbetondecke

U - Werte:

Außenwand: 0,24- W / m²K
Kellerdecke: 0,50 W / m²K
Dach: 0,22 W / m²K (mit Gründach)
Verglasung: 1,10 W / m²K

Bauwerkskosten: 17.000 ATS/m² WNF.

Haustechnik:

HWB: ca. 50 kWh/ m²a (Simulation mit WAEBED) ohne Berücksichtigung der TWD.

Heizung: Fernwärme Wien

Lüftung: Quer- u. Hochlüftbarkeit, Lüftungswalze in den Wintergärten
Probeweiser Einsatz von transparenter Wärmedämmung auf kleinen Flächen.

Rechnerische Untersuchung der Nutzereinflüsse auf den Heizwärmebedarf

Modellierung

Es wird ein Randtyp eines Reihenhauses untersucht. Bei der Modellierung wird zwischen dem unbeheizten, südorientierten Wintergarten und der beheizten Zone des Gebäudes unterschieden.

Simulation

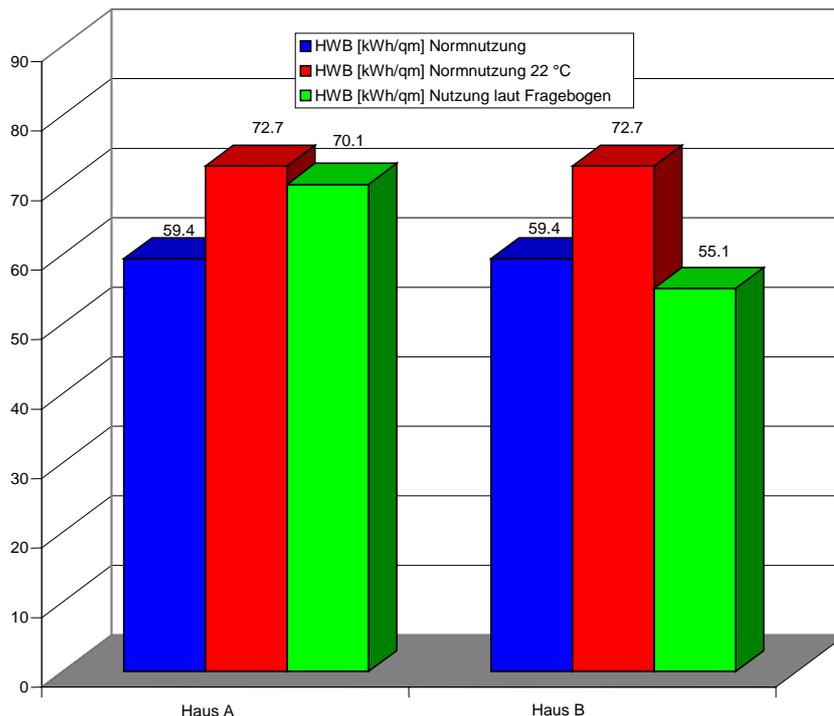


Abb. 3.14: Mittels Simulation errechnete bruttoflächenbezogene Heizwärmebedarfs-Werte unter Annahme unterschiedlicher Nutzungsbedingungen

Interpretation

- Der Einfluß der per Fragebogen erhobenen Nutzungsdaten auf das Berechnungsergebnis ist bei Haus A erheblich, bei Haus B klein.
- Eine mittlere Innenlufttemperatur von 22 °C würde im Vergleich zur normgemäßen Soll-Temperatur von 20 °C den Heizwärmebedarf um 22 % erhöhen. Da die beiden untersuchten Häuser gleichen Typs sind und gleich orientiert sind, ergeben sich die mit Normnutzung errechneten Heizwärmebedarfswerte für beide Häuser gleich.
- Laut den im Fragebogen festgehaltenen Angaben und der vorliegenden Temperaturmessungen ist im Haus A die mittlere Innenlufttemperatur auf 21 °C eingestellt. Der mit den angegebenen Nutzungsdaten errechnete Heizwärmebedarf (grüne Säule) liegt 18% über

dem Wert der nach Norm genutzten Wohnung (blaue Säule), aber 4 % unter dem Wert, der sich bei Normnutzung mit einer Soll-Innentemperatur von 22 °C einstellen würde (rote Säule).

- Laut den im Fragebogen festgehaltenen Angaben ist im Haus B die mittlere Innenlufttemperatur auf 19 °C eingestellt. Der HBW-Wert ergibt sich rechnerisch dadurch um $15,0 \text{ kWhm}^{-2}$ kleiner als bei Haus A.

Vergleich der berechneten Bedarfswerte mit den gemessenen Verbrauchswerten

Gemessene Heizenergieverbrauchswerte⁴¹ liegen für die Jahre 1996 bis 2000 vor. Die Heizwärmebedarfswerte wurden unter Zugrundelegung der für diese Realjahre gemessenen Klimadaten errechnet.

Haus A

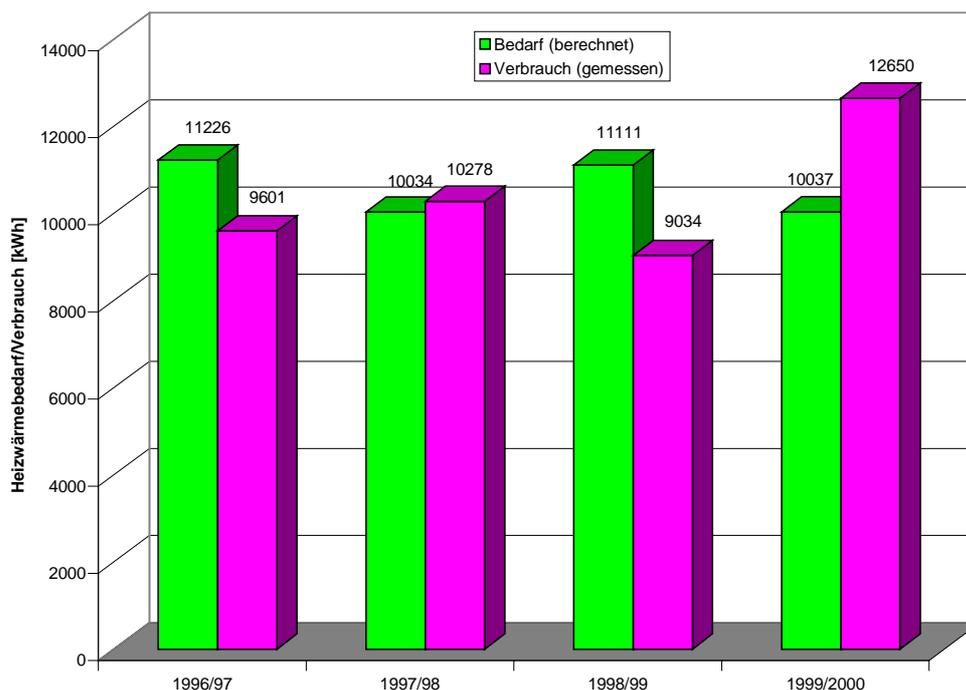


Abb. 3.15: Vergleich der gemessenen Heizwärmeverbräuche mit den errechneten Heizwärmebedarfswerten für den Zeitraum zwischen den Jahren 1996 und 2000

⁴¹ Die absolute Höhe der aus den Meßdaten abgeleiteten Heizwärmeverbrauchswerte ist aufgrund mehrerer Aspekte zu relativieren: Als Meßdaten lagen Messungen mittels Verdunsterröhrchen und der Gesamtverbrauch der Anlage vor. Es ist bekannt (siehe z.B. Hofbauer 2000), daß Verdunsterröhrchen die tatsächlichen Verbräuche ungenau wiedergeben. Weiters wurde bei beiden Häusern mit Holz zugeheizt und der Holzverbrauch ist nur ungefähr bekannt.

Interpretation

- Der über die vier Heizsaisons summierte (aus Meßdaten abgeleitete) Heizwärmeverbrauch ist bei Haus A mit 41,563 MWh nur um ca. 2% kleiner als der berechnete Bedarfswert (42,408 MWh).
- Der sehr guten Übereinstimmung zwischen gesamtem Heizwärmeverbrauch und Heizwärmebedarf stehen größere Abweichungen bei den Einzeljahren gegenüber. In der Wintersaison 1999/2000 ist der Heizwärmeverbrauch (violette Säule) um 24% höher als der errechnete Bedarfswert (grüne Säule). In der vorhergehenden Heizsaison 1998/1999 liegt hingegen der Verbrauchswert um 23 % unter dem berechneten Bedarfswert.
- Die jährlichen Schwankungen bei den berechneten Heizenergiebedarfswerten sind allein auf die von Jahr zu Jahr unterschiedlichen außerklimatischen Bedingungen zurückzuführen. Die jährlichen Schwankungen der Verbrauchswerte lassen den Einfluß des Außenklimas nicht erkennen. Ein möglicher Schluß daraus ist, daß die zeitliche Schwankung der Einflüsse der Gebäudenutzung wesentlich stärker zu Buche schlagen als die zeitlich sich ändernden außerklimatischen Einflüsse⁴².

Haus B

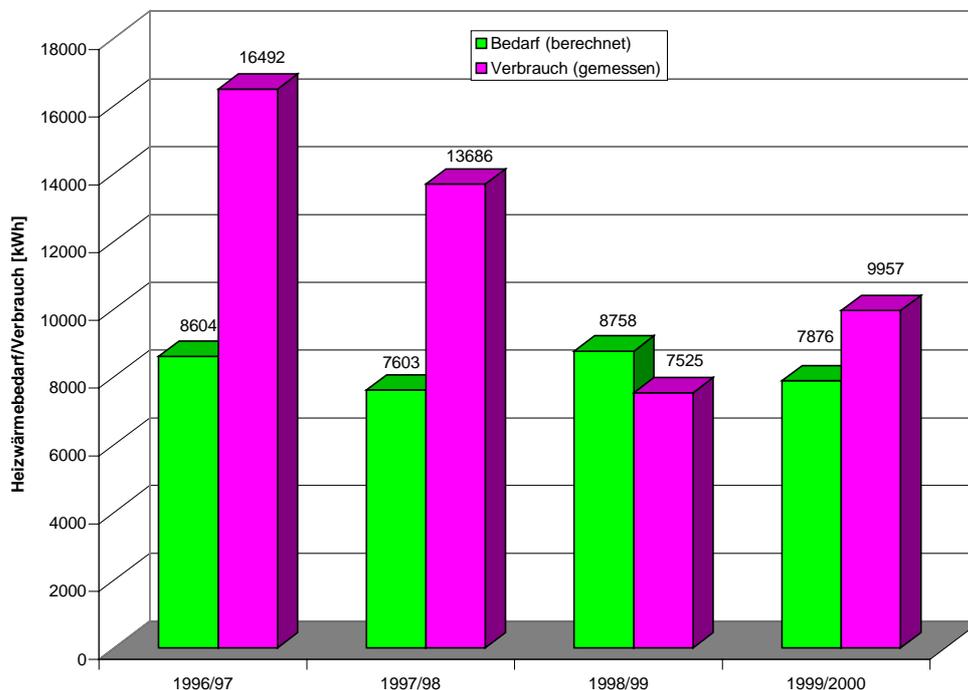


Abb. 3.16: Vergleich der gemessenen Heizwärmeverbräuche mit den errechneten Heizwärmebedarfswerten für den Zeitraum zwischen den Jahren 1996 und 2000

⁴² Allerdings ist die Messung mit einigen Unsicherheiten behaftet, siehe Fußnote 40.

Interpretation

- Der über die vier Heizsaisons summierte Heizwärmeverbrauch ist bei Haus B mit 47,660 MWh um ca. 45% größer als der berechnete Bedarfswert (32,841 MWh).
- Die große Diskrepanz zwischen errechnetem Heizwärmebedarf und gemessenem Heizwärmeverbrauch ergibt sich hauptsächlich aufgrund des Umstands, daß in den Heizsaisons 1996/1997 und 1997/1998 der Heizwärmeverbrauch fast doppelt so groß war wie der berechnete Heizwärmebedarf. Grund hierfür ist, daß den Bedarfsberechnungen die im Fragebogen angegebene mittlere Solltemperatur von 19 °C zugrunde gelegt wurde. Laut Nutzerbefragung wurde aufgrund der sehr hohen Kosten für die Beheizung des Gebäudes im Jahr 1998 das Benutzerverhalten einschneidend geändert. Unter anderem wurde die Einstellung der Soll-Temperatur drastisch nach unten verändert. Es kann davon ausgegangen werden, daß die eingestellte Soll-Temperatur in den Zeiten vor dieser Umstellung des NutzerInnenverhaltens wesentlich über 19 °C gelegen war. Anzumerken ist, daß die laut Fragebogen registrierte Temperatur von 19 °C nicht mit der Wunschtemperatur von 21 °C übereinstimmt.
- Im Vergleich zu Haus A ergeben sich die Wärmebedarfswerte aufgrund der um 2 K niedrigeren Soll-Temperatur bei Haus B um ca. 29 % niedriger. Die über die vier Heizsaisons gemessenen Verbrauchswerte liegen hingegen um ca. 15% über jenen des Hauses A.

Qualitative Auswertung

Datengrundlage

Mit Bewohnern der Wohnsiedlung Wulzendorfstraße wurden drei qualitative Interviews durchgeführt. Folgende Tabelle bietet eine Übersicht über Merkmale der Interviews bzw. der Interviewpartner.

Interview Nr.	Geschlecht des / der Interviewten	Anzahl d. Haushaltsmitglieder	Kommentare zum Interview
1	W	5	
2	W	5	
3 (a)	W	6	Beim Interview Nr. 3 waren zwei Personen (Ehepartner) anwesend
3 (b)	M	6	

Zusätzlich werden Informationen aus einem Interview und nachfolgenden telefonischen Gesprächen mit Herrn Dipl. Ing. Hofbauer (Haustechnikplaner und Begleitforscher für die Wohnsiedlung Wulzendorfstraße) mit berücksichtigt. Die Interviews mit den Bewohnern wurden im Oktober 2000 durchgeführt.

Motive (für die Wohnungswahl)

Zwei wesentliche Motive für die Entscheidung, in eine Wohnung bzw. in ein Reihenhaus in der Wohnsiedlung Wulzendorfstraße einzuziehen, sind festzustellen: einerseits der Wunsch, in eine größere Wohnung zu ziehen, andererseits die Wertschätzung der Lage, die sich durch einen hohen Grünflächenanteil und eine geringe Lärmbelastung auszeichnet („Ruhelage im Grünen“). Die oben angeführten Motive sind auch vor dem Hintergrund der größeren Anzahl von Kindern in den befragten Haushalten zu sehen (zweimal drei Kinder, einmal vier Kinder). Für die großen Familien wurden entsprechend große Wohnungen gesucht, und auch der relativ große Freiflächenanteil wurde als sehr günstig für die Kinder erachtet. In einem Fall gab es in der Vorwohnung auch Probleme mit den Nachbarn, weil die Kinder von diesen als zu laut empfunden wurden.

Der Umstand, daß die Wohnungen in der Wulzendorfstraße in Niedrigenergiebauweise errichtet wurden, wurde zwar – nachdem die Befragten darüber informiert wurden - durchaus positiv aufgenommen („*Wir haben uns natürlich damals gefreut, also ich zumindest schon*“⁴³), war aber nicht mitentscheidend für die Wohnungswahl: „*Nein überhaupt nicht. Das haben wir erst nachher alles erfahren im Workshop. Wir haben uns angemeldet für das Haus und wir haben gesagt, die Gegend ist schön, dann haben sie es gebaut, wir haben gefragt, wieviel kostet es, kostet es so und so viel, nehmen wir es unabhängig von Energie.*“

Die Niedrigenergiebauweise wurde auch nicht als Werbemaßnahme eingesetzt, zumindest nicht in der Wahrnehmung der Befragten. Diesen wurde in der Regel eine Wohnung in der Wulzendorfstraße von der Stadt Wien angeboten, nachdem sie sich vorher für eine Wohnung in dieser Gegend vormerken ließen.

Zufriedenheit

- mit der Wohnsituation insgesamt

Die Zufriedenheit mit der Wohnsituation ist bei einer Befragten als sehr hoch einzuschätzen, das einzige Detail, das sie als störend erwähnt, ist die schwere Erreichbarkeit der oberen Wintergartenverglasungen, was das Putzen der Scheiben zu einer Mutprobe macht: „*Ich traue mich das nicht putzen, das ist schade*“. Was dieser Mieterin besonders gefällt, ist die sehr gute Schalldämmung zum Nachbarhaus und die Raumaufteilung, auf die von dieser Familie Einfluß genommen werden konnte.

Eine andere Befragte ist im wesentlichen zufrieden, am störendsten ist für sie, daß in ihrer momentanen Situation die Kosten für die Wohnung eigentlich ihre finanziellen Möglichkeiten übersteigen. Weiters stört sie, daß der Keller sehr feucht ist und man deshalb feuchtigkeitsempfindliche Gegenstände dort nicht lagern kann.

⁴³ Bei den kursiven, zwischen Anführungszeichen stehenden Texten handelt es sich um Zitate aus den Interviews mit Bewohnern, falls nicht anders angegeben.

Im Fall des dritten Haushalts, in dem ein Interview durchgeführt wurde, ist eine durchaus ambivalente Bewertung der Wohnsituation zu beobachten. Einerseits werden durchaus viele positive Aspekte am Haus gesehen („Was man auch bedenken muß, ist, daß die architektonische Ausführung schon viel Freiraum schafft, die hohen Räume, die weiten Stiegenhäuser, der Wintergarten, das schafft auch ein Wohlbefinden, daß man in einem normalen Haus nicht so hat.“), andererseits werden auch einige schwerwiegende Kritikpunkte geäußert, wobei am stärksten das Fehlen eines Kellers als Stauraum⁴⁴ und insbesondere von der Hausfrau die zu kleine Küche als störend empfunden werden: „Daß es keinen Keller hat, also ein Haus zu bauen für 6 Personen mit 5 Räumen und dann das Praktische weglassen, also eine Küche mit 4 m² ist eine Katastrophe, ich habe nicht einmal genug Platz, daß ich meine Töpfe wegräume, weil ich habe natürlich 6-Liter Töpfe große, das ist total unpraktisch, eine Wohnküche gehört gemacht, und unbedingt ein Keller“. Für das Fehlen des Kellers wird von dieser Familie die sonst relativ aufwendige Bauweise (14 cm Korkdämmung, Wintergarten, rundes Stiegenhaus) verantwortlich gemacht. Es hätte in dieser Familie die Bereitschaft bestanden, auf Energiesparmaßnahmen, die in dem Haus verwirklicht wurden, zu verzichten, wenn dafür im Gegenzug als „praktisch“ empfundene Maßnahmen wie ein Keller realisiert worden wären. Weitere Kritikpunkte, die von dieser Familie angesprochen werden, sind die Bindung an die Fernwärme Wien als Energieversorger, die relativ hohen laufenden Kosten (monatliche Miete für 140 m² inkl. Baukostenzuschuß und Betriebskosten ca. 15.000 Schilling), der Umstand, daß man den Wintergarten nicht ganzjährig als Wohnraum nutzen kann, sowie daß nur ein Notkamin eingebaut ist. Ein wesentlicher Kritikpunkt sind die als zu hoch empfundenen Kosten für Heizung und Warmwasser. Insbesondere in der ersten Heizperiode (bei weniger sparsamen Nutzerverhalten als jetzt): „Man muß sich die Frage stellen, ob man von einem Niedrigenergiehaus sprechen kann bei Heizkosten von 22.000 Schilling⁴⁵.“ Der Punkt der finanziellen Belastung wird von einer anderen befragten Mieterin anders gesehen – sie meint, daß die Wohnungen in der Wulzendorfstraße etwa gleich viel kosten wie vergleichbare Mietwohnungen im innerstädtischen Bereich bzw. pro m² wahrscheinlich günstiger sind.

- mit den eingesetzten Energietechnologien

Der Wintergarten wird vor allem in den Übergangszeiten als positiv und als Bereicherung empfunden, da er zu diesen Zeiten auch als Wohnraum genutzt werden kann. Als angenehm wird auch empfunden, daß das Obergeschoß des Wintergartens zum Wäschetrocknen benutzt werden kann. Es werden aber auch einige Kritikpunkte am Wintergarten geäußert:

- daß man ihn nicht ganzjährig als Wohnraum nutzen kann und der Platz dann fehlt;
- daß das Zimmer im Obergeschoß, das an den Wintergarten angrenzt, nur über den Wintergarten lüftbar ist und die Luft aus dem oberen Wintergarten dafür oft zu heiß ist
- daß die eingeplante Luftzirkulation vom Wintergarten über das Stiegenhaus („Luftwalze“) nicht funktioniert

⁴⁴ Nicht alle Reihenhäuser in der Wohnanlage Wulzendorfstraße haben keinen Keller, es gibt Ausführungen von Häusern mit 2 Wohngeschossen zu je 70 m² Grundfläche ohne Keller und solchen mit 2 Wohngeschossen zu 50 m² Grundfläche mit einem gleich großen Kellergeschoß.

⁴⁵ Gemeint sind in diesem Zitat die Kosten für Heizung und Warmwasser.

- die bauliche Ausführung wird als mangelhaft empfunden, insbesondere die Einpassung der Gläser in den Holzrahmen
- fallweise kommt es zu Kondenswasserbildungen in den Dachschrägen
- fallweise kommt es zu Zugerscheinungen zwischen Wohnraum und Wintergarten aufgrund unzureichender Türabdichtungen.

Als weiterer Problempunkt wird – wie bereits oben angesprochen – die Versorgung durch die Fernwärme Wien gesehen, hier erwecken insbesondere die hohen anfallenden Kosten Unzufriedenheit. Ein Mieter hätte sich gewünscht, daß das Haus über eine Solaranlage für Heizung und Warmwasser versorgt worden wäre. Einer Mieterin ist aufgefallen, daß auch an einem Heizkörper, der überhaupt nicht aufgedreht ist, die Verdunsterröhrchen einen Verbrauch anzeigen, der durch die warme Luft, die aus dem Obergeschoß des Wintergartens kommt, bedingt ist. Hier zeigt sich, daß besonders in Niedrigenergiehäusern mit relativ hohen solar passiven Gewinnen die Verbrauchsmessung mittels Verdunsterröhrchen sehr problematisch ist. Haushalte mit niedrigem Verbrauch werden in doppelter Weise benachteiligt: erstens durch die hohen Grundkosten, die basierend auf der Wohnnutzfläche berechnet werden und zweitens über potentiell zu hohe Verbrauchsmessungen, die durch Verdunstung bei nicht eingeschaltetem Heizkörper verursacht werden. Die relativ hohen Kosten für Heizung und Warmwasser führten im Fall einer Familie zu einem Sparverhalten, das für einen Teil der Familienmitglieder auf Komfortverzicht hinausläuft: *„Für die Ansprüche, die wir hätten, daß wir uns wohlfühlen, [...] das kann ich hier nicht verwirklichen, weil ich dann so stark heizen müßte, daß ich mir es nicht leisten kann.“* Weitere Punkte, die am Heizsystem als störend oder als verbesserungswürdig genannt werden, sind das Fehlen einer Regelungsmöglichkeit für die ganze Wohnung (es kann nur jeder Heizkörper einzeln geregelt werden) sowie zumindest in einem Fall die begrenzte Verfügbarkeit von Warmwasser im Winter. Nach dem Verbrauch einer Menge von ca. einer halben Badewanne müssen ca. 15 Minuten gewartet werden, bis wieder Warmwasser zur Verfügung steht.

Nutzerverhalten⁴⁶

Die Regelung der Innenraumtemperatur erfolgt über Heizkörperthermostate an den einzelnen Heizkörpern. Im Wohnzimmer, das im Erdgeschoß liegt, sind in zwei der befragten Haushalte tagsüber im Winter Temperaturen über 20 Grad, in einem Haushalt, der – wie bereits oben erwähnt - sich aus ökonomischen Gründen sehr sparsam verhält, eine Temperatur von 19 Grad eingestellt. In zwei der drei Haushalte wird die Temperatur in den Schlaf- und Kinderzimmern niedriger eingestellt, in einem gibt es kaum Temperaturdifferenzen zwischen den einzelnen Räumen. In allen drei Haushalten wird während der Nacht die Temperatur abgesenkt.

⁴⁶ Die qualitative Beschreibung des Nutzerverhaltens basiert hierbei auf den Äußerungen der Befragten.

Die Lüftung im Winter erfolgt meistens mehrmals täglich über Stoßlüftung oder etwas längere Lüftungsperioden von ca. 15 bis 30 Minuten, in einem Haushalt ist auch während der Heizperiode Schlaf- und Badezimmerfenster ständig gekippt.

Die Nutzung der Wintergärten erfolgt bei allen Befragten gemäß deren Aussagen im wesentlichen so, wie es den Nutzern während der Workshops (siehe unten im Text) vermittelt wurde. Im Sommer und Winter werden die Zwischentüren zwischen Wintergarten und Wohnraum geschlossen gehalten, in den Übergangszeiten bei Schönwetter geöffnet und die Wärme aus dem Wintergarten in den Wohnraum gelassen. In den Übergangszeiten wird der Wintergarten auch als Wohnraum genutzt, während des restlichen Jahres nicht, da die Wintergärten unbeheizt⁴⁷ sind.

In zwei der drei befragten Haushalte werden im Wohnbereich mit Scheitholz bzw. Holzbriketts befeuerte Kaminöfen eingesetzt, in einem Fall in erster Linie aufgrund der angenehmen Wärme, die von dem Ofen abgestrahlt wird, im zweiten Fall auch aus ökonomischen Motiven.

Im Sommer gibt es zumindest in den Räumen im Erdgeschoß keine Überwärmungsprobleme, das Raumklima wird in diesen Räumen sogar als angenehm kühl empfunden, die potentiell mögliche Erwärmung in den Räumen im Obergeschoß wird durch innen angebrachte Sonnenschutzvorrichtungen (Vorhänge, Rollos) auf ein erträgliches Maß reduziert.

Maßnahmen zur Nutzerinformation und –schulung

Nachdem die potentiellen zukünftigen Mieter ihr Interesse an einer Wohnung in der Anlage Wulzendorfstraße bekundet hatten, wurde ihnen ein Informationsfolder zugesandt, in dem auf die energiesparenden Besonderheiten des Wohnprojekts hingewiesen wurde. Anschließend - noch vor dem Einzug - wurde den damals zukünftigen Mietern die Teilnahme an einer dreiteiligen Informationsveranstaltung angeboten. In dieser Informationsveranstaltung wurden die realisierten baulichen energiesparenden Maßnahmen und ein adäquater Umgang mit diesen (insbesondere mit dem Wintergarten) erläutert. Auf dieser Veranstaltung wurde auch schriftliches Informationsmaterial verteilt.

Bereits einige Jahre nach Fertigstellung und Bezug der Siedlung, zu Beginn des Jahres 1999, wurde unter Beteiligung der Fernwärme Wien eine Energieberatungsaktion durchgeführt. Zunächst wurde von der Fernwärme Wien im Rahmen dieser Aktion an alle Haushalte der Wohnhausanlage Wulzendorfstraße ein Brief zugesandt, in dem diese Beratungsaktion angekündigt wurde und außerdem darüber informiert wurde, wie der Energieverbrauch des jeweiligen Haushalts im Vergleich zum Durchschnitt vergleichbarer Haushalte der Wohnhausanlage lag. Falls gewünscht, wurden danach Beratungen vor Ort, im Haus „Wien Energie“ oder telefonisch durchgeführt.

⁴⁷ Gemäß Aussagen der befragten Nutzer und aus einem Gespräch mit Herrn DI. Hofbauer ist bekannt, daß in einigen Haushalten in der Wohnsiedlung Wulzendorfstraße der Wintergarten als ganzjähriger Wohnraum genutzt und daher auch geheizt wird.

Auswirkungen der Maßnahmen zur Nutzerinformation und –schulung

Alle befragten Personen haben die oben erwähnte dreiteilige Einführungs- Informationsveranstaltung besucht und bewerten diese durchwegs positiv. Einerseits weil auf dieser Veranstaltung wertvolle und brauchbare Information vermittelt wurde („*Ich hab vieles nicht gewußt, konnte vieles gut anwenden*“), andererseits ermöglichte diese Veranstaltung positive soziale Kontakte mit der zukünftigen Nachbarschaft: „*Die haben wir dann alle drei besucht, da sind wir schon in Kontakt getreten mit der Nachbarschaft, es sind ja etwa 40 Parteien da, haben wir uns kennengelernt und es ist alles wunderbar abgelaufen.*“ Bei der im Jahr 1999 durchgeführten Energieberatungsaktion nahmen 8 von 41 Haushalten (ca. 20 %) eine Energieberatung in Anspruch. Es wurde auch evaluiert, inwieweit sich der tatsächliche klimabereinigte Energieverbrauch dieser Haushalte nach Durchführung der Beratungsaktion geändert hatte. Der gesamte Heizenergieverbrauch der beratenen Haushalte sank nur geringfügig um 2 %.

Beide Informationsmaßnahmen (Einführungs- Informationsveranstaltung und Energieberatungsaktion) wurden im Vergleich zu den Aktivitäten in anderen Wohnbauten sehr engagiert und vorbildhaft durchgeführt. Daß die Energieberatungsaktion dennoch einen so geringen meßbaren Effekt aufwies, gibt zu der Hypothese Anlaß, daß das alltägliche Energieverhaltensverhalten ein sehr träger, auch durch gute Informationsaktivitäten schwer beeinflussbarer Verhaltensbereich ist. Gemäß einer Einschätzung von DI. Hofbauer, der an der Vorbereitung und Evaluierung der Energieberatungsaktion beteiligt war, haben strukturelle Effekte wie Änderungen in der Bewohnerstruktur (z.B. Familie bekommt Baby oder Kind zieht aus) sowie bauliche Änderungen (z.B. in einem konkreten Fall in der Wulzendorfstraße die bauliche Trennung von Erd- und Obergeschoß) wesentlich größeren Einfluß auf den Heizenergieverbrauch als Beratungsaktivitäten.

4. Vergleich der Projekte und Diskussion der Ergebnisse

4.1 Zusammenfassung der Ergebnisse der qualitativen Nutzerbefragungen

4.1.1 Motive für Einzug / Bau

Die Motive, in einem Niedrigenergie- bzw. Passivhaus zu wohnen, sind weitestgehend abhängig von den Besitzverhältnissen bzw. vom Grad der Beteiligung der späteren Nutzer in der Planungs- und Bauphase.

Als Hauptmotive für den Einzug in eine Wohnhausanlage bzw. Siedlung in Niedrigenergie- oder Passivhausbauweise wurde von den Mietern⁴⁸ meistens die Lage ("Ruhelage im Grünen", Lage zum Arbeitsplatz, Anschluß an urbane Infrastruktur, Nähe zu Verwandten und Bekannten), die Leistbarkeit, Helligkeit und ansprechende architektonische Gestaltung, wie etwa ein Wintergarten, genannt. Der Gedanke des umweltschonenden energiesparenden Wohnens ist kein Hauptmotiv beim Bezug, obwohl die Menschen das als positiv werten: *"Es hat uns gefreut, war ein ganz positives Kriterium, aber wir hätten die Wohnung auch genommen, wenn es das nicht gegeben hätte"*⁴⁹. Meistens war es sogar so, daß zum Zeitpunkt der Entscheidung, in eine Wohnanlage bzw. Siedlung zu ziehen, die Menschen nur teilweise oder oft auch gar nicht über die "besondere" Bauweise informiert gewesen waren.

Hauptmotive zur Errichtung eines Einfamilienhauses in Niedrigenergie- bzw. Passivhausbauweise waren eine persönliche Begeisterung für das Projekt, ein hohes Energie- und Ökologiebewußtsein und die Wertschätzung eines Wohnerlebnisses, das von hoher Belichtung und Naturnähe geprägt ist. Es war zu beobachten, daß der Bauherr selbst, oder eine Person im nahen sozialen Umfeld, ein hohes teilweise auch beruflich bedingtes technisches Verständnis besitzen.

Während die Eigentümer von Einfamilienhäusern in Niedrigenergiebauweise meist hochmotiviert, "aktiv" und bereit sind, neue Technologien auszuprobieren – daher auch in der Regel sehr gut über die baulichen und technischen Besonderheiten ihres Hauses informiert sind, sind die Bewohner von Mietobjekten im Gegensatz dazu in einer eher "passiven" Nutzerrolle. Ein fertiges "Produkt" wird bezogen und in diesem Sinne auch genutzt.

Eine Sonderstellung innerhalb der untersuchten Projekte nimmt die Wohnanlage Sargfabrik in Wien ein. In diesem Wohnprojekt war ein Teil der späteren Nutzer mit Planung, Bauorganisation und –durchführung befaßt. Das wesentliche Motiv für die Partizipation in der Planungsgruppe war hier der Wunsch, eine Wohn- und Lebensform zu verwirklichen, in der das Gemeinschaftliche im Mittelpunkt steht und die eine Alternative zur konventionellen Kleinfamilie bietet. Auch für die befragten Bewohner der Sargfabrik, die nicht in der

⁴⁸ Gilt auch für die Eigentümer der Reihenhaussiedlung Batschuns, die nicht im Plaungs- und Baugeschehen involviert waren.

⁴⁹ Bei den kursiven, zwischen Anführungszeichen stehenden Texten handelt es sich um Zitate aus Interviews mit Bewohnern.

Planungsgruppe beteiligt waren, bildet der Aspekt des gemeinschaftlichen Wohnens ein zentrales Motiv für die Entscheidung, in der Sargfabrik zu wohnen.

4.1.2 Zufriedenheit mit den eingesetzten Energietechnologien / mit der Wohnsituation

In den untersuchten Einfamilienhäusern ergibt sich bezüglich Zufriedenheit ein homogenes Bild: Die Bewohner sind ausnahmslos hoch zufrieden und betonen den hohen Wohnkomfort und die hohe Lebensqualität in ihren Häusern. In Mehrfamilien- und Reihenhäusern mit Passivhausstandard, die mit Lüftungsanlagen zur Lüftung und Heizung ausgestattet sind, wird relativ häufig Kritik an diesem System geübt. Die wesentlichen Kritikpunkte sind hier die eingeschränkte Temperaturregelbarkeit der Wohnung insgesamt oder der Räume untereinander, die Luftqualität (Luft wird im Winter oft als zu trocken empfunden) sowie die Geräusentwicklung von Lüftungsanlagen. Diese Kritikpunkte werden von den betroffenen Nutzern verschieden stark gewichtet und können (aber müssen nicht) zu einer dezidierten Unzufriedenheit mit der Wohnsituation führen. In den untersuchten Einfamilienhäusern, in denen ebenfalls Anlagen zur kontrollierten Wohnraumlüftung eingesetzt werden⁵⁰, werden die oben erwähnten kritischen Aspekte nicht wahrgenommen.

Es kann davon ausgegangen werden, daß die hohe Zufriedenheit in den Einfamilienhäusern auch mit einer hohen Identifikation mit dem jeweiligen Gebäude zusammenhängt – zumal es sich bei den untersuchten Einfamilienhäusern um “besonders innovative” Gebäude handelt, was die Bewohner mit Stolz erfüllt⁵¹. In Wohnhausanlagen oder Siedlungen ist solch eine starke Identifikation naturgemäß wesentlich schwerer zu erreichen. Im Vergleich zu den Einfamilienhäusern mit sehr hoher Identifikation und Partizipation stellt das Extrem auf der anderen Seite die Situation in der Wohnhausanlage Mitterweg dar, wo die Mieter von der Stadtverwaltung den Wohnungen zugewiesen wurden. Eine Ablehnung der Wohnung wäre dort zwar möglich gewesen, davon wurde aber meist, um längere Wartezeiten zu vermeiden, Abstand genommen. Es kam dort auch – speziell während der zweiten Heizperiode und verstärkt durch eine damals mangelhaft einregulierte Lüftungsanlage – zu massiven Unzufriedenheitsäußerungen. Mittlerweile hat sich die Situation nach einer Neueinregulierung des Lüftungssystems in den Wohnungen beruhigt.

Eine Schlußfolgerung, die sich aus der Bedeutsamkeit der Identifikation ergibt, ist das Ermöglichen eines höheren Mitbestimmungsmaßes der zukünftigen Nutzer bei Projekten sowie das jeweilige Anbieten einer konventionellen Alternative bei der Vergabe (oder Zuteilung) von Wohnprojekten, speziell im Bereich des sozialen Wohnbaus.

Ein bemerkenswertes Beispiel unter den untersuchten Projekten ist das Projekt Sargfabrik in Wien, das von einem Teil der späteren Nutzer initiiert, geplant und durchgeführt wurde. Die Wohnzufriedenheit ist hier sehr hoch.

⁵⁰ Allerdings ist nur in einem (der drei untersuchten) Einfamilienhäuser die Lüftungsanlage zugleich das Hauptheizsystem.

⁵¹ Im Einfamilienhausbereich ist die Zufriedenheit mit verschiedenen eingesetzten Technologien sehr hoch, wie beispielsweise in Haas et al. (2001) gezeigt wurde, insbesondere dann, wenn bei der Installation der Technologie von den Bewohnern mitgewirkt werden konnte.

Aus dem Beispiel Mitterweg ist auch ersichtlich, daß gut einregulierte (und gewartete) Lüftungsanlagen eine hohe Bedeutung für die Nutzerzufriedenheit besitzen – besonders in Mehrfamilienhäusern ist dieser Umstand zu berücksichtigen. Aus dem Beispiel Kapellenweg wird deutlich, daß eine zentrale Lüftungsanlage zu sehr unterschiedlichen und kaum regulierbaren Wohnungstemperaturen führen kann, was den Komfort und damit auch die Zufriedenheit beeinträchtigt.

In den untersuchten Wohnanlagen bzw. Siedlungen mit Niedrigenergiestandard (Plabutsch, Sargfabrik, Wulzendorfstraße, Brünnerstraße) werden die eingesetzten solar passiven Elemente wie Sonnenfenster oder Wintergärten zumeist sehr gut angenommen, wenn es auch einzelne Kritikpunkte gibt, die beispielsweise die Ausführung oder die eingeschränkte Nutzungsmöglichkeit von Wintergärten betreffen. Problembereiche, die die Wohnzufriedenheit dämpfen, liegen hier teilweise außerhalb des Bereichs der Energietechnik wie soziale Konflikte oder Spannungen (Plabutsch, Brünnerstraße), Lage oder Raumaufteilung der Wohnung (z. B. das Fehlen eines Kellers) oder höhere Heizkosten als erwartet wegen des hohen Grundkostenanteils bei fernwärmeversorgten Wohnungen (z.B. Wulzendorfstraße).

4.1.3. Nutzerverhalten⁵²

Die Verhaltensbereiche Lüftung, Temperaturregelung sowie Bedienung von Sonnenschutzvorrichtungen sind die wesentlichen Bereiche, die auf qualitative Weise behandelt wurden. In den Gebäuden mit Passivhausstandard und Anlage zur kontrollierten Wohnraumlüftung ließ sich aus den Aussagen der Befragten entnehmen, daß auch während der Heizperiode von der Fensterlüftung Gebrauch gemacht wird, wenn auch zumeist in geringem Ausmaß. Nur in einem Fall kam es zu einem ausgeprägten “Fehlverhalten”: hier hatte eine Bewohnerin während der Heizperiode in der Nacht die Balkontüre ständig geöffnet, da sie das Gefühl hatte, sonst nicht genügend Luft zu bekommen. In den Wohnanlagen bzw. Siedlungen mit Niedrigenergiestandard ist das Lüftungsverhalten unterschiedlicher – im Vergleich zu den Passivhäusern wird öfter von Befragten angegeben, Fenster auch während der Heizperiode lange in offenem oder gekipptem Zustand zu belassen.

Die Regelung der Temperatur erfolgt in den untersuchten Projekten auf unterschiedliche Weise: entweder über ein Steuergerät, das als Einflußbereich die ganze Wohnung innehat, über Einzelraumregelungen oder über Regler an den einzelnen Heizkörpern. In Wohnungen in Passivhäusern, in denen meist mit einem einzigen Steuergerät die Heizung und Lüftung für die ganze Wohnung geregelt werden kann, zeigt sich, daß die jeweiligen Nutzer sehr unterschiedlich mit der Steuerung zurechtkommen. In erster Linie freunden sich technisch interessierte Nutzer mit den Möglichkeiten der Regelung an und nutzen diese aus. Wobei hier anzumerken ist, daß die Einflußmöglichkeiten des Nutzers in diesen Wohnungen auf die Raumtemperatur beschränkt sind. Beispielsweise ist es sehr eingeschränkt möglich, die

⁵² Die Ausführungen in diesem Abschnitt basieren auf Äußerungen der Befragten und wurden nicht durch Messungen verifiziert.

Temperatur einzelner Räume auf unterschiedlichem Niveau zu halten – ein Umstand, der oft beklagt wird.

Über alle Objekte hinweg läßt sich beobachten, daß ein deutlicher Trend zu einer mittleren Innenraumtemperatur während der Heizperiode von markant über 20 Grad gegeben ist. Die häufigsten Nennungen liegen bei 22 Grad. In Wohnungen mit Niedrigenergiestandard, in denen es möglich ist, die Räume auf unterschiedlichem Temperaturniveau zu halten, wird von dieser Möglichkeit auch zumeist Gebrauch gemacht – die Temperatur in den Schlafräumen liegt im Vergleich zur Temperatur in den Wohnräumen oft um 2 bis 4 Grad niedriger.

Die Art der Sonnenschutzvorrichtungen und die Bedienung derselben gestaltet sich sehr unterschiedlich. Die Bandbreite reicht von vorinstallierten, technisch anspruchsvollen Systemen, die auch im Automatikmodus betrieben werden können (Plabutsch, Batschuns) bis zum gänzlichen Weglassen von vorinstallierten Einrichtungen bzw. alleinige Verwendung eines konstruktiven Sonnenschutzes (z.B. Holzleitner, Mitterweg). In den Gebäuden, in denen Sonnenschutzeinrichtungen mit Automatikfunktion zum Einsatz kommen, tendieren die Bewohner dazu, diese Einrichtungen manuell zu bedienen, sofern jemand zuhause ist – im Falle des Leerstehens der Wohnung besteht die Bereitschaft, auf Automatikbetrieb umzuschalten.

Insbesondere in den untersuchten Einfamilienhäusern wurde der komfortsteigernde Aspekt des geringen Bedienungsaufwandes für das Heizungs- und Lüftungssystem betont. Bemerkenswert ist auch die Aussage eines Einfamilienhausbesitzers, der wenig von zu rigiden Vorgaben bezüglich Fensterlüftung hält: *„Ich halte nichts davon, daß man alle Fenster zumachen sollte.“*⁵³.

Ein in Mehrfamilienhäusern mit Lüftungsanlage problematischer Verhaltensbereich ist der Filterwechsel. Sowohl in Mehrfamilienhäusern, in denen der Filterwechsel im Verantwortungsbereich der Bewohner liegt (Ölzbündt) als auch in solchen, wo diese Aktivität nicht von den Bewohnern durchgeführt werden soll, kam es fallweise zu zu langen Austauschintervallen.

4.1.4 Nutzerinformation

Auch für den Bereich der Nutzerinformation läßt sich zunächst – ähnlich wie bei den oben ausgeführten Aspekten – eine relativ klare Trennung zwischen der Gruppe der untersuchten Einfamilienhäuser und den restlichen Projekten, bzw. zwischen der Gruppe der bereits am Baugeschehen Involvierten und jener Gruppe, die bereits in ein fertiges Objekt einzieht, beobachten. Bei zumindest zwei der untersuchten Einfamilienhäuser war bereits vor Baubeginn ein großes Interesse für energiesparende Bauweisen vorhanden – während der Bauphase erhöhte sich der Informationsstand laufend. Im Fall des dritten untersuchten

⁵³ Bei hoher Sonneneinstrahlung im Winter, wenn das Gebäude ausreichend warm ist, tendiert dieser Bauherr zum Öffnen der Fenster und Türen. Er achtet aber darauf, diese bei fehlender Sonneneinstrahlung wieder zu schließen.

Einfamilienhauses war der Bruder des Bauherrn Planer – es kann hier von einem unkomplizierten Informationsfluß ausgegangen werden.

Auch bei den Projekten Batschuns und Sargfabrik war ein Teil der späteren Bewohner im Planungs- und Baugeschehen involviert – die derart Involvierten weisen ein entsprechend hohes Informationsniveau auf.

Die Gruppe der Bewohner, die ohne oder mit geringer Möglichkeit zur Mitbestimmung in ein bereits fertiges Objekt einzogen, wurde je nach Projekt auf unterschiedliche Weise von den Eigenschaften des Gebäudes und den Besonderheiten bei der Nutzung desselben informiert.

Die Information, daß es sich um ein besonderes Gebäude mit energiesparendem Konzept handelt, wurde oft erst relativ spät – kurz vor Einzug - an die Betroffenen weitergegeben, also zu einem Zeitpunkt, an dem die Wahl für die jeweilige Wohnung bereits gefallen war.

Einen ersten Schub an detaillierteren Informationen über Eigenschaften und Nutzung des Gebäudes bekamen die Bewohner der meisten Projekte (außer Einfamilienhäuser, Sargfabrik, Kapellenweg) in einer Mieter-/Bewohnerversammlung. Diese fand meistens kurz vor oder nach dem Bezug statt. Neben solchen Veranstaltungen kamen in einigen Fällen direkte mündliche Erst-Information durch eine Kontaktperson oder schriftliches Informationsmaterial zum Einsatz. Vertrauens- bzw. Ansprechpersonen vor Ort spielen auch fallweise (Batschuns, Mitterweg, Ölzbündt, Sargfabrik) eine Rolle.

Engagierte Konzepte wurden bzw. werden im Projekt Ölzbündt bzw. Wulzendorfstraße verfolgt. In Ölzbündt werden im jährlichen Rhythmus Informationsveranstaltungen abgehalten, in der die Bewohner über ihre Verbräuche und den Zusammenhang mit dem Nutzerverhalten informiert werden; in der Siedlung Wulzendorfstraße fand mit Bezugsbeginn ein dreiteiliges Seminar statt, in dem die Bewohner vor allem über den korrekten Umgang mit den Wintergärten informiert wurden. Weiters wurde dort auch eine Energieberatungsaktion nach einer Verbrauchsrückmeldung angeboten.

Auffallend ist, daß in den untersuchten Projekten kaum Feedback-Maßnahmen, die die Höhe des Energieverbrauchs (kurzfristig oder pro Periode) übersichtlich und leicht verständlich darstellen, zum Einsatz kommen.

Folgende Punkte können zur Verbesserung des Informationsniveaus der Bewohner als wichtig erachtet werden:

- Schriftliche Information sollte übersichtlich, möglichst leicht verständlich und auf die Bedürfnisse der jeweiligen Zielgruppe zugeschnitten, aufbereitet werden.
- Feedback-Maßnahmen, die sowohl kurz- als auch mittelfristig für den Bewohner eine Verbrauchs- und Kostentransparenz und ein Verständnis für die Auswirkungen seiner Handlungen ermöglichen, sollten umgesetzt werden. Als Maßnahmen sind sowohl Anzeigegeräte in den Wohnungen als auch übersichtlich aufbereitete Energieabrechnungen zu verstehen.
- Die Verfügbarkeit direkter Ansprechpartner vor Ort ist günstig.

- Informationsveranstaltungen sollten nicht nur zu Beginn einmal, sondern (je nach Bedarf) wiederholt, bzw. periodisch angeboten werden.

4.2 Zusammenfassung und Diskussion der Simulationsergebnisse

Für die ausgewählten zwölf Bauobjekte wurde der im langjährigen Schnitt zu erwartende Heizwärmebedarf mittels Simulation unter Zugriff auf das Programmpaket *EuroWAEBED* ermittelt. Bei den untersuchten Wohnanlagen (Kapellenweg, Ölbündt, Mitterweg, Plabutsch, Brünnerstraße, Sargfabrik) wurden hierbei ausgewählte Wohnungen, für die das Ergebnis der Befragung in Form eines ausgefüllten Fragebogens vorlag, untersucht. Bei Einfamilienhäusern (Caldohaus, Haus Holzleitner, Haus Nader), Reihenhäusern (Batschuns) und Wohnhausanlagen (Gleisdorf, Wulzendorfstraße) wurde der Heizwärmebedarf jeweils für ein ganzes Haus ermittelt.

Bezüglich der Nutzung der Wohnungen oder Gebäude wurden jeweils folgende drei Nutzungsvarianten gegenüber gestellt:

1. Berechnung unter Zugrundelegung der „Normnutzung“ gemäß ÖNorm B8110-1

Die Normnutzung ist durch folgende Annahmen gekennzeichnet:

Soll-Temperatur	20,0 °C
Bruttofläche pro Person	45,0 m ²
Aufenthaltsdauer in der Wohnung	0 bis 24 Uhr
bruttoflächenbezogene Wärmeabgabe durch Beleuchtung und Geräte	3,0 Wm ⁻²
hygienischer Lüftungsbedarf pro Person	30,0 m ³ h ⁻¹
Wärmeabgabe einer Person	90,0 W
mindest erforderliche Luftwechselzahl (dauernd einzuhalten)	0,4 h ⁻¹
tägliche Heizungsunterbrechung	von 0 ⁰⁰ bis 6 ⁰⁰

2. Berechnung unter Zugrundelegung der „Normnutzung“ gemäß ÖNorm B8110-1 mit auf 22,0 °C erhöhter Soll-Temperatur

Es wird nur der Wert der Soll-Temperatur im Vergleich zu Variante 1 um 2,0 K erhöht. Alle anderen Eingabegrößen bleiben unverändert.

3. Berechnung unter Zugrundelegung der aus den Befragungen ableitbaren Nutzungsbedingungen

Wesentlich geht hier ein,

- wie hoch die mittlere Soll-Temperatur in der Wohnung / im Gebäude gesetzt ist und
- wieviele Personen im Haushalt leben und wie groß die mittlere tägliche Aufenthaltsdauer der einzelnen Personen in der Wohnung / im Gebäude ist.

Die Wärmeabgabe für Beleuchtung und Geräte wurde – sofern nicht aus den verfügbaren Daten ein anderer Wert errechnet werden konnte - auf den Normwert von 3,0 Wm⁻²_{BGF} gesetzt.

Das Berechnungsergebnis der Variante 1 liefert den normgemäßen bruttoflächenbezogenen jährlichen Heizwärmebedarf und damit eine normgemäße Einstufung der thermisch-energetischen Gebäudequalität.

Die Berechnungsvariante 2 wurde eingeführt, da sich aus den Befragungsergebnissen ableiten läßt, daß die Norm-Soll-Temperatur von 20 °C bei den untersuchten Wohnungen und Gebäuden eine seltene Ausnahme und nicht die Regel ist. In der überwiegenden Zahl der Befragungen wurde als Soll- und Wunsch-Temperatur der Wert von 22,0 °C angegeben.

Die Erhöhung der Soll-Temperatur von 20 °C (Var. 1) auf 22 °C (Var. 2) unter sonst gleich gehaltenen Nutzungsbedingungen führt zu einer Erhöhung des Heizwärmebedarfs. Diese Erhöhung ist in folgender Abbildung in Abhängigkeit vom normgemäß ermittelten HWB_{BGF} -Wert aufgetragen.

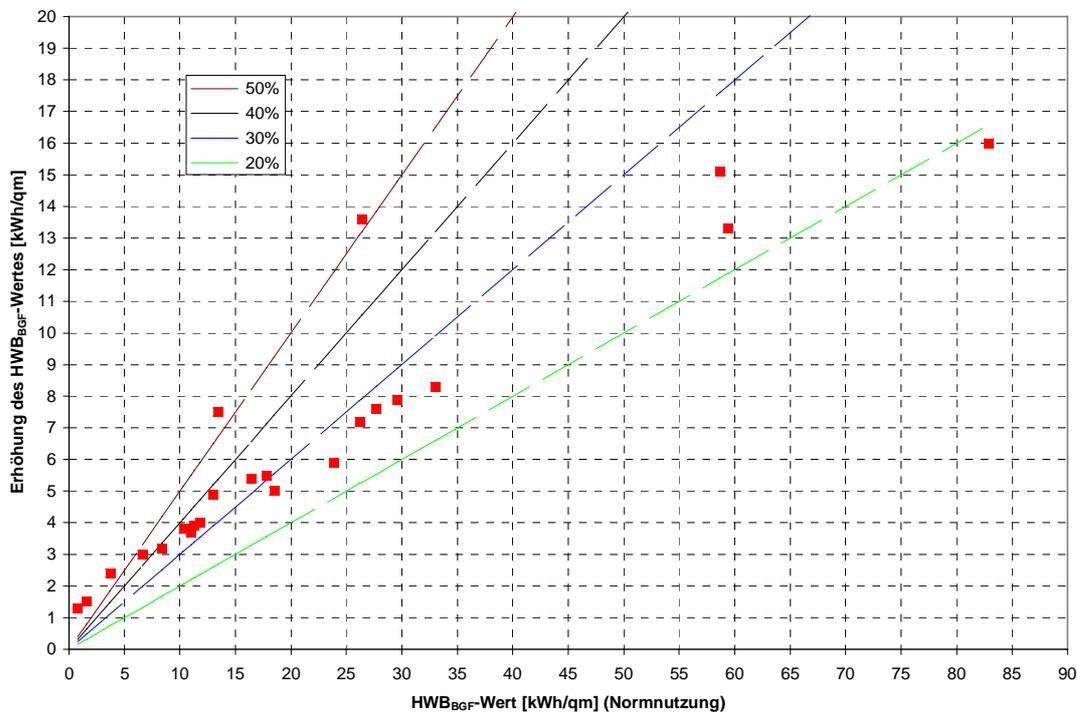


Abb. 4.1: Abhängigkeit der Erhöhung des HWB-Wertes bei Veränderung der Soll-Temperatur von 20 °C auf 22 °C vom normgemäß ermittelten HWB_{BGF} -Wert für alle untersuchten Wohnungen und Gebäude.

Die strichlierten Linien dienen zur leichteren Interpretation des Ergebnisses und stellen konstante Werte der auf den Norm- HWB_{BGF} -Wert bezogenen prozentuellen Erhöhung des mit einer Soll-Temperatur von 22,0 °C errechneten HWB_{BGF} -Wertes im Vergleich zu dem mit 20,0 °C errechneten Wert dar.

Bei einem normgemäß ermittelten HWB_{BGF} -Wert von bis zu 10 $kWhm^{-2}a^{-1}$ – also für Niedrigenergiehäuser mit Passivhausqualität und Wohnungen mit extrem kleinem Heizwärmebedarf – liegt die prozentuelle Erhöhung des HWB_{BGF} -Wertes bei Erhöhung der Soll-Temperatur um 2 K bei 40% und höher. Im Bereich zwischen 10 $kWhm^{-2}a^{-1}$ und 20 $kWhm^{-2}a^{-1}$ liegt die entsprechende prozentuelle Erhöhung zwischen 30 und 40%. Oberhalb eines HWB_{BGF} -Wertes

von $20 \text{ kWhm}^{-2}\text{a}^{-1}$ sind prozentuelle Erhöhungen im Bereich zwischen 20 und 30% zu verzeichnen.

Es zeigt sich somit, daß die absoluten Werte der Erhöhung des HWB_{BGF} -Wertes beim Hinaufsetzen der Soll-Temperatur von $20 \text{ }^\circ\text{C}$ auf $22 \text{ }^\circ\text{C}$ mit größer werdendem HWB_{BGF} -Wert ansteigen. Wird die Erhöhung jedoch prozentuell auf den normgemäß ermittelten HWB_{BGF} -Wert bezogen – dies entspricht der meist üblichen Darstellungsart –, so zeigt sich, daß die prozentuelle Erhöhung mit besser werdender thermisch-energetischer Qualität des Gebäudes, d. h. bei sinkendem HWB_{BGF} -Wert rasch ansteigt.

Die Berechnungsvariante 3 zeigt die Auswirkung der durch Befragung ermittelten Nutzungsdaten auf das Berechnungsergebnis. In folgender Abbildung sind die normgemäß errechneten HWB_{BGF} -Werte (rote Säulen) den unter Zugrundelegung der aus den Fragebögen ermittelten HWB_{BGF} -Werten (blaue Säulen) gegenüber gestellt.

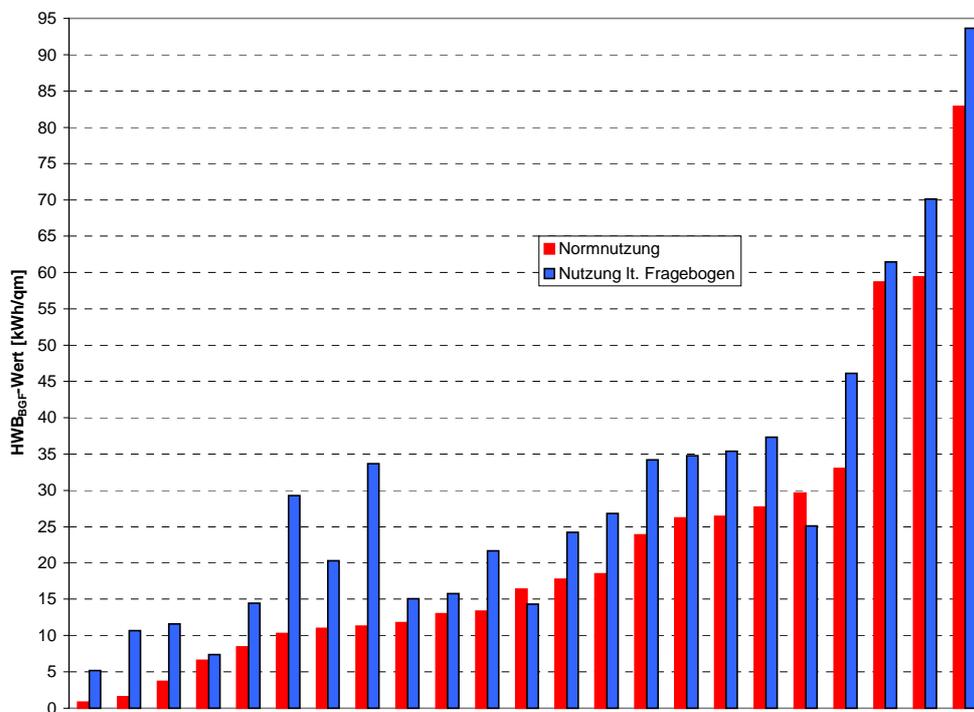


Abb. 4.2: Gegenüberstellung der normgemäß errechneten HWB_{BGF} -Werte und der mit den erhobenen Nutzungsdaten errechneten HWB_{BGF} -Werte

Es ist klar erkennbar, daß die Abweichungen zwischen den Ergebnissen normgemäßer Rechnung und jenen, die unter Zugrundelegung der erhobenen Nutzungsdaten ermittelt wurden, in den meisten Fällen groß bis sehr groß ist. In der überwiegenden Anzahl der untersuchten Fälle liegt der tatsächlich zu erwartende Heizwärmebedarf deutlich über den normgemäß errechneten Werten. Zum einen liegt dies daran, daß die Norm-Soll-Temperatur von $20 \text{ }^\circ\text{C}$ für die untersuchten Wohnungen und Gebäude zumeist zu niedrig angesetzt ist. Zum anderen ist die Personenbelegung der untersuchten Wohnungen und Gebäude meist deutlich niedriger als beim Ansatz der Normnutzung.

Zu betonen ist, daß sich klar zeigt, daß die Nutzungsdaten generell einen erheblichen Einfluß auf das Ergebnis von Simulationsrechnungen zur Ermittlung des Heizwärmebedarfs haben.

Aus den rechnerischen Untersuchungen lassen sich zudem folgende durchgehend zu beobachtende Effekte erkennen:

- Bei den Wohnungen in Wohnanlagen zeigt sich ein starker Einfluß der Lagegunst der Wohnung auf den Heizwärmebedarf. Zum einen weisen Wohnungen in Gebäudekanten oder Gebäudeecken deutlich höhere HWB_{BGF} -Werte auf als Wohnungen inmitten der Fassade (siehe Ölzbündt). Zum anderen beeinflußt die Orientierung der Fenster den errechneten Heizwärmebedarf deutlich (siehe Kapellenweg und Mitterweg). Auch der Einfluß von Verschattungseffekten in Kombination mit großen Fensterflächen schlägt sich deutlich in einer Erhöhung des Heizwärmebedarfes nieder (siehe Sargfabrik).
- Bei Reihenhäusern weisen die Randtypen einen deutlich höheren Heizwärmebedarf auf als die Mientypen (siehe Reihenhäuseranlage Batschuns).
- Die Anzahl der Personen im Haushalt und die mittlere tägliche Aufenthaltsdauer dieser Personen in der Wohnung oder dem Gebäude hat starken Einfluß auf den Heizwärmebedarf. Ein im Vergleich zur normgemäßen Berechnung besonders deutlicher Anstieg des Heizwärmebedarfes war bei den untersuchten Single-Haushalten der WA Ölzbündt zu verzeichnen.

Aufgrund des Fehlens geeigneter Verbrauchsdaten konnten nur für drei Objekte – die Wohnanlage Ölzbündt, Wohnhausanlage Wulzendorfstraße und Wohnanlage Sargfabrik – die errechneten Heizwärmebedarfswerte den aus den gemessenen Energieverbrauchswerten abgeleiteten Heizwärmeverbrauchswerten gegenübergestellt werden.

Für die WA Ölzbündt stehen hierbei Meßwerte über einen Zeitraum von zwei Jahren zur Verfügung. Da die Ablesungen der Verbrauchswerte konsequent im Abstand von nur wenigen Monaten (phasenweise auch monatlich) durchgeführt wurden, konnte zusätzlich zu dem für das jeweilige Winterhalbjahr ermittelten Integralwert des Heizenergieverbrauches-Verlaufes auch eine Aussage zum zeitlichen Verlauf des Energieverbrauches gemacht werden.

Für die Wohnhausanlage Wulzendorfstraße lagen die Fernwärmeabrechnungen für jeweils 4 Jahre vor. Der zeitliche Verlauf des Heizenergieverbrauches während einer Heizsaison kann mit diesen Daten nicht modelliert werden. Eine ähnliche Situation wie bei der Wohnhausanlage Wulzendorfstraße liegt bei der Wohnanlage Sargfabrik vor. Hier lagen jährliche Fernwärmeverbräuche für insgesamt 2 Jahre vor; der zeitliche Verlauf des Heizenergieverbrauches während einer Heizsaison kann daher nicht modelliert werden.

Die für die meisten anderen untersuchten Objekte zur Verfügung stehenden Meßdaten erwiesen sich für den Zweck des Vergleichs von berechnetem Heizwärmebedarf und gemessenem bzw. aus Meßdaten abgeleitetem Heizwärmeverbrauch als nicht tauglich.

In den meisten Projekten waren nur Energieverbrauchsdaten auf Jahresbasis vorhanden und diese häufig in einer Weise aggregiert, daß der Heizenergieverbrauch nicht unmittelbar abgespalten werden konnte. Energieverbrauchsdaten, die im Intervall von einem oder wenigen Monaten erhoben wurden, waren beispielsweise nur für die Projekte Ölzbündt (alle

Wohneinheiten), sowie für Gleisdorf, Brünnerstraße und Wulzendorfstraße (eine bis wenige Wohneinheiten) verfügbar⁵⁴. Die Datenlage ist in Anhang B dargestellt.

Der durchgeführte Vergleich der unter Zugrundelegung der aus den Befragungen erhobenen Nutzungsdaten für spezielle Jahre errechneten Heizwärmebedarfswerte mit den gemessenen bzw. aus Messungen abgeleiteten Heizwärmeverbrauchswerten zeigt folgendes:

- Die bei der WA Ölbündt durch die Simulationsrechnung prognostizierte Auswirkung der Lagegunst der Wohnungen auf den Heizwärmebedarf ist in den Verbrauchsdaten kaum mehr erkennbar. Die Wohnung inmitten der Fassade weist zwar im Vergleich zu den beiden Wohnungen in Randlage einen um ca. 15% niedrigeren Heizenergieverbrauch auf. Aufgrund der durchgeführten Heizwärmebedarfsberechnung dürfte diese Wohnung aber beim angegebenen Nutzerverhalten nur weniger als die Hälfte des Energieverbrauches der Wohnungen in Randlage aufweisen.
- Die Analyse der Zeitverläufe der gemessenen Heizenergieverbrauchswerte zeigt für die drei untersuchten Wohnungen der WA Ölbündt kaum Ähnlichkeiten. Dies ist ein Indiz für den starken Einfluß des Nutzerverhaltens auf den Heizenergieverbrauch einer Wohnung.
- Der Vergleich der zeitlichen Verläufen der Verbrauchs- und Bedarfswerte zeigt für jede der drei untersuchten Wohnungen der WA Ölbündt große Unterschiede. Die fast vollständige Übereinstimmung der für den Zeitraum von zwei Jahren ermittelten Heizwärmeverbrauchs- und Heizwärmebedarfs-Werte, wie sie sich für eine Wohnung der WA Ölbündt ergab, stellt sich vor diesem Hintergrund als eher zufälliges Ergebnis dar.
- Der Unterschied zwischen dem für das erste untersuchte Haus der Wohnhausanlage Wulzendorfstraße über vier Heizsaisons rechnerisch ermittelten Heizwärmebedarf und dem in diesem Zeitraum abgerechneten Heizwärmeverbrauch ist mit 2% sehr klein. Eine Analyse der einzelnen Heizsaisons zeigt jedoch, daß die Unterschiede zwischen Verbrauch und Bedarf in den einzelnen Jahren zwischen +26% und -19% schwanken. Die hervorragende Übereinstimmung beim für vier Jahre ermittelten Integralwert erweist sich somit auch hier als eher zufällig. Im Fall des zweiten untersuchten Hauses der Wohnhausanlage Wulzendorfstraße läßt sich aus den Differenzen zwischen Heizwärmebedarf und Heizwärmeverbrauch deutlich eine Änderung des Nutzerverhaltens nach der zweiten Heizperiode - die sich vor allem in einer Senkung der Innenraumtemperatur manifestiert⁵⁵ - erkennen. Der Verlauf der errechneten Bedarfsschwankungen zwischen den Heizsaisons korreliert zumeist nicht mit dem

⁵⁴ Die Projekte Gleisdorf und Brünnerstraße wurden aus folgenden Gründen nicht für einen Vergleich Bedarf-Verbrauch herangezogen: Die in Gleisdorf untersuchte Wohneinheit wurde nur während eines halben Jahres bewohnt; in der Wohnanlage Brünnerstraße konnte der Wärmeverbrauch für das Nachheizregister der zentralen Lüftungsanlage nicht genau auf eine Wohneinheit umgelegt werden. Außerdem übersteigt die Modellierung des Wärmeertrags für die Kollektoranlage im Fall von Gleisdorf die Möglichkeiten des verwendeten Simulationswerkzeugs.

⁵⁵ Die Tatsache, daß eine signifikante Änderung des Nutzerverhaltens erfolgte, stimmt mit den Aussagen aus dem qualitativen Interview überein. Es wurde im Interview angegeben, daß die mittlere Innenraumtemperatur abgesenkt wurde.

Verlauf der Verbrauchswerte. Dieser Umstand zeigt, daß hier die Variation im Nutzerverhalten einen größeren Einfluß hat als die klimatischen Schwankungen.

- Die beiden untersuchten Fälle aus der Wohnanlage Sargfabrik sind von unterschiedlichem Typus bezüglich des Vergleichs Heizwärmebedarf – Heizwärmeverbrauch. In einem Fall korreliert der Verlauf der Bedarfswerte nicht mit dem Verlauf der Verbrauchswerte – d.h. daß die Variation des Nutzerverhaltens stärker als die klimabedingte Variation durchschlägt, obwohl andererseits der kumulierte Bedarf beider Jahre mit dem kumulierten Verbrauch relativ gut übereinstimmt. Im zweiten Fall korreliert der prinzipielle Verlauf der Bedarfs- und der Verbrauchswerte, d.h. dem klimabedingten Abfall des Heizwärmebedarfs im zweiten betrachteten Jahr steht ebenso ein Abfall des Heizwärmeverbrauchs gegenüber. In den einzelnen betrachteten Jahren besteht aber ein relativer Unterschied von Verbrauch und Bedarf von + 21% bzw.+ 9%. Dies könnte z.B. darauf zurückzuführen sein, daß ein Teil des Nutzerverhaltens (z.B. Lüftungsverhalten) deutlich von den Normannahmen abweicht⁵⁶.

Als ein Ergebnis des Vergleiches zwischen gemessenem bzw. aus Messungen abgeleitetem Heizwärmeverbrauch und rechnerisch vorhergesagtem Heizwärmebedarf stellt sich heraus, daß es zur Erzielung hinreichend sicherer Aussagen notwendig ist, Ablesungs- bzw. Meßwerte über einen hinreichend großen Zeitraum zur Verfügung zu haben, wobei es wünschenswert wäre, sich auf monatliche Ablesungen stützen zu können.

⁵⁶ Der Luftwechsel wurde in allen Variantenrechnungen des Heizwärmebedarfs normgemäß angenommen.

4.3 Vergleich der Projekte aus energiewirtschaftlich-ökologischer Sichtweise

Im folgenden Abschnitt werden in ausgewählten Kapiteln kritische Aspekte aufgearbeitet, welche im Zuge der umfassenden Analysen der 12 untersuchten Projekte aufgetreten sind. Es werden in den einzelnen Kapiteln drei Kriterien betrachtet, welche sich aus der Struktur des Endenergieverbrauchs, der Kostenstruktur und der Emissionsbilanz zusammensetzen. Die Betrachtungen erstrecken sich dabei auf die Energiedienstleistungsbereiche des Individualverkehrs, der Raumheizung⁵⁷, der Warmwasserbereitung und der restlichen (stromspezifischen) Haushaltsenergieverbräuche (elektrische Haushaltsgeräte, Kochen, Unterhaltungselektronik, Beleuchtung,...). Darüber hinaus werden Aspekte der persönlichen Informiertheit und der Einstellungen der Nutzer diskutiert.

In den folgenden Ausführungen werden aus Gründen des Datenschutzes keine Personen namentlich identifiziert. Die Projekte aus dem Bereich der Einfamilienhäuser werden zu einer Gruppe zusammengefaßt, alle weiteren Projekte werden mit den, schon aus den vorigen Abschnitten bekannten Projektbezeichnungen angeführt, ohne dabei Rückschlüsse auf konkrete Haushalte zu ermöglichen.

4.3.1 Datengrundlage

Im Zuge der umfangreichen Erhebungsarbeit wurden 12 Projekte aus dem Bereich der Pilot- und Demonstrationsanlagen des Wohn- und Bürobaus in Österreich untersucht. Tabelle 4.1 veranschaulicht diesbezüglich den entsprechenden Datenstock. Von 12 untersuchten Projekten aus unterschiedlichen Bereichen des Wohnbaus (unterschiedliche Verdichtungsgrade) und Bürobaus konnten letztlich von 10 Projekten vollständige Dokumentationen inklusive aller Verbrauchsbilanzen und –strukturen gewonnen werden. Von 40 erhobenen Haushalten (aus diesen 12 Projekten) waren in diesem Sinne 27 für die nachfolgenden Betrachtungen verwertbar⁵⁸.

Als selektivstes Kriterium für die Vollständigkeit der Datensätze erwies sich die Verfügbarkeit gemessener Endenergieverbräuche, getrennt nach den oben definierten Energiedienstleistungssektoren. Eine Feststellung der entsprechenden Verbräuche auf Jahresbasis war in zahlreichen Haushalten in Zusammenarbeit mit den zumeist sehr kooperativen Haushaltsmitgliedern, aber auch mit weiteren Akteuren wie Hausverwaltungen etc. selbst für Energieexperten in vielen Fällen nicht möglich. Dieser Umstand scheint um so bemerkenswerter, wenn ins Treffen geführt wird, daß es sich bei den untersuchten Projekten durchwegs um Pilot- u. Demonstrationsprojekte handelt, von denen angenommen werden sollte, daß die Möglichkeit einer energetisch-ökologischen Bilanzierung und Evaluierung bereits in der Planungsphase berücksichtigt wird. Als vorbildliches Beispiel kann in diesem Zusammenhang das Projekt „Sundays“ in Gleisdorf der Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare

⁵⁷ Alle raumwärmerelevanten Endenergieanteile wurden klimabereinigt.

⁵⁸ In den anderen Bereichen der Studie wurde, besonders bei der qualitativen Auswertung der Nutzererfahrungen und des Nutzerverhaltens stets auf die Informationen aller gewonnenen Daten zurückgegriffen.

Energie (AEE) angeführt werden. Bei diesem Projekt wurde ein Meßprogramm bei der Projektierung eingeplant, konsequent realisiert, ausgewertet und bereits vielfach publiziert. In Tabelle 4.1 ist ersichtlich, daß gerade dieses Projekt im gegenständlichen Abschnitt keine Berücksichtigung findet. Dies liegt im Umstand begründet, daß zum Erhebungszeitpunkt zwar umfangreiche Informationen bezüglich des Bürotraktes verfügbar waren, jedoch noch keine Wohneinheit eine repräsentative Nutzung über einen längeren Betrachtungszeitraum aufwies. Aus Gründen der Vergleichbarkeit und der Aussagekraft werden im gegenständlichen Abschnitt keine Projekte mit Büronutzung einbezogen. Das zweite Projekt, welches im weiteren nicht mit einbezogen wird, ist das Projekt Plabutsch. Es war bei diesem Projekt, bei dem 7 Haushalte untersucht wurden, trotz umfangreicher Bemühungen nicht möglich, die Energieverbrauchsstruktur der Haushalte zu eroieren. Zwar werden bei diesem Projekt Messungen durchgeführt (Wärmemengenzähler an allen Heizkörpern in allen Haushalten), jedoch sind die an den Wärmemengenzählern angezeigten Werte (Display am Wärmemengenzähler) nicht direkt als Energiewerte interpretierbar. Selbst nach vielfacher Nachfrage bei den zuständigen Akteuren konnte keine Information gewonnen werden, mit der es möglich gewesen wäre, die abgelesenen Werte in Energieverbräuche umzurechnen. Das Projekt Plabutsch kann deshalb im weiteren nicht in die Analysen einbezogen werden. Bei den weiteren Projekten resultiert die Differenz aus der Anzahl der erhobenen Haushalte und der Anzahl der verwertbaren Haushalte ebenfalls größtenteils aus nicht verfügbaren Energieverbrauchsmessungen (z.B. Abrechnungen der Energieversorger) oder der fehlenden Möglichkeit, die aggregiert gemessenen Energieverbräuche in die Energiedienstleistungssektoren aufzuspalten.

Tab. 4.1: Datengrundlage

Projekt Nr.	Projekt Bezeichnung	Gebäudetyp	Anzahl erhobene Haushalte	Anzahl verwertbare Haushalte
1	Batschuns (VO)	Reihenhaus	3	3
2	Ölzbündt (VO)	Wohnbau	5	4
3	Kapellenweg (VO)	Wohnbau	2	2
4	Mitterweg (TIR)	Sozialer Wohnbau	4	3
5	Sargfabrik (W)	Gruppenwohnbau	8	5
6	Brünnerstraße (W)	Sozialer Wohnbau	4	4
7	Wulzendorfstraße (W)	Reihenhaus	3	3
8	Einfamilienhaus 1 (VO)	Einfamilienhaus	1	1
9	Einfamilienhaus 2 (TIR)	Einfamilienhaus	1	1
10	Einfamilienhaus 3 (STMK)	Einfamilienhaus	1	1
11	Plabutsch (STMK)	Wohnbau	7	0
12	Gleisdorf (STMK)	Reihenhaus	1	0
Summen:	12		40	27

Die detaillierte Beschreibung der einzelnen Projekte erfolgte bereits in Kapitel 3 der gegenständlichen Arbeit und soll an dieser Stelle nicht wiederholt werden.

4.3.2 Die mangelnde Transparenz von Energieverbrauchsmessungen und -abrechnungen

Wie bereits unter „Datengrundlage“ angeschnitten, stellt die oft zu beobachtende mangelnde Transparenz von Energieverbrauchsmessungen und –abrechnungen ein Problem dar, welches vielschichtige negative Auswirkungen auf die technologische Weiterentwicklung der innovativen Bauten, die Marktdiffusion entsprechender Bauten aber auch das Nutzerverhalten und die Nutzerakzeptanz hat. Im einzelnen konnten im Laufe der Studie folgende negative Aspekte einer nicht vorhandenen, mangelhaften oder verschlüsselten Energieverbrauchsmessung und –abrechnung identifiziert werden:

Projekte sind nicht, oder nur von bestimmten Personen/Institutionen evaluierbar; aufgrund nicht vorhandener oder nicht zugänglicher Energieverbrauchsdaten von Projekten kann ein Vergleich von simulierten Heizwärmebedarfswerten und tatsächlich aufgetretenen Heizenergieverbräuchen nicht durchgeführt werden. Simulierte Kennzahlen, welche beispielsweise ein Gebäude als Niedrigenergie- o. Passivhaus deklarieren und auch ein Kriterium für entsprechende Förderungsvergaben darstellen, sind somit den in der Praxis auftretenden Energieverbräuchen nicht gegenüberstellbar. Das heißt jedoch auch, daß dann der tatsächliche Erfolg einzelner Konzepte nicht bewertbar ist. Besonders bei Pilot und Demonstrationsanlagen, welchen ein besonderer Stellenwert in der Innovations- und Diffusionskette neuer Technologien zukommt, ist es unverständlich, warum die Schaffung der Voraussetzungen für eine seriöse Evaluierung selbiger nicht schon in den Förderbedingungen geregelt wird.

Das fehlende Feedback an die Nutzer verhindert ein energetisch und ökologisch sinnvolles und sparsames Nutzerverhalten; sieht man von den untersuchten, sehr engagierten, versierten und interessierten Einfamilienhausnutzern ab, so ist es den Nutzern der untersuchten Pilot- u. Demonstrationsanlagen im Regelfall ohne Hilfe nicht möglich, ihre Energieverbräuche für die unterschiedlichen Anwendungen im Haushalt zu bestimmen und den Verbräuchen die richtigen Kosten zuzuordnen. Die entsprechenden Energieabrechnungen sind für die Nutzer zu kompliziert gestaltet, beinhalten teilweise mehrere Verbrauchssektoren und erreichen den Nutzer in zeitlichen Abständen (typischer Weise einmal im Jahr) in denen ein Feedback keine Wirkung zeigt, da verursachendes Verhalten und Auswirkung zeitlich zu weit voneinander entfernt sind. Mit steigendem Verdichtungsgrad der Bauformen (typischer Weise sozialer Wohnbau) werden zunehmend Energieverbrauchsanteile kollektiv verrechnet (z.B. zentrale Energieaufwände für die kontrollierte Lüftung, zentrale Warmwasserbereitung, Nah- o. Fernwärmesysteme,...). Die Aufteilung der Kosten dieser Aufwände basiert im Regelfall auf einem wohnflächenbezogenen Schlüssel und einem verhältnismäßig geringen verbrauchsspezifischen Anteil. Die Messung des verbrauchsspezifischen Anteils wiederum basiert selbst in innovativen Gebäuden zum Teil noch immer auf Verdampferrohrchen, welche auf den Heizkörpern angebracht werden. Eine praxisrelevante Messung ist mit solchen „Meßsystemen“ im Bereich der Niedertemperatur-Wärmeverteilsysteme, welche typischer Weise in Niedrigenergiehäusern installiert sind, nicht möglich. Die Nutzer, welche mit den beschriebenen Randbedingungen konfrontiert sind, sind sich intuitiv darüber im Klaren, daß

sie mittels noch so sparsamen Verhalten die entsprechenden Kosten kaum beeinflussen können und richten ihr Nutzerverhalten entsprechend diesem Umstand aus.

Wärmeversorgungssysteme, welche einen hohen Fixkostenanteil und geringe variable Kosten mit sich bringen, sind für den Niedrig(st)energiehausbereich ungeeignet; die Nutzer werden angesichts der hohen Fixkosten demotiviert bis frustriert, weisen zum Teil ein verschwenderisches Nutzerverhalten auf und sind mit dem Heizsystem unzufrieden. Die deutlichsten Beispiele für obige Beobachtungen sind bei Projekten in Wien aufgetreten, wobei für die entsprechenden Nutzer bezüglich ihrer Wärmeversorgung zum Teil höhere Fixkosten als variable Kosten erwachsen. Das wesentlichste Wirtschaftlichkeitskriterium für zentrale Wärmeversorger ist im Regelfall die Wärmeabnahmedichte längs des Wärmeverteilsystems (siehe Biomasse-Nahwärmesysteme). Ein grober empirischer Richtwert ist hierbei 1 kW/m Leitungslänge. Je besser die Gebäudesubstanz bei gleichbleibender Bebauungsdichte also wird, desto unwirtschaftlicher agieren zentrale Wärmeversorger. Durch hohe verrechnete Fixkostenanteile kann sich ein zentraler Wärmeversorger nun selbst bei geringer Abnahmedichte im wirtschaftlichen Bereich bewegen. Es werden dabei jedoch die oben angeführten Nachteile für den Nutzer induziert, und in weiterer Folge die Diffusion nachhaltiger Wohnbauten gehemmt (Unzufriedenheit der Nutzer) sowie die möglichen positiven ökologischen Auswirkungen reduziert (verschwenderisches Nutzerverhalten). Es sollte aus den diskutierten Gründen bei entsprechend innovativen Gebäuden somit von einer zentralen Wärmeversorgung abgesehen werden, oder zumindest die kritischen Argumente jeweils detailliert hinterfragt werden.

4.3.3 Gegenüberstellung der Projekte aufgrund der absoluten Endenergie-, Kosten- und Emissionsbilanzen

Anhand der Aspekte des Endenergieverbrauchs, der Endenergiekosten und der CO₂-Emissionen, jeweils dargestellt für die Energiedienstleistungssektoren Individualverkehr, Raumheizung, Warmwasserbereitung und Haushaltsgeräte (inkl. Kochen, Beleuchtung und Unterhaltungselektronik) werden im folgenden die untersuchten Projekte gegenübergestellt und diskutiert. Die Angabe der jeweiligen Strukturen erfolgt dabei in absoluten Werten (das heißt Endenergie in kWh, Kosten in ATS, und CO₂-Emissionen in kg), jeweils pro Jahr. Die Relativierung der Werte durch die Wohnnutzfläche oder die Personenzahl ist Thema des folgenden Unterabschnittes.

Abbildung 4.3 zeigt als erste Facette der Betrachtung die Endenergieverbrauchsstrukturen der behandelten Pilot- und Demonstrationsanlagen. Die Angaben im Diagramm veranschaulichen die absoluten Endenergieverbräuche für die zu diskutierenden Energiedienstleistungssektoren, ohne einen Bezug zur Wohnfläche, der Personenzahl oder ähnliche Parameter herzustellen.

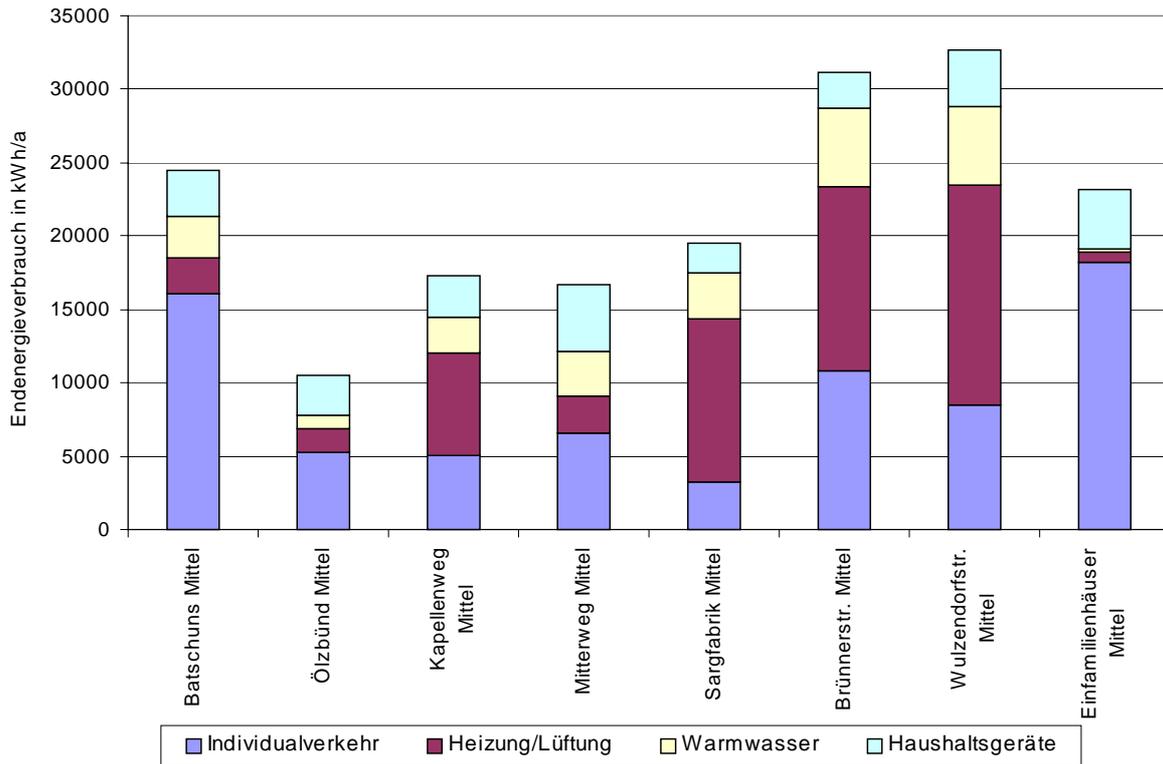


Abb. 4.3: Endenergieverbrauchsstruktur der untersuchten Pilot- u. Demonstrationsanlagen

Bei einer ersten Betrachtung fällt auf, daß sowohl die Höhe der Verbräuche, als auch die dahinter stehende Verbrauchsstruktur der untersuchten Projekte stark unterschiedlich ist. Der Endenergieverbrauchssektor des Individualverkehrs erbringt einen bemerkenswert hohen Anteil zum Gesamtverbrauch. Die Höhe der entsprechenden Verbräuche für diesen Sektor ist in einer ersten Betrachtung vom Standort des Projekts und dem Einkommen der zugehörigen Haushalte abhängig. Die höchsten Verbräuche für den Individualverkehr weisen die untersuchten Einfamilienhäuser und die Haushalte des Projekts Batschuns (Reihenhäuser) auf. Diese Projekte sind jeweils abseits der Erschließung durch effektive öffentliche Verkehrsmittel lokalisiert, wobei vor allem die Grünruhelage und eine ansprechende landschaftliche Umgebung (Aussicht von Geländeanhöhen) maßgeblich für die jeweilige Grundstückswahl waren. Projekte mit geringen Endenergieverbräuchen für den Individualverkehr sind Ölzbünd, Kapellenweg, Mitterweg und Sargfabrik. Die angeführten Projekte sind dem mehrgeschoßigen Wohnbau bzw. dem sozialen Wohnbau zuzuordnen. Durch die urbane Lage der Projekte ist der Anschluß an das öffentliche Verkehrssystem gegeben, welches im Falle der zuletzt genannten Projekte von den Haushalten auch in Anspruch genommen wird. Von den 27 Haushalten, welche aktuell zur Diskussion stehen, verwenden lediglich 4 keinen eigenen Personenkraftwagen. Diese vier Haushalte sind in den Projekten Ölzbünd, Mitterweg und Sargfabrik lokalisiert. Das Projekt Sargfabrik (zwei Haushalte ohne PKW) ist auch jenes mit dem geringsten mittleren Endenergieverbrauch für den Individualverkehr.

Der Endenergieverbrauch für den Energiedienstleistungssektor der Raumwärme⁵⁹ ist nach Abbildung 4.3 in den untersuchten Projekten deutlich unterschiedlich. Die geringsten Endenergieverbräuche (absolute Werte!) sind bei den Einfamilienhäusern mit einem gemittelten Wert von 705 kWh/a zu beobachten. Damit verbrauchen die Haushalte, welche in den innovativen Einfamilienhäusern lokalisiert sind, 25 mal mehr Endenergie für den Individualverkehr als für die Raumheizung. Weitere beachtenswert niedrige mittlere Endenergieverbrauchswerte pro Haushalt für den Sektor der Raumwärme sind bei den Projekten Ölbünd (1679 kWh/a), Batschuns (2332 kWh/a) und Mitterweg (2487 kWh/a) zu finden. Signifikant höhere Werte treten bei den Projekten Sargfabrik (11174 kWh/a), Wulzendorfstraße (12486 kWh/a) und Brünnerstraße (14896 kWh) auf, wobei die letztgenannten Projekte zur Gänze in Wien lokalisiert sind. Die Angaben der Endenergiemengen lassen hierbei jedoch noch keinen Rückschluß auf die Primärenergieeffizienzen zu. Die Bewertung der eingesetzten Energieträger erfolgt weiter unten im Text im Zuge der Diskussion der CO₂-Emissionsbilanzen.

Die geringsten Endenergieverbräuche für den Sektor der Warmwasserbereitung weisen, wie schon bei der Raumwärme, die untersuchten Einfamilienhäuser auf. Diese sind ohne Ausnahme mit solar-thermischen Anlagen zur (teil)solaren Raumheizung ausgestattet und weisen aus diesem Grund auch einen sehr hohen solaren Deckungsgrad für die solare Warmwasserbereitung auf. Der mittlere Endenergieverbrauch für die Warmwasserbereitung beträgt in diesem Zusammenhang 259 kWh/a für den mittleren Haushalt. Dieser minimale Verbrauch setzt sich aus Anteilen für den Betrieb der Pumpen der Solaranlagen sowie geringfügiger elektrischer Nachheizung zusammen. Weitere geringe Endenergieverbräuche für die Warmwasserbereitung sind im Projekt Ölbünd (909 kWh/a) zu beobachten. Der Endenergieverbrauch für den diskutierten Sektor steigert sich in den weiteren untersuchten Projekten bis zu einem maximalen Verbrauch im Projekt Brünnerstraße von 5408 kWh/a pro Haushalt. Der Endenergieverbrauch für die Warmwasserbereitung ist hierbei weitestgehend abhängig vom Konzept der Bereitungstechnologie und der Personenzahl in den betreffenden Haushalten. Wie bereits oben angedeutet, treten die geringsten Endenergieverbräuche hierbei in Haushalten auf, welche über eine solar-thermische Anlage zur Warmwasserbereitung verfügen. Der solare Deckungsgrad für die Warmwasserbereitung geht in diesem Zusammenhang naturgemäß gegen 1, wenn die entsprechende Anlage für eine (teil)solare Raumheizung dimensioniert wurde. Die Warmwasserbereitung ergibt sich in diesen Fällen als (sehr kostengünstiger) Zusatznutzen.

Der Energiedienstleistungsbereich der Haushaltsgeräte⁶⁰ tritt, wenn für diese Betrachtung vom Endenergieverbrauch für den Individualverkehr abgesehen wird, besonders bei den Projekten mit geringen Heiz- und Warmwasserbereitungsverbräuchen deutlich in den Vordergrund. So macht dieser Sektor bei den untersuchten Einfamilienhäusern ca. 80% des reinen Haushaltsendenergieverbrauches (ohne Individualverkehr gerechnet) aus. Der

⁵⁹ Unter diesem Sektor werden alle Endenergieverbräuche aus Heizung und/oder kontrollierter Wohnraumlüftung summiert.

⁶⁰ Unter dem Sektor „Haushaltsgeräte“ sind Verbräuche für Haushaltsgeräte (Kühl- u. Gefriergeräte, Waschmaschinen,...), Kochen, Unterhaltungselektronik und Beleuchtung summiert. Die zugehörigen Verbrauchswerte verstehen sich somit als Stromverbräuche.

Stromverbrauch dieses Sektors beläuft sich bei den untersuchten Einfamilienhäusern in absoluten Zahlen im Mittel auf 4067 kWh/a, was auch dem entsprechenden Verbrauch von Standard-Einfamilienhäusern⁶¹ entspricht. Die untersuchten, als Pilot- und Demonstrationsanlagen erbauten Projekte weisen somit im Bereich der Stromverbräuche für Haushaltsgeräte keine Einsparungen oder sonstige Besonderheiten im Vergleich zu konventionellen Haushalten auf. Auch in weiteren Projekten wie den Projekten Ölbünd oder Mitterweg sind die entsprechenden Anteile deutlich ausgeprägt, wobei auch im Bereich verdichteter Bauweisen bezüglich des Stromverbrauches für Haushaltsgeräte keine signifikanten Unterschiede zu konventionellen Haushalten zu beobachten sind. Offensichtlich richtet sich das zentrale Augenmerk jener Bauherren, welche die entsprechenden Pilot- und Demonstrationsanlagen realisiert haben und gleichzeitig einen Einfluß auf die weitere Ausstattung und Nutzung der Projekte haben (dies ist insbesondere bei den Einfamilienhäusern der Fall), ausschließlich auf die Energiedienstleistungssektoren der Raumwärme und der Warmwasserbereitung und keinesfalls auf die Sektoren der elektrischen Haushaltsgeräte oder gar den Individualverkehr.

Das zweite Kriterium der durchgeführten Betrachtungen betrifft die Kosten, welchen den Haushalten durch den Endenergieverbrauch der unterschiedlichen Sektoren erwachsen. Abbildung 4.4 zeigt die Darstellung der absoluten Kosten pro Jahr für die untersuchten Projekte, jeweils für einen mittleren Haushalt.

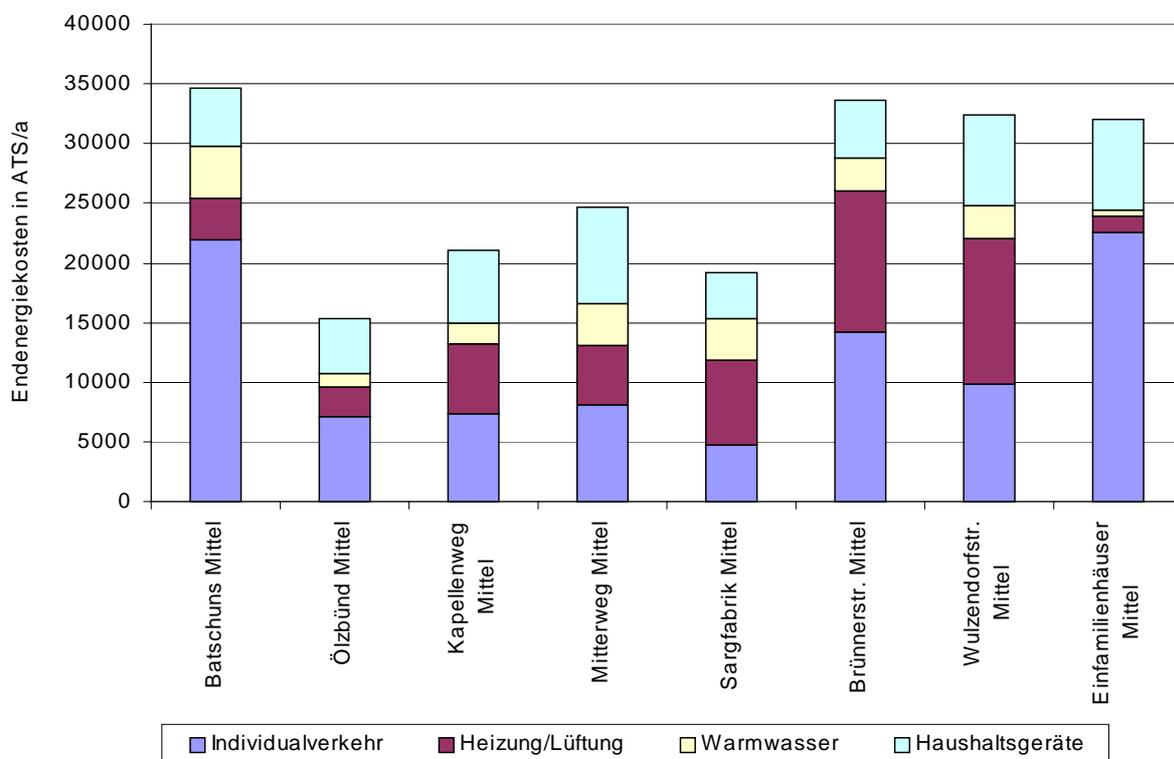


Abb. 4.4: Struktur der Endenergiekosten der untersuchten Pilot- u. Demonstrationsanlagen

⁶¹ Siehe hierzu Biermayr (1999)

Unterschiede der Kostenstrukturen⁶² in Relation zu den Endenergieverbrauchsstrukturen kommen durch die unterschiedlichen spezifischen Kosten der eingesetzten Energieträger zustande. Das anteilmäßige Gewicht des Sektors der elektrischen Haushaltsgeräte wird durch den vergleichsweise hohen spezifischen Preis des elektrischen Stroms in den Kostenstrukturen stärker betont, als dies bei den Endenergieverbrauchsstrukturen der Fall ist. Umgekehrt wird das Gewicht der Sektoren Raumheizung und Warmwasserbereitung in den meisten Fällen bei einer Kostenbetrachtung abgemindert. Bei einer Reihung der untersuchten Projekte nach Gesamt-Endenergieverbräuchen einerseits, und nach Gesamt-Endenergiekosten andererseits kommt es zwar zu einer geringfügigen Verschiebung einzelner Reihungsränge, im wesentlichen sind hierbei aber kaum diskussionswürdige Effekte zu beobachten. Die spezifischen Endenergiekosten der untersuchten Projekte nach Energiedienstleistungssektoren sind in Abbildung 4.5 dargestellt.

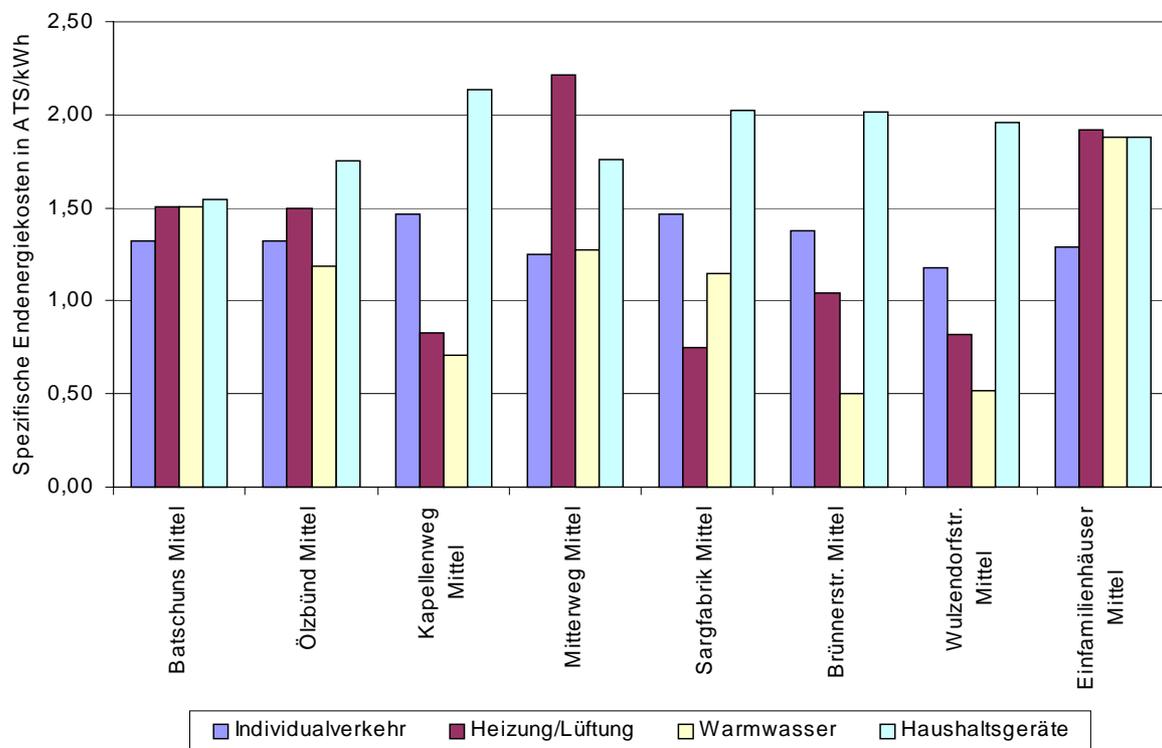


Abb. 4.5: Spezifische Endenergiekosten der untersuchten Projekte nach Energiedienstleistungssektoren

Die Schwankungen des spezifischen Endenergiepreises im Bereich des Individualverkehrs stammen aus den schwankenden Verhältnis der benzin- und dieselbetriebenen Kraftfahrzeuge in den Haushalten der behandelten Projekte. Schwankungen im Sektor der Haushaltsgeräte (elektrischer Strom) stammen aus den unterschiedlichen Tarifen der jeweiligen Elektrizitätsversorger, bzw. resultieren auch aus den unterschiedlichen Stromverbräuchen (fixer vs. variabler Anteil der Stromkosten). Deutliche Unterschiede im Bereich der spezifischen Endenergiekosten sind in den Energiedienstleistungssektoren Raumwärme und

⁶² Als Energiekosten verstehen sich im weiteren die Summe aus Nettoenergiepreis plus Meßpreise, Zählermieten, Schlauchgebühren, Mehrwertsteuer, etc.

Warmwasserbereitung zu finden. Grundsätzlich kann hierbei festgestellt werden, daß die spezifischen Endenergiekosten mit dem Anteil des elektrischen Stromes an den entsprechenden Verbrauchssektoren steigen, zumal die elektrische Energie die spezifisch teuerste Energieform darstellt, welche für die Bedarfsdeckung in den genannten Sektoren eingesetzt wird.

Nach den Aspekten des Endenergieverbrauches und der Endenergiekosten werden nun als drittes Kriterium die durch den energetischen Umsatz verursachten CO₂-Emissionen der untersuchten Pilot- und Demonstrationsanlagen diskutiert. Die Grundlage der Berechnung der CO₂-Emissionen stellen die Emissionskoeffizienten dar, welche einer umgesetzten („verbrauchten“) Kilowattstunde Endenergie eines bestimmten Energieträgers eine bestimmte Masse an CO₂ zuordnen. Tabelle 4.2 zeigt hierbei die verwendeten Emissionskoeffizienten.

Tab. 4.2: Verwendete CO₂-Emissionskoeffizienten⁶³

Form der Endenergie	Emissionskoeffizient (kg CO ₂ /kWh)
Heizöl	0,279
Gas	0,227
Kohle	0,341
Holz	0,000
Fernwärme	0,253
Strom (Österr. Schnitt)	0,167
Strom (EU15 Schnitt)	0,505
Strom (Österr. kalorisch)	0,710
Diesel (KFZ)	0,267
Benzin (KFZ)	0,249

Die im weiteren verwendeten Emissionskoeffizienten sind bis auf den Bereich des elektrischen Stroms anhand Tabelle 4.2 eindeutig zuordenbar. Die Bewertung des elektrischen Stroms wird im weiteren in der gegenständlichen Arbeit, um es vorwegzunehmen, mit dem Wert für den EU-15 Schnitt (0,505 kg CO₂/kWh) durchgeführt. Zwar liegt der Emissionskoeffizient für den mittleren österreichischen Kraftwerkspark deutlich niedriger (hoher Wasserkraftanteil), es kann jedoch für die aktuellen Verhältnisse kein robustes Argument vorgebracht werden, das die Anwendung dieses Emissionskoeffizienten rechtfertigen würde. Einerseits handelt es sich beim betrachteten Sektor des Stromverbrauchs um einen stetig wachsenden Endenergieverbrauchssektor, wobei die zusätzlichen Kilowattstunden Strom⁶⁴ stets kalorisch produziert werden müssen. Andererseits ist im

⁶³ Quellen: a) IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories 1996; b) speziell für elektrischen Strom: IEA-Energy Balances of OECD Countries 1997-1998, p.II.273; c) Energiewirtschaftliche Tagesfragen 49 (1999), Heft 7, p. 435;

⁶⁴ Argumente, daß Stromverbrauchszuwächse durch die Stromproduktion mittels (neuer) erneuerbarer Energieträger abgedeckt werden könnten, sind nicht zutreffend. Die aktuellen Wachstumsraten des Stromverbrauchs sind mittels der neu installierten erneuerbaren Kapazitäten auch nicht annähernd zu decken, ganz abgesehen von der implizierten Gestehungsstochastik.

Hinblick auf den freien europäischen Strommarkt und der bevorstehenden totalen Marktöffnung kein praxisrelevanter Anhaltspunkt für eine nationale Abgrenzung mehr gegeben, nach welcher mittels zuvor genanntem Wachstumsargument sogar der Emissionskoeffizient für den mittleren kalorischen Kraftwerkspark Österreichs anzuwenden wäre.

Das Ergebnis der Berechnungen ist in Abbildung 4.6 für die untersuchten Pilot- und Demonstrationsanlagen dargestellt.

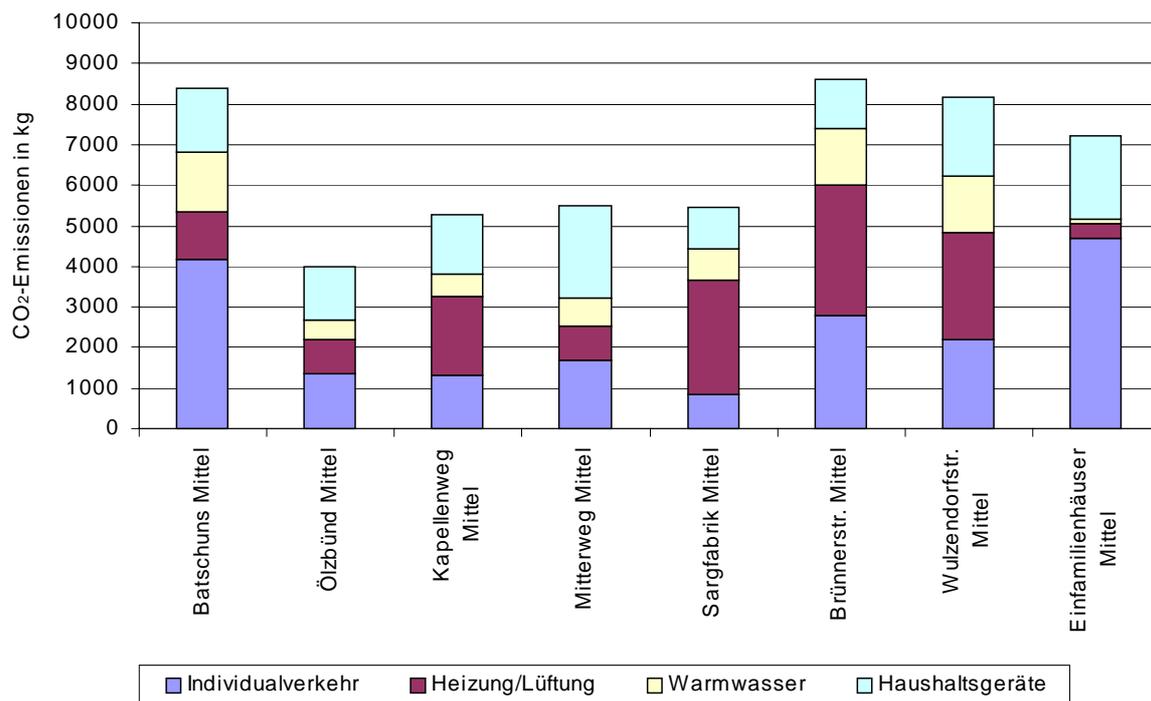


Abb. 4.6: CO₂-Emissionsstrukturen der untersuchten Projekte

Entsprechend der eingesetzten Energieträger und der zugehörigen Emissionskoeffizienten ergibt sich wieder ein ähnliches Bild, wie dies schon bei den Darstellungen der Endenergieverbräuche und der Endenergiekosten der Fall war. Dieses Ergebnis ist insofern überraschend, weil vorweg vermutet werden könnte, daß bei ambitionierten Pilot- und Demonstrationsanlagen besonderer Wert auf die Vermeidung von treibhausrelevanten CO₂-Emissionen gelegt wird. In den Energiedienstleistungssektoren Individualverkehr und Haushaltsgeräte ist eine CO₂-Emissionsreduktion durch den weitgehend vorgegebenen und kaum substituierbaren Energieträger (Benzin/Diesel bzw. elektrischer Strom) im großen und ganzen nur durch den Einsatz entsprechend energieeffizienter Geräte oder Fahrzeuge bzw. durch den Verzicht auf Geräte oder Fahrzeuge zu erreichen. Zwar sind bei einzelnen Anwendungen auch Energieträgersubstitutionen möglich, wie dies beispielsweise bei einer Warmwasserspeisung von Waschmaschinen und Geschirrspülern über solar-thermische Systeme der Fall ist, diese Optionen kommen jedoch selten zur Anwendung. So kommt es,

daß sich die untersuchten Pilot- und Demonstrationsprojekte bezüglich der CO₂-Emissionen aus den Energiedienstleistungssektoren Individualverkehr und Haushaltsgeräte nicht von vergleichbaren konventionellen Haushalten unterscheiden.

Sind die Möglichkeiten zur CO₂-Vermeidung in den zuvor genannten Energiedienstleistungsbereichen durch deutliche Hemmnisse eingeschränkt, so verwundert es um so mehr, daß im Bereich der Raumwärme und der Warmwasserbereitung bei den untersuchten Projekten kaum CO₂ vermeidende Konzepte verwirklicht wurden, obwohl diese genau für die genannten Anwendungen sowohl seitens der Technologien, als auch seitens der Brennstoffe, besonders in Österreich leicht verfügbar sind. Für innovative Projekte akzeptable Resultate wurden einzig und alleine im Bereich der Einfamilienhäuser erzielt. Diese Gruppe emittiert im Mittel für Raumwärme und Warmwasserbereitung gemeinsam pro Jahr 487 kg CO₂, wobei diese Emissionen hauptsächlich aus Stromverbräuchen für Zusatzaggregate der Heizsysteme und Warmwasserbereitungsanlagen stammen (Pumpen, geringfügiges Nachheizen, etc.). Das Projekt mit den höchsten Emissionswerten für Raumwärme und Warmwasserbereitung unter den untersuchten Pilot- und Demonstrationsanlagen ist das Projekt Brünnerstraße mit einer mittleren jährlichen Emission von 4582 kg CO₂ pro Haushalt. Damit sind die CO₂-Emissionen in diesem Projekt um einen Faktor 9 (!) höher als dies bei den untersuchten Einfamilienhäusern (!) der Fall ist. Werden jedoch die Emissionen aus den Bereichen des Individualverkehrs und der Haushaltsgeräte mit berücksichtigt, so unterscheiden sich die zuletzt gegenübergestellten Projekte bezüglich ihrer Gesamtemissionen nicht mehr signifikant.

Zu den wesentlichen Hemmnissen für den Einsatz CO₂-neutraler Technologien in den untersuchten Pilot- und Demonstrationsanlagen zählt einerseits der Versuch, lediglich mit einer Anlage zur kontrollierten Wohnraumlüftung das Auslangen zu finden. Ein Biomasse-Heizsystem zum Beispiel, stellt in einem solchen Fall ein redundantes System dar, welches in der Folge auch kaum wirtschaftlich einsetzbar oder im vorgegebenen Kostenrahmen nicht finanzierbar ist. In der Praxis verursacht das System zur kontrollierten Wohnraumlüftung jedoch einen nennenswerten Stromverbrauch und somit auch entsprechende CO₂-Emissionen. Als weitere Folge werden oftmals in den entsprechenden Haushalten Strom-Direktheizungen (Widerstandsheizkörper, Heizlüfter) im nachhinein installiert, da das gewünschte Komfortniveau alleine mit der kontrollierten Wohnraumlüftung nicht erreicht werden kann, was zu weiteren Stromverbräuchen und CO₂-Emissionen führt. Andererseits besteht bei Projekten z.B. in Wien, keine Möglichkeit, innovative CO₂-neutrale Heizsysteme einzusetzen, da ein Fernwärmeanschluß praktisch als politische Randbedingung vorgegeben wird.

Es ist in diesem Zusammenhang im weiteren zu diskutieren, ob es sinnvoll ist, Passivhäuser zu realisieren, welche in der Praxis signifikant höhere klimarelevante CO₂-Emissionen verursachen als beispielsweise Niedrigenergiehäuser, welche mit effizienten CO₂-neutralen Heizsystemen (z.B. teilsolare Raumheizung in Kombination mit einem Biomassekessel oder auch einem minimalen Biomasse-Einzelofen) ausgestattet werden können. Entscheidend ist in diesem Fall die Formulierung der Zielfunktion, wobei zu klären ist, ob aus volkswirtschaftlicher Sicht das Erreichen einer Energiekennzahl im Vordergrund der

Bemühungen stehen kann, oder ein übergeordnetes Ziel der Treibhausgasminimierung zu verfolgen ist.

Anhand der 3 Aspekte, des Endenergieverbrauchs, der Endenergiekosten und der CO₂-Emissionen, welche oben getrennt diskutiert wurden, erfolgt nun eine Reihung der untersuchten Projekte, wie dies in Tabelle 4.3 dargestellt ist. Die Reihung erfolgt einerseits ohne der Berücksichtigung des Individualverkehrs und andererseits mit dessen Berücksichtigung. Die Reihung „1“ bedeutet dabei jeweils den geringsten Verbrauch, die geringsten Kosten oder die geringsten Emissionen.

Tab. 4.3: Reihung der untersuchten Projekte nach Endenergieverbrauch, Endenergiekosten und CO₂-Emissionen

Projekt	Endenergieverbrauch		Endenergiekosten		CO ₂ -Emissionen	
	ohne Individualverkehr	mit Individualverkehr	ohne Individualverkehr	mit Individualverkehr	ohne Individualverkehr	mit Individualverkehr
Batschuns	3	6	3	8	6	8
Ölzbünd	2	1	1	1	2	1
Kapellenweg	5	3	4	3	4	2
Mitterweg	4	2	6	4	3	4
Sargfabrik	6	4	5	2	5	3
Brünnerstraße	7	7	7	7	7	7
Wulzendorfstraße	8	8	8	6	8	6
Einfamilienhäuser	1	5	2	5	1	5

Anhand Tabelle 4.3 werden mehrere diskussionswürdige Aspekte deutlich. Das Projekt Ölzbünd beispielsweise, nimmt in allen Kategorien die Ränge 1 oder 2 ein. Es ist damit nach den angewandten Reihungskriterien das erstgereichte Projekt, welches sich durch niedrigsten Endenergieverbrauch, niedrigste Endenergiekosten und ebenfalls niedrigste CO₂-Emissionen auszeichnet. Diese Superlative gilt insbesondere dann, wenn jeweils der Individualverkehr mit eingerechnet wird. Weitere beachtenswerte Projekte stellen die untersuchten Einfamilienhäuser dar. Wird bei dieser Gruppe zunächst der Individualverkehr außer Acht gelassen, so erreichen die Pilot- und Demonstrationsanlagen dieser Kategorie sogar die erste Reihung beim Endenergieverbrauch und den CO₂ Emissionen, und die 2. Reihung bei den Endenergiekosten. Unterstrichen wird diese Beobachtung noch dadurch, daß die in den Einfamilienhäusern versorgten Wohnflächen und auch Personenbelegungen signifikant höher sind, als dies bei den verdichteten Wohnformen der Fall ist. Wird jedoch die Reihung unter Berücksichtigung des Individualverkehrs vorgenommen, so erreichen die Einfamilienhäuser in allen Reihungsbereichen die 5. Stelle, also ein Bereich im Mittelfeld der untersuchten Projekte. Diese überraschend günstige Position der Einfamilienhäuser wirft in diesem Zusammenhang 2 wesentliche Fragen auf: erstens muß angesichts des Ergebnisses die Rolle

der grauen Energien⁶⁵ bei unterschiedlichen Projekten (unterschiedliche Verdichtungsgrade und Bauweisen) geklärt werden. Erst unter diesem zusätzlichen Aspekt kann beurteilt werden, ob die nun dargestellte Position der Einfamilienhauskonzepte robust ist. Wenn dies der Fall sein sollte, so werden die hohen Endenergieverbräuche für den Individualverkehr zum zentralen Thema im Einfamilienhausbereich. Forschung bezüglich der Einflußfaktoren auf den Individualverkehr und die Einflußnahme durch energiepolitische Instrumente, Raumordnung und Flächenwidmung hat in diesem Zusammenhang einen hohen zukünftigen Stellenwert.

4.3.4 Gegenüberstellung der Projekte mittels Endenergieverbrauchskennzahlen

Die Gegenüberstellung der Projekte aufgrund der absoluten Endenergieverbräuche, der absoluten Endenergiekosten und der absoluten treibhausrelevanten CO₂-Emissionen muß sich die Kritik gefallen lassen, daß mittels dieser Werte sehr unterschiedliche Strukturen (hochverdichteter sozialer Wohnbau vs. Einfamilienhäuser) verglichen werden, ohne daß ein Bezug nach Wohnfläche oder Personenzahl pro Haushalt gegeben ist. Wie jedoch bereits angedeutet wurde, unterstreicht ein zusätzlicher Personen- oder Flächenbezug im Fall der untersuchten Pilot- und Demonstrationsanlagen die präsentierten Ergebnisse und schwächt diese nicht ab.

Für eine Gegenüberstellung der Projekte untereinander und gegenüber konventionellen Vergleichshaushalten werden in der Folge drei Kennzahlen angewendet. Die Heizendenergieverbrauchskennzahl ist der Quotient aus dem Heizendenergieverbrauch pro Jahr und der Nettowohnnutzfläche, die Energiekennzahl für die Warmwasserbereitung bezieht den Endenergieverbrauch für die Warmwasserbereitung pro Jahr auf die Anzahl der Personen im Haushalt und die Energiekennzahl für die Elektrogeräte bezieht den Endenergieverbrauch für die elektrischen Haushaltsgeräte inkl. Kochen, Unterhaltungselektronik und Beleuchtung ebenfalls auf die Anzahl der Personen im Haushalt.

Abbildung 4.7 zeigt die Heizendenergieverbrauchskennzahlen (im weiteren kurz „Heizkennzahl“) für die untersuchten Haushalte in den Pilot- und Demonstrationsanlagen. Es sind in diesem Abschnitt die Werte für die einzelnen Haushalte dargestellt (und nicht die Mittelwerte der gesamten Projekte), um die Schwankungsbandbreite in den einzelnen Projekten aufzuzeigen. In Abbildung 4.7 sind weiters als waagrechte Balken die Vergleichswerte für konventionelle Haushalte (getrennt nach Einfamilienhäusern und Mehrfamilienhäusern) eingetragen.

Die geringsten Heizkennzahlen sind bei den untersuchten Einfamilienhäusern zu beobachten (8 kWh/m²a, 4 kWh/m²a und nochmals 4 kWh/m²a). Ein direkter Vergleich mit den bereits bekannten und weit verbreiteten Kennzahlgrenzen für z.B. Passivhäuser (15 kWh/m²a) ist in diesem Zusammenhang jedoch nicht zweckmäßig, da es sich bei den zuletzt genannten

⁶⁵ Primärenergetischer Inhalt der eingesetzten (Bau)stoffe und Emissionsentstehung durch die Produktion der eingesetzten (Bau)stoffe.

Grenzwerten um Wärmebedarfskennzahlen handelt. Wärmebedarfskennzahlen resultieren aus theoretischen Simulationen unter verschiedenen (normierten) Annahmen und bilden einen (theoretischen) Nutzenergiebedarf ab. Zur Diskussion stehen an dieser Stelle jedoch gemessene Verbrauchskennzahlen in Zusammenhang mit der tatsächlichen Nutzung der Projekte.

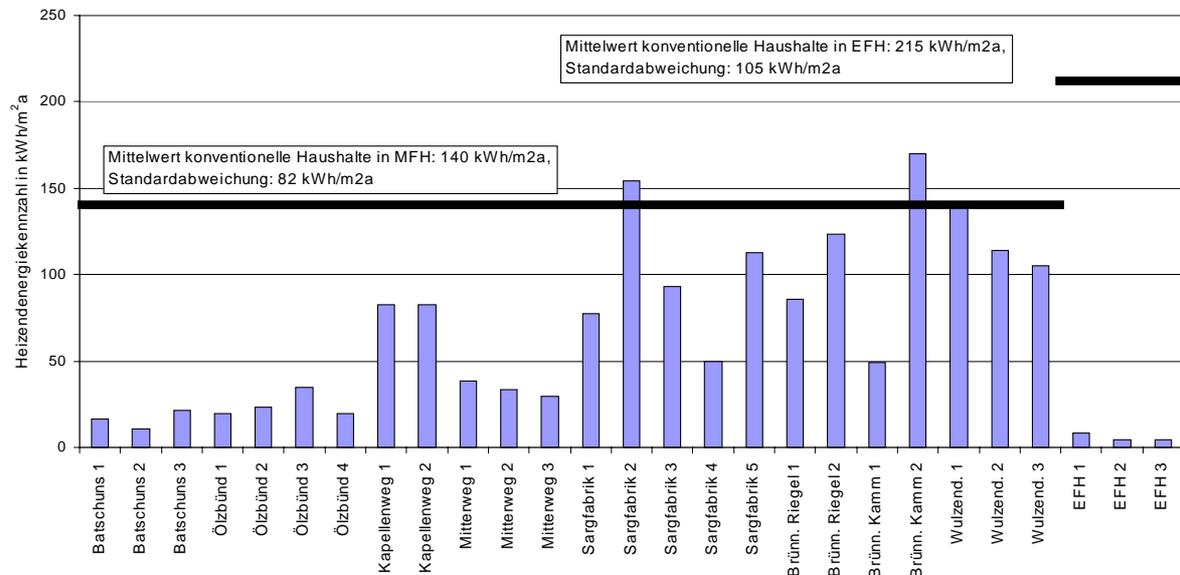


Abb. 4.7: Heizendenergieverbrauchskennzahlen für die untersuchten Haushalte

Im Vergleich zu Haushalten in konventionellen Einfamilienhäusern⁶⁶ weisen die untersuchten Einfamilienhäuser aus dem Bereich der Pilot- und Demonstrationsanlagen somit Heizkennzahlen auf, welche im Mittel um einen Faktor 40 (!) geringer sind. Weitere auffallend niedrige Heizkennzahlen werden in den Projekten Batschuns, Ölzbünd und Mitterweg erreicht. Diese Projekte weisen Heizkennzahlen auf, welche im Fall von Batschuns um einen Faktor 9, im Fall von Ölzbünd um einen Faktor 6 und im Fall des Projektes Mitterweg immerhin um einen Faktor 4 niedriger als bei den konventionelle Vergleichshaushalten liegen. Alle weiteren Projekte liegen bezüglich der Mittelwerte der Heizkennzahlen ebenfalls unter den konventionellen Vergleichshaushalten, jedoch mit geringerer oder fehlender Signifikanz.

Es ist somit für den Zusammenhang zwischen dem Verdichtungsgrad der Wohnformen und der Heizkennzahl im Bereich der Pilot- und Demonstrationsanlagen eine Trendumkehr der, von der Analyse der konventionellen Haushalte bekannten Verhältnisse zu beobachten. Haben im Bereich der konventionellen Haushalte geringer verdichtete Bauformen tendenziell höhere (= „schlechtere“) Heizkennzahlen, so ist im Bereich der untersuchten Pilot- und Demonstrationsanlagen das Gegenteil zu beobachten. Gründe für diesen Umstand liegen am

⁶⁶ Aus Biermayr (1999)

besonders hohen Engagement der Nutzer der Pilot- und Demonstrationsanlagen, welche als Einfamilien- oder Reihenhäuser ausgeführt wurden. Dieser Einfluß erstreckt sich von einem besonders hohen Motivations- und Informationsniveau der entsprechenden Nutzer über ein außerordentlich hohes Maß der Beteiligung am Planungs- und Errichtungsprozeß bis zu einem angepaßten Nutzerverhalten. Zwar ist ein hohes Maß an Nutzerbeteiligung auch z.B. im Fall der konventionellen Einfamilienhäuser gegeben, jedoch erstrecken sich die einschlägigen Bemühungen nicht, oder nur in den seltensten Fällen auf eine gesamtheitliche Planung und Umsetzung von Bauvorhaben in Hinblick auf energetisch/ökologisch relevante Aspekte. Als weiterer wichtiger Aspekt müssen an dieser Stelle aber auch die wesentlich höheren spezifischen Investitionskosten der untersuchten Einfamilienhäuser im Vergleich zu den verdichteten Wohnformen berücksichtigt werden.

Die in Abbildung 4.7 ersichtlichen Abweichungen der Heizkennzahlen innerhalb der Haushalte aus jeweils einem Bauprojekt sind vor allem bei den Projekten Sargfabrik und Brünnenstraße markant. Die Abweichungen sind auf unterschiedliche Nutzungsweisen zurückzuführen und waren bereits in obigen Kapiteln der vorliegenden Arbeit Thema der Diskussion.

Abbildung 4.8 präsentiert die Energieverbrauchskennzahlen für die Sektoren Warmwasserbereitung und Haushaltsgeräte. Zum Vergleich sind im Diagramm die jeweiligen Kennzahlen von Haushalten in entsprechenden konventionellen Gebäuden als horizontale Balken eingetragen.

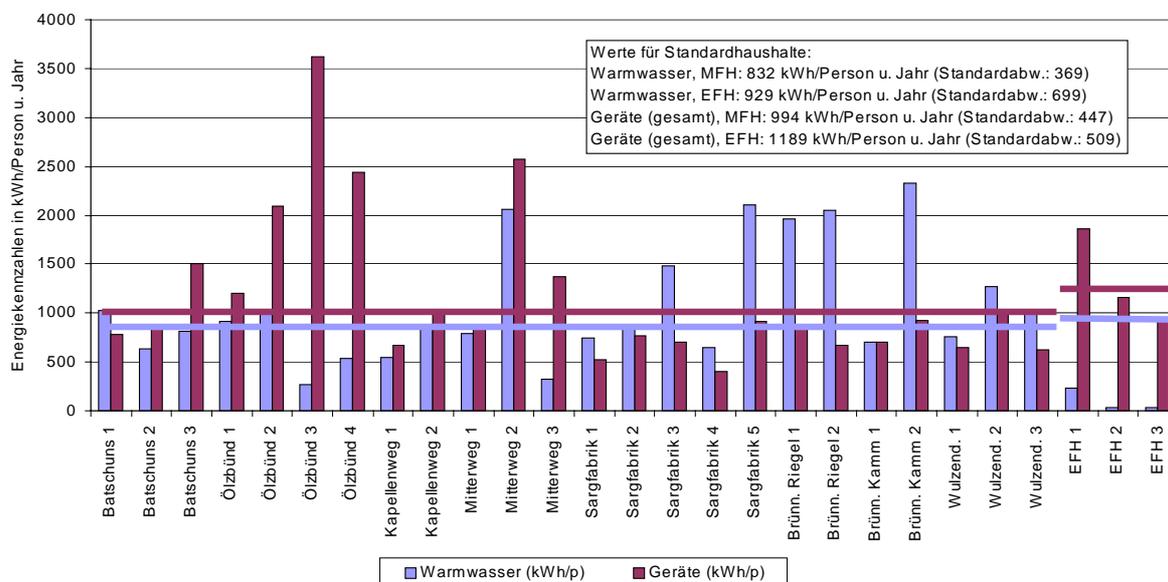


Abb. 4.8: Energieverbrauchskennzahlen für Warmwasserbereitung und Haushaltsgeräte für die untersuchten Haushalte

Signifikante Abweichungen der Energieverbrauchskennzahlen für Warmwasserbereitung und Haushaltsgeräte der untersuchten Pilot- und Demonstrationsanlagen von jenen der Haushalte in konventionellen Gebäuden sind lediglich im Bereich der Warmwasserbereitung bei den untersuchten Einfamilienhäusern zu finden. Diese Haushalte verfügen ohne Ausnahme über solar-thermische Anlagen zur (teil)solaren Heizung, welche auch für die Warmwasserbereitung eingesetzt wird. Dies bedingt entsprechend hohe solare Deckungsgrade für die solare Warmwasserbereitung und somit die außerordentlich geringen Kennzahlen in diesem Sektor. Alle anderen untersuchten Pilot- und Demonstrationsanlagen heben sich weder im Bereich der Warmwasserbereitung noch im Bereich der Haushaltsgeräte bezüglich ihrer Kennzahlen von Standardhaushalten in vergleichbaren Gebäudetypen ab. Besonders bemerkenswert ist die Beobachtung, daß selbst in den untersuchten Einfamilienhäusern, welche geringste Energieverbräuche in den Sektoren Raumheizung und Warmwasserbereitung, sowohl absolut als auch in Kennzahlen aufweisen, keine Besonderheiten bezüglich der Energieverbräuche für die Haushaltsgeräte zu beobachten sind. Eine Tendenz zur Investition in energieeffiziente Elektrogeräte oder gar den Verzicht auf Elektrogeräte in den Haushalten der untersuchten Pilot- und Demonstrationsprojekten kann somit nicht beobachtet werden.

4.3.5 Einstellungen, Selbsteinschätzung der persönlichen Informiertheit und tatsächliche Informiertheit

Im Zuge der Erhebungen wurde als Ergänzung zu den qualitativen Interviews ein standardisierter Erhebungsbogen eingesetzt, welcher unter anderem einen Block von 50 Fragen aufweist, die der Interviewpartner mit einer vierstelligen Skala (ja!, eher ja, eher nein, nein!) und einer Option „weiß nicht“ beantworten konnte. Der entsprechende Erhebungsbogen ist in den Anhängen des vorliegenden Berichtes abgebildet. Die gestellten Fragen gliedern sich hierbei in die Bereiche „Energie“, „Umwelt“ und „Heizung, Lüftung und Warmwasserbereitung“. Antworten der Interviewpartner auf die Fragen dieses Fragenkataloges kommen im folgenden zur Auswertung.

Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt jeweils gegliedert nach den typischen Gebäudetypen Einfamilienhaus (EFH; 3 Projekte), Reihenhaus (RH; hier wurde nur das Projekt Batschuns einbezogen, da das Reihenhausprojekt Wulzendorfstraße von den Eigentums- und Nutzerverhältnissen her dem sozialen Wohnbau zuzuordnen ist) und mehrgeschoßiger Wohnbau (MFH). Die separate Betrachtung der Gruppen Einfamilienhäuser und Reihenhäuser basiert somit auf geringen Stichproben, ist aber dennoch vertretbar, da diese in sich sehr homogen sind. Weiters wird in manchen Ergebnisdarstellungen auch eine Gruppe von konventionellen Vergleichshaushalten aus Einfamilienhäusern (EFH konv.) mit einbezogen, welche aus Vorprojekten verfügbar war und in Biermayr (1999) umfassend dargestellt wird.

4.3.5.1 Einstellungen der Nutzer

Wie anhand des eingesetzten Erhebungsbogens veranschaulicht wird (Anhang C), wurden mehrere standardisierte Fragen zur Einstellung und Sichtweise der Nutzer in Hinblick auf Energiesparen und Umweltprobleme gestellt. Natürlich ist bei der Betrachtung und Interpretation besonders im Zusammenhang mit dieser Thematik davon auszugehen, daß die Befragten generell dazu neigen, sozial erwünschte Antworten zu geben. Die Ergebnisse können somit auch vielerorts als Maß für die Fähigkeit zu einer selbstkritischen Sichtweise der unterschiedlichen Gruppen interpretiert werden.

Abbildung 4.9 veranschaulicht einerseits den Stellenwert der Umweltproblematik für die Befragungsteilnehmer und andererseits die Selbsteinschätzung des themenrelevanten eigenen Verhaltens. Der Aussage „Die Umweltverschmutzung ist heute ein großes Problem“ stimmen am eindeutigsten die Nutzer der untersuchten innovativen Mehrfamilienhäuser zu, differenzierter sehen dies die Nutzer der innovativen Einfamilienhäuser. Die Nutzer der innovativen Reihenhäuser und die der konventionellen Einfamilienhäuser nehmen diesbezüglich eine Position zwischen den Erstgenannten ein. In jedem Fall jedoch können die Antworten als Zustimmung zu obiger Aussage gewertet werden.

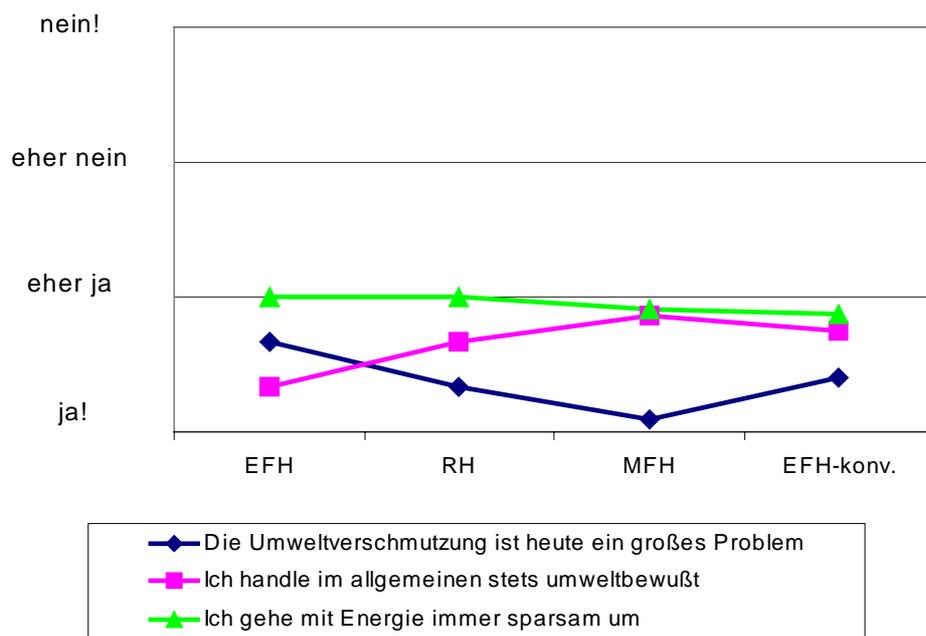


Abb. 4.9: Stellenwert der Umweltproblematik und Selbsteinschätzung des Verhaltens

Bezüglich der Selbsteinschätzung des umweltbewußten Verhaltens mittels der Bewertung der Aussage „Ich handle im allgemeinen umweltbewußt“ können sich am eindeutigsten die Nutzer der innovativen Einfamilienhäuser dieser Aussage anschließen. Den größten Abstand zu einer absoluten Bejahung dieser Aussage weisen die Nutzer der innovativen Mehrfamilienhäuser auf. Zur Aussage „Ich gehe mit Energie immer sparsam um“ ist einerseits die größte Übereinstimmung unter den dargestellten vier Gruppen zu beobachten

und andererseits tritt bei dieser Aussage die selbstkritischste Beurteilung durch die Nutzer auf, welche jedoch immer noch der Einstufung „eher ja“ gleichkommt. Die größte Diskrepanz zwischen der Beurteilung des Umweltproblems und der Selbsteinschätzung des relevanten Verhaltens ist somit bei den Nutzern der innovativen Mehrfamilienhäuser gegeben, die geringste Abweichung ist bei den konventionellen Einfamilienhäusern zu beobachten.

Abbildung 4.10 veranschaulicht zwei weitere Aspekte des Umweltbewußtseins. Der ersten Aussage „Heutzutage kann man ohne Auto nicht mehr richtig leben“ wurde am stärksten von den Nutzern der innovativen Einfamilienhäuser zugestimmt. Auch die Nutzer der untersuchten Reihenhäuser stimmen dieser Aussage noch sinngemäß mit „eher ja“ zu, die Nutzer der Mehrfamilienhäuser können sich mit dem Inhalt dieser Aussage nicht identifizieren und kommentieren diese im Mittel mit der Option „eher nein“. Die Gruppe der konventionellen Haushalte, welche in Abbildung 4.9 mit diskutiert wurde kann nicht zum Vergleich herangezogen werden, da die diskutierten Items in dieser Gruppe nicht nachgefragt wurden. Zieht man die tatsächlichen Verhältnisse bei den drei unterschiedlichen Gruppen in Betracht, so spiegeln die Antworten zur gegenständiglich diskutierten Aussage die tatsächlichen Rahmenbedingungen der jeweiligen Haushalte gut wider. Die untersuchten Einfamilienhäuser liegen zumeist weit abseits einer möglichen Anbindung an öffentliche Verkehrsmittel, was die Verwendung eines privaten PKW's im Alltag praktisch unumgänglich macht. Die Lage der Projekte in teilweise stark kuperten Gelände schließt auch weitere Transportalternativen, wie beispielsweise die Verwendung von Fahrrädern, in der Praxis aus. Dies gilt im wesentlichen auch für die untersuchten Haushalte in Reihenhäusern.

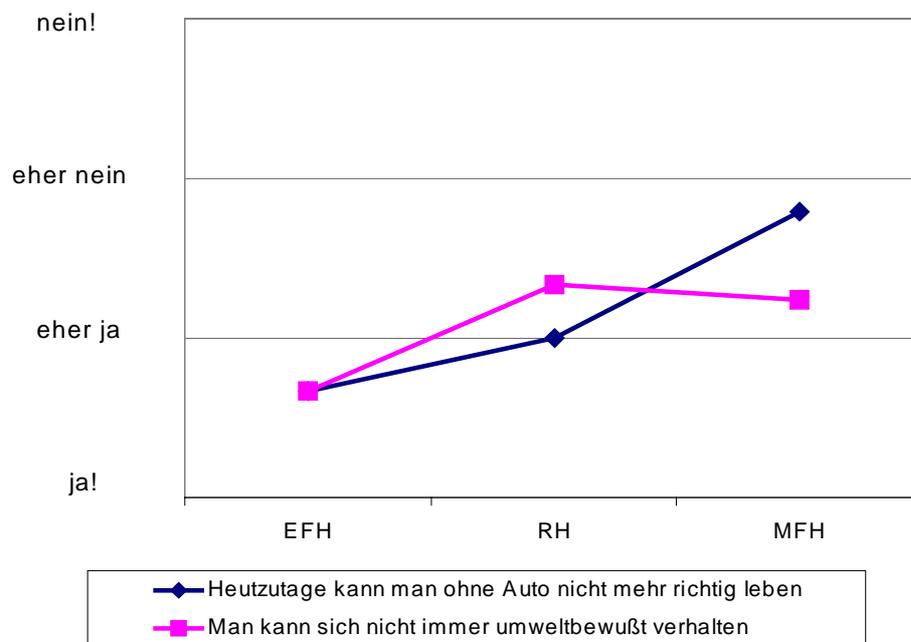


Abb. 4.10: Individualverkehr und Konsequenz im Bereich des Umweltbewußtseins

Die untersuchten Haushalte in Mehrfamilienhäusern hingegen sind größtenteils gut an das öffentliche Verkehrsnetz angeschlossen, oder überhaupt so gelegen, daß kaum Bedarf an Transport induziert wird (Wohnhäuser direkt im städtischen Bereich). Alltägliche Wegstrecken können bei diesen Projekten oftmals zu Fuß oder mit dem Fahrrad bewältigt werden. Dementsprechend ist auch die Einstufung obiger Aussage für die Befragten durchaus rational.

Eine weitere Aussage, welche den Befragten zur Einstufung vorgelegt wurde, zielt auf die Konsequenz ab, welche im Bereich des Umweltbewußtseins bzw. -verhaltens gegeben ist. Die Aussage „Man kann sich nicht immer umweltbewußt verhalten, es muß auch mal eine Ausnahme geben können“ wurde von den Nutzern der Einfamilienhäuser stärker bejaht als von den Nutzern der Reihen- und Mehrfamilienhäuser. Das Wertungsschema dieser Frage korreliert somit, grob gesprochen, mit dem der Frage nach der Entbehrlichkeit des privaten PKW's.

Abbildung 4.11 veranschaulicht die Nutzerbewertung unterschiedlicher Lösungsansätze zur Bewältigung der Umweltprobleme. Hierzu wurden von den befragten Nutzern vier Aussagen klassifiziert: (i) „Umweltprobleme lassen sich am besten durch technische Lösungen regeln“, (ii) „Wenn wir unsere Forschung stärker als bisher auf eine bessere Umwelttechnologie ausrichten würden, dann bräuchten wir uns keine Sorgen mehr um die Umwelt zu machen“, (iii) „Der Bau von Niedrigenergie- und Passivhäusern ist der richtige Weg für den sparsamen Umgang mit Energie“ und (iv) „Nur wenn der Staat Anreizsysteme erstellt und wenn er falsches Handeln bestraft, werden wir das Umweltproblem lösen“.

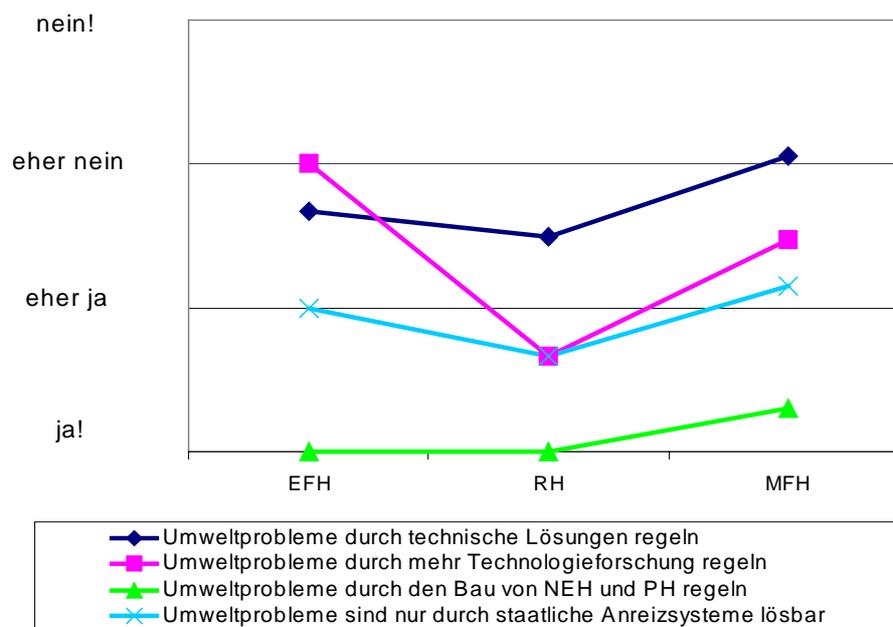
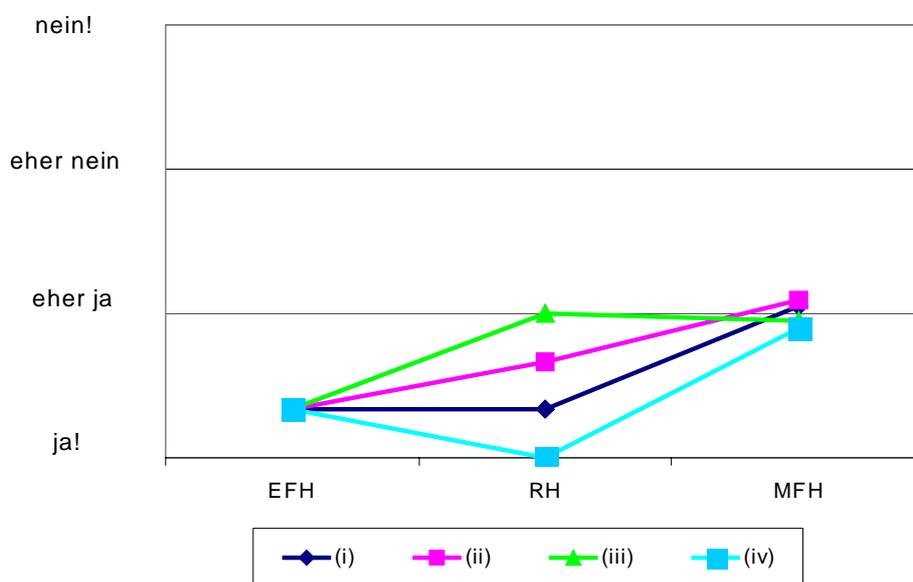


Abb. 4.11: Bewertung unterschiedlicher Lösungsansätze zur Bewältigung der Umweltprobleme durch die Nutzer

Bei der Betrachtung der Ergebnisse fällt zunächst die Gleichförmigkeit (mit Ausnahme der Frage ii) des Klassifizierungsschemas der drei untersuchten Gruppen auf. Technologischen Ansätzen (Aussage (i) und (ii)) wird im allgemeinen ein geringes Problemlösungspotential eingeräumt, was in krassem Gegensatz zu den Wertungen der Nutzer bezüglich des Potentials von Niedrigenergie- und Passivhäusern steht. Die Errichtung von Niedrigenergie- und Passivhäusern wird von allen drei untersuchten Gruppen als wesentlicher Ansatz zur Lösung von Umweltproblemen gesehen, wobei die Befragten aus Einfamilienhäusern und Reihenhäusern Frage (iii) mit „ja!“ beantworten und die Befragten aus Mehrfamilienhäusern diesen Aspekt ein klein wenig differenzierter sehen. Offensichtlich werden seitens der Nutzer die wenig greifbaren Begriffe der „Technik“ oder auch „Umwelttechnik“ nicht unbedingt mit der Niedrigenergie- oder Passivhaustechnologie in Zusammenhang gebracht. Ein größeres Potential bezüglich der Lösung von Umweltproblemen als den technologischen Ansätzen wird den staatlichen Lenkungsmaßnahmen zugestanden.

4.3.5.2 Selbsteinschätzung der persönlichen Informiertheit und tatsächliche Informiertheit

Die Selbsteinschätzung der persönlichen Informiertheit bezüglich Energiesparbelangen durch die Nutzer selbst ist in Abbildung 4.12 dargestellt. Es werden zur Behandlung dieses Aspekts 4 Fragen ausgewertet, welche unter der Abbildung aufgelistet sind.



- (i) Ich bin punkto Energiesparen allgemein sehr gut informiert
- (ii) Ich weiß im großen und ganzen über die Wirtschaftlichkeit von Energiesparmaßnahmen bescheid
- (iii) Ich bin gut darüber informiert, wie man sich im Alltag energiesparend verhält
- (iv) Ich weiß wie wirtschaftlich verschiedene Energiesparmaßnahmen in meinem Haushalt sind

Abb. 4.12: Selbsteinschätzung der persönlichen Informiertheit der Befragten

Die Nutzer der untersuchten Einfamilienhäuser schätzen sich in allen vier nachgefragten Belangen als gleich gut informiert ein. Die Nutzer der Reihenhäuser beantworteten die Fragen (i) bis (iv) im Mittel je nach Frage unterschiedlich, jedenfalls aber zwischen den Antworten „ja!“ und „eher ja“. Mit ähnlich geringen Abweichungen zwischen den Antworten auf die einzelnen Fragen wie die Nutzer der Einfamilienhäuser antworten die Nutzer der untersuchten Mehrfamilienhäuser im Mittel mit „eher ja“ auf die einzelnen Fragen. Die Selbsteinschätzung der persönlichen Informiertheit bezüglich Energiesparbelange sinkt also mit steigendem Verdichtungsgrad der Wohnformen.

Um die tatsächliche Informiertheit der Nutzer sowie die Verfügbarkeit des Energiebegriffs bei den Nutzern quantifizieren zu können, wurden im Zuge der standardisierten Befragung weitere vier Fragen an die Nutzer gerichtet. Der Wortlaut der Fragen im Erhebungsbogen war:

- (i) Wirklich maßgeblich für das Energiesparen ist, daß kein unnötiges Licht brennt.
- (ii) Mit einer Kilowattstunde Strom läuft mein Kühlschrank ca. eine Woche lang.
- (iii) Ein durchschnittliches Einfamilienhaus braucht im Jahr ca. 1000 Kilowattstunden Heizenergie.
- (iv) Für 1 ÖS kann ich eine 100 W Glühbirne ca. 6 Stunden brennen lassen.

Obige Fragen konnten von den Befragten wieder mit den Optionen „ja!“, „eher ja“, „eher nein“, „nein!“ oder „weiß nicht“ beantwortet werden. Als richtig beantwortet werden die Fragen gewertet wenn die Antworten auf die Fragen lauten:

- (i) „eher nein“ oder „nein!“
- (ii) „nein“
- (iii) „nein“
- (iv) „ja“ oder „eher ja“

Ein Nutzer wird als sehr gut informiert klassifiziert, wenn er alle vier Fragen entsprechend richtig beantwortet. Dies war bei den 27 gegenständlich untersuchten Haushalten nur zwei Mal (!) der Fall. Die Ergebnisse der Auswertung sind in Tabelle 4.4 dargestellt.

Tab. 4.4: Ergebnisse zur tatsächlichen Informiertheit der Nutzer (richtige Antworten sind grau hinterlegt)

Frage	„ja!“ (%)	„eher ja“ (%)	„eher nein“ (%)	„nein!“ (%)	„weiß nicht“ (%)	Summe (%)
(i)	26	26	33	15	0	100
(ii)	4	15	0	22	59	100
(iii)	0	4	7	26	63	100
(iv)	19	15	7	7	52	100

Von den zwei Nutzern, welche alle vier Fragen richtig beantwortet haben, stammt ein Nutzer aus einem Einfamilienhaus, der zweite aus dem Projekt Sargfabrik. Die in Tabelle 4.4 dargestellten Trefferquoten weisen weiters einige interessante Details auf. Die höchste Trefferquote ist bei Frage (i) zu beobachten. Bei dieser Frage nach dem Stellenwert des Lichtsparens im Zuge des Energiesparens wurde von keinem Befragten die Option „weiß nicht“ gewählt. Zum einen betrifft der angesprochene Aspekt ein verständliches Thema welches qualitativ (ohne der Verifizierung von Zahlen) und dadurch auch leichter intuitiv beantwortbar ist, zum anderen besitzt das Lichtsparen eine lange, historisch bedingte Tradition. An der Antwortverteilung bezüglich dieser Frage wird deutlich, daß die heute nicht mehr im eigentlichen Sinn gültige Gleichung Energiesparen = Lichtsparen über Generationen weitergegeben wurde und für viele Nutzer auch heute noch Priorität besitzt. Bei den weiteren Fragen (ii) bis (iv) wählte die überwiegende Mehrheit der Befragten jeweils die Option „weiß nicht“, was auf die quantitative Verifizierung von Zahlen und den bei den Befragten nicht verfügbaren quantitativen Energiebegriff (Kilowattstunden) zurückgeführt werden kann (auch das Erraten wird vermieden, wenn gar kein Anhaltspunkt greifbar ist). In diesem Sinne geben bei den Fragen (ii) bis (iv) jenen Befragten, welche nicht die Option „weiß nicht“ wählten, auch großteils die richtigen Antworten.

Tabelle 4.4 stellt die Ergebnisse aggregiert für alle Projekte dar. Um die einzelnen Projekte differenzierter betrachten zu können, sind die richtig beantworteten Einzelfragen in Tabelle 4.5 als Anteil an den insgesamt gestellten Fragen in Prozent je Projekt dargestellt.

Tab. 4.5: Anteil der richtig beantworteten Einzelfragen zur tatsächlichen Informiertheit

Projekt	Einzelfragen richtig beantwortet
Batschuns	33 %
Ölzbünd	0 %
Kapellenweg	13 %
Mitterweg	33 %
Sargfabrik	50 %
Brünnerstraße	44 %
Wulzendorfstraße	7 %
Einfamilienhäuser	66 %
Durchschnitt	27 %

Der höchste Prozentsatz an richtig beantworteten Einzelfragen ist im Falle der Einfamilienhäuser zu beobachten, gefolgt vom Projekt Sargfabrik. Vergleicht man nun die Selbsteinschätzung der persönlichen Informiertheit (siehe oben) mit den nun betrachteten Aspekten der tatsächlichen Informiertheit, so wird deutlich, daß weder die Einschätzung der absoluten Informiertheit noch die Reihung der untersuchten Gruppen konsistent ist. Kritisch muß hierbei angemerkt werden, daß im Zuge der wenigen normierten Fragestellungen, die nun Anlaß zu dieser Aussage geben, nur Teilaspekte der gesamten Energie(spar)thematik

abgedeckt wurden. Es soll jedoch dennoch auf den bemerkenswerten Umstand verwiesen werden, daß beispielsweise im Projekt Ölbünd, bei dem von den befragten Nutzern keine einzige Teilfrage richtig beantwortet wurde, beispielhafte Energie- und Emissionsbilanzen bei hoher Wohnzufriedenheit und Akzeptanz erreicht wurden.

4.3.6 Die Relevanz des „Servicefaktors“ zur Untersuchung des Nutzerverhaltens in den untersuchten Pilot- und Demonstrationsprojekten

In unterschiedlichen Vorarbeiten des Institutes für Energiewirtschaft wurde ein methodischer Ansatz zur Analyse des Benutzerverhaltens bezüglich der Raumheizung entwickelt. In Veröffentlichungen wie Biermayr (1999), Haas und Biermayr (2000) oder Haas et al. (2001) wird dieses Instrument („Servicefaktor“) vorgestellt und findet dabei umfangreiche Anwendungsbereiche im Zuge der Analyse konventioneller Haushalte und Haushalte welche Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energieträger einsetzen.

Unter diesem Gesichtspunkt erfolgte im Rahmen des gegenständlich behandelten Forschungsprojekts ein Versuch, den Servicefaktor auch zur Analyse des Nutzerverhaltens von Haushalten in Pilot- und Demonstrationsprojekten einzusetzen.

Der methodische Ansatz baut hierbei auf die Beziehung zwischen praktisch gemessenem Heizendenergieverbrauch und dem theoretischen (simulierten) Heizendenergiebedarf auf. Der theoretische Heizendenergiebedarf resultiert dabei wiederum aus dem theoretischen Heizwärmebedarf (also dem theoretischen Nutzenergiebedarf für die Raumheizung) und der technischen Effizienz des Heizsystems. Der Quotient aus Heizendenergieverbrauch und Heizendenergiebedarf wird dabei als „Servicefaktor“ definiert. Ist dieser Faktor 1, so entspricht das Nutzerverhalten bezüglich der Raumheizung dem ebenfalls zu definierenden Normnutzungsverhalten. Dies besteht beispielsweise daraus, daß angenommen wird, daß der Nutzer über die gesamte Heizperiode bei einem definierten Luftwechsel eine definierte Raumtemperatur hält, um ein Bezugs-Nutzerverhalten zu definieren. Die Abweichungen von diesem Bezugs-Nutzerverhalten sowie die Abweichungen des Nutzerverhaltens von Haushalten in unterschiedlichen Gebäudetypen oder von Haushalten mit unterschiedlichen Heizsystemen können im weiteren mittels Servicefaktor diskutiert werden.

Dieses Instrument, welches im Bereich von konventionellen Haushalten zu wesentlichen Erkenntnissen bezüglich Nutzerverhalten beitragen konnte, erwies sich unter den gegenständlichen Randbedingungen, der Eigenheiten der untersuchten Stichprobe und den in den Projekten eingesetzten Technologien als nicht effektiv bzw. gar nicht anwendbar. Probleme, welche die Auswertung der Projekte mit Hilfe des Servicefaktors erschwerten bzw. verhinderten sollen im folgenden im Zuge der Diskussion der formalen Gestalt des methodischen Ansatzes dargestellt werden. Ausgangspunkt ist die Feststellung des theoretischen Heizwärmebedarfs eines Haushaltes:

$$Q_0 = Q_t + Q_l + Q_i + Q_s \quad (4.1)$$

Q_0	Gesamtwärmeverlust, theoretischer Heizwärmebedarf (kWh)
Q_t	Transmissionswärmeverlust (kWh)
Q_l	Lüftungswärmeverlust (kWh)
Q_i	Innere Gewinne (kWh)
Q_s	Solare Gewinne (kWh)

Die unterschiedlichen Verluste (Transmissionswärmeverluste und Lüftungsverluste) sowie die Gewinne (innere Gewinne und solare Gewinne) werden je nach Berechnungsverfahren und Anwendungsbereich berücksichtigt oder vernachlässigt. So können beispielsweise solarpassive Einträge in älteren Standardgebäuden zumeist ohne große Fehler vernachlässigt werden. Weiters kann die Berechnung von Q_0 mittels verschiedener Methoden durchgeführt werden. Die einfachste Möglichkeit bietet die ÖNORM B8135, welche ein statisches Verfahren mit Jahresbilanzierung unter der Berücksichtigung der Transmissions- und Lüftungsverluste darstellt. Ein erweitertes Verfahren auf Monatsbasis mit zusätzlicher Berücksichtigung der Gewinne repräsentiert die EN 832. Detaillierteste dynamische Simulationen des Wärmebedarfs sind schlußendlich in der vorliegenden Arbeit mittels dem Simulationsprogramm *EuroWAEBED* durchgeführt worden.

Der theoretische Heizendenergiebedarf ergibt sich in der Folge aus dem theoretischen Heizwärmebedarf (also der Nutzenergie für die Raumwärme) und dem Jahresnutzungsgrad (wenn auf Jahresbasis bilanziert wird).

$$EE_{HZth} = \frac{Q_0}{\eta_N} \quad (4.2)$$

EE_{HZth}	theoretischer Heizendenergiebedarf (kWh)
η_N	Jahresnutzungsgrad des Heizsystems (1)

Der Quotient aus dem (praktisch gemessenen) Heizendenergieverbrauch und dem theoretischen Heizendenergiebedarf bildet schlußendlich den Servicefaktor. Dieser nimmt den Wert 1 an, wenn der tatsächliche Servicekonsum des entsprechenden Nutzers dem definierten Normnutzungsverhalten entspricht, kleiner als 1, wenn der Nutzer ein geringeres Serviceniveau in Anspruch nimmt, und größer als 1, wenn mehr Serviceleistung konsumiert wird.

$$f_{service} = \frac{EE_{HZpr}}{EE_{HZth}} \quad (4.3)$$

EE_{HZpr}	(gemessener) Heizendenergieverbrauch (kWh)
-------------	--

Ein wesentlicher Problemkreis eröffnet sich im Falle der untersuchten Pilot- und Demonstrationsanlagen bei der Ermittlung des Servicefaktors im Zuge von Gleichung 4.2. Der für die Berechnung des Heizendenergiebedarfs (Übergang von Nutzenergie auf Endenergie) nötige Jahresnutzungsgrad ist in diesem Zusammenhang z.B. für Anlagen zur kontrollierten Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung und eventuell zusätzlich integrierten Nachheizsystemen nicht definiert. Eine weitere Unschärfe entsteht durch eingesetzte Wärmepumpensysteme, deren Arbeitszahlen nicht als tatsächliche, vor Ort gemessene Werte verfügbar waren. Die Summe der beschriebenen Unsicherheiten in Vergesellschaftung mit der bereits oben ausführlich beschriebenen mangelnden Verfügbarkeit von gemessenen Heizendenergieverbrauchswerten und der damit verbundenen geringen Stichprobengröße verhinderte schlußendlich die Anwendung dieses quantitativen Instrumentariums. Es wurde in der Folge bei der Bearbeitung der Thematik auf qualitative Ansätze fokussiert.

5. Zusammenfassung, Schlußfolgerungen und Empfehlungen

5.1 Fokus der Studie, Methodik und Daten

Im Mittelpunkt dieser Studie stehen die Analyse des Nutzerverhaltens in Gebäuden mit Pilot- und Demonstrationscharakter sowie weitere Aspekte der Gebäudenutzung (wie beispielsweise die Nutzerzufriedenheit). Die Ergebnisse der Studie basieren auf erhobenen Daten aus 40 Haushalten in 12 Niedrigenergie- bzw. Passivhäusern. Hinsichtlich der Auswahl der 12 Gebäude wurde versucht, eine möglichst große Streuung bezüglich verschiedener Aspekte wie regionale Verteilung im Bundesgebiet, eingesetzte Technologien, realisiertes Gesamtkonzept sowie Haustyp bzw. Eigentümerstruktur (Einfamilienhaus, Reihenhaus, mehrgeschossiger Wohnbau, Bürobau) zu erreichen.

Inhaltlich und methodisch läßt sich die Arbeit in drei Teile gliedern: erstens werden mittels Simulationsrechnungen unter Verwendung des Programmpakets *EuroWAEBED* Berechnungen des Heizwärmebedarfs für verschiedene Nutzungsvarianten sowie Vergleiche zwischen berechnetem Bedarf und gemessenem Verbrauch angestellt; zweitens werden basierend auf qualitativen Befragungen das Nutzerverhalten sowie weitere Aspekte wie Motive für den Einzug / den Hausbau, die Zufriedenheit mit den eingesetzten Technologien und die Informiertheit der NutzerInnen behandelt; drittens erfolgt ein Vergleich der Projekte, wobei vor allem die kritische Betrachtung energetisch – ökologischer Kriterien im Mittelpunkt stehen.

Zur Analyse der Haushalte wurden neben qualitativen Interviews auch standardisierte Erhebungsbögen eingesetzt. Meßreihen verfügbarer Energieverbrauchsdaten sowie detaillierte Informationen bezüglich der Bausubstanz wurden mittels eines validierten dynamischen Berechnungsmodells (*EuroWaeBed*) im ersten Schritt zur Wärmebedarfsberechnung und im zweiten Schritt für eine Bedarfs – Verbrauchsgegenüberstellung herangezogen. Im Laufe der Projektarbeit stellte sich heraus, daß für die meisten untersuchten Gebäude die Datenlage bezüglich der Heizenergieverbräuche unzureichend ist, sodaß der Vergleich Heizwärmebedarf – Heizwärmeverbrauch nur für einen Teil der untersuchten Projekte durchgeführt werden konnte.

5.2 Ergebnisse

Im folgenden sind die Ergebnisse in drei Teilen dargestellt:

- Ergebnisse aus den qualitativen Nutzerbefragungen
- Ergebnisse der Simulationsrechnungen
- Energiewirtschaftlich – ökologischer Vergleich der Projekte

5.2.1 Ergebnisse aus den qualitativen Nutzerbefragungen

Die geführten qualitativen Interviews wurden nach folgenden Aspekten ausgewertet: Motive für den Einzug / Bau, Zufriedenheit mit der Wohnsituation / den eingesetzten Energietechnologien, Nutzerverhalten (qualitativ dargestellt)⁶⁷, Maßnahmen zur Informationsvermittlung und Auswirkungen derselben.

Motive für den Einzug / Bau

Die Motive, in einem Niedrigenergie- bzw. Passivhaus zu wohnen, sind weitestgehend abhängig von den Besitzverhältnissen bzw. vom Grad der Beteiligung der späteren Nutzer in der Planungs- und Bauphase.

- Als Hauptmotive für den Einzug in eine Wohnhausanlage bzw. Siedlung in Niedrigenergie- oder Passivhausbauweise wurde von den Mietern die Lage (Lage „im Grünen“, Lage zum Arbeitsplatz, Anschluß an urbane Infrastruktur, Nähe zu Verwandten und Bekannten), die Leistbarkeit, die Raumaufteilung und Helligkeit sowie die ansprechende architektonische Gestaltung, etwa durch einen Wintergarten, genannt. Im Bereich des sozialen Wohnbaus spielt auch die fehlende bzw. eingeschränkte Wahlmöglichkeit (Besiedlung durch Zuteilung) eine Rolle. Der Gedanke des umweltschonenden energiesparenden Wohnens ist zumeist kein Hauptmotiv beim Bezug, obwohl dieser Umstand von den Nutzern zumeist als positiv gewertet wird. Meistens ist es sogar so, daß zum Zeitpunkt der Entscheidung, in eine Wohnanlage bzw. Siedlung zu ziehen, die Menschen nur teilweise oder oft auch gar nicht über die "besondere" Bauweise informiert waren.
- Hauptmotive zur Errichtung eines Einfamilienhauses in Niedrigenergie- bzw. Passivhausbauweise waren eine persönliche Begeisterung für das Projekt, ein hohes Energie- und Ökologiebewußtsein und die Wertschätzung eines Wohnerlebnisses, das von hoher Belichtung und Naturnähe geprägt ist. Es war zu beobachten, daß der Bauherr / die Bauleute selbst, oder eine Person im nahen sozialen Umfeld, ein hohes teilweise auch beruflich bedingtes technisches Verständnis besitzen.

Zufriedenheit mit der Wohnsituation / den eingesetzten Energietechnologien

- In den untersuchten Einfamilienhäusern ergibt sich bezüglich Zufriedenheit ein homogenes Bild: Die Bewohner sind ausnahmslos hoch zufrieden und betonen den hohen Wohnkomfort und die hohe Lebensqualität in ihren Häusern.
- In Mehrfamilien- und Reihenhäusern mit Passivhausstandard, die mit kontrollierten Lüftungsanlagen zur Lüftung und Heizung ausgestattet sind, wird relativ häufig Kritik an

⁶⁷ Für die qualitative Darstellung des Nutzerverhaltens wurden auch teilweise Daten aus den standardisierten Fragebögen herangezogen.

diesem System geübt. Die wesentlichen Kritikpunkte sind hier die eingeschränkte Temperaturregelbarkeit der Wohnung insgesamt oder der Räume untereinander, die Luftqualität (Luft wird im Winter oft als zu trocken empfunden) sowie die Geräuschentwicklung von Lüftungsanlagen. Diese Kritikpunkte werden von den Betroffenen verschieden stark gewichtet und können (aber müssen nicht) zu einer dezidierten Unzufriedenheit mit der Wohnsituation führen. In den untersuchten Einfamilienhäusern, in denen ebenfalls Anlagen zur kontrollierten Wohnraumlüftung eingesetzt werden⁶⁸, werden die oben erwähnten kritischen Aspekte nicht wahrgenommen.

- Eine gute Einregulierung der Lüftungsanlagen hat eine hohe Bedeutung für die Nutzerzufriedenheit – besonders in Mehrfamilienhäusern ist dieser Umstand zu berücksichtigen. Zentrale Lüftungsanlagen in Mehrfamilienhäusern können zu sehr unterschiedlichen und kaum regulierbaren Wohnungstemperaturen führen, was den Komfort und damit auch die Zufriedenheit beeinträchtigt.
- In den untersuchten Wohnanlagen bzw. Siedlungen mit Niedrigenergiestandard (Plabutsch, Sargfabrik, Wulzendorfstraße, Brünnerstraße) werden die eingesetzten solar passiven Elemente wie Sonnenfenster oder Wintergärten zumeist sehr gut angenommen, wenn es auch einzelne Kritikpunkte gibt, die beispielsweise die Ausführung oder die eingeschränkte zeitliche Nutzungsmöglichkeit von Wintergärten betreffen.
- Die wesentlichen Problembereiche, welche die Wohnzufriedenheit in diesen Wohnanlagen dämpfen, liegen hier zum großen Teil außerhalb des Bereichs der Energietechnik wie soziale Konflikte oder Spannungen (Plabutsch, Brünnerstraße), Lage oder Raumaufteilung der Wohnung (z. B. Fehlen eines Kellers) oder höhere Heizkosten als erwartet wegen des hohen Grundkostenanteils bei fernwärmeversorgten Wohnungen.
- Der Grad der Identifikation mit dem jeweiligen Bau kann für die stark unterschiedliche subjektive Empfindung und Bewertung von technischen Problemen oder Randerscheinungen in den untersuchten Pilot- u. Demonstrationsanlagen mit verantwortlich gemacht werden. Eine daraus resultierende Schlußfolgerung ist die Empfehlung eines höheren Mitbestimmungsmaßes der zukünftigen Nutzer bei Projekten sowie das jeweilige Anbieten einer konventionellen Alternative bei der Vergabe (oder Zuteilung) von Wohnprojekten, speziell im Bereich des sozialen Wohnbaus.

Nutzerverhalten⁶⁹

- In den Gebäuden mit Passivhausstandard und einer Anlage zur kontrollierten Wohnraumlüftung ließ sich aus den Aussagen der Befragten entnehmen, daß auch während der Heizperiode von der Fensterlüftung Gebrauch gemacht wird, wenn auch zumeist in geringem Ausmaß. In den Wohnanlagen bzw. Siedlungen mit Niedrigenergiestandard ist das Lüftungsverhalten unterschiedlicher – im Vergleich zu den

⁶⁸ Allerdings ist nur in einem (der drei untersuchten) Einfamilienhäuser die Lüftungsanlage zugleich das Hauptheizsystem.

⁶⁹ Die Ausführungen in diesem Abschnitt basieren auf Äußerungen der Befragten und wurden nicht durch Messungen verifiziert.

Passivhäusern wird öfter von Befragten angegeben, Fenster auch während der Heizperiode lange in offenem oder gekipptem Zustand zu belassen.

- Über alle Objekte hinweg läßt sich beobachten, daß ein deutlicher Trend zu einer mittleren Innenraumtemperatur während der Heizperiode von markant über 20 Grad gegeben ist. Die häufigsten Nennungen liegen bei 22 Grad. In Wohnungen mit Niedrigenergiestandard, in denen es möglich ist, die Räume auf unterschiedlichem Temperaturniveau zu halten, wird von dieser Möglichkeit zumeist auch Gebrauch gemacht – die Temperatur in den Schlafräumen liegt im Vergleich zur Temperatur in den Wohnräumen oft um 2 bis 4 Grad niedriger. In Wohnungen bzw. Häusern mit Passivhausstandard ist eine derartig differenzierte Temperaturregelung nicht möglich – alle Räume befinden sich auf einem ähnlichen Temperaturniveau.
- Der Informationsstand bezüglich Bedienung der Stell- und Regelmöglichkeiten ist sehr unterschiedlich ausgeprägt, am besten kommen technisch interessierte Nutzer damit zurecht. Viele Nutzer der untersuchten Pilot- und Demonstrationsanlagen beklagen die unzureichende Wirkung der Regelungseinrichtungen (z.B. Raumthermostate, Lüftungsregelungen); einige sind mit der Bedienung der Steuergeräte überfordert.
- In den Gebäuden, in denen Sonnenschutzeinrichtungen mit Automatikfunktion zum Einsatz kommen, tendieren die Bewohner dazu, diese Einrichtungen manuell zu bedienen, sofern jemand zuhause ist – im Falle des Leerstehens der Wohnung besteht die Bereitschaft, auf Automatikbetrieb umzuschalten.
- Ein in Mehrfamilienhäusern mit Lüftungsanlage problematischer Verhaltensbereich ist der Wechsel der Luftfilter. Sowohl in Mehrfamilienhäusern, in denen der Filterwechsel im Verantwortungsbereich der Bewohner liegt als auch in solchen, wo diese Aktivität nicht von den Bewohnern durchgeführt werden soll, kam es fallweise zu langen Austauschintervallen.

Nutzerinformation

- Die Nutzerinformation wird in den untersuchten Projekten mit unterschiedlichem Engagement betrieben. In vielen Projekten wurden Mieterversammlungen als Maßnahme zur Informationsweitergabe abgehalten. Daneben kamen auch direkte mündliche Information durch eine Kontaktperson oder schriftliches Informationsmaterial zum Einsatz.
- Trotz aller Probleme bei der Informationsweitergabe ist aber bei den untersuchten Passivhaus-Mehrfamilienhäusern allen Befragten der grundlegende Umstand bewußt, daß während der Heizperiode weitestgehend auf Fensterlüftung verzichtet werden sollte. Falls diese Forderung unzureichend umgesetzt wird, ist dies nicht unbedingt auf mangelnde Information, sondern auch auf individuelle Bedürfnisse und Gewohnheiten zurückzuführen. In diesem Sinne muß die Fensterlüftung für eine kurzfristige Akzeptanz der kontrollierten Lüftung erlaubt bleiben, und neben der Informationsvermittlung muß

mittel- bis langfristig vor allem auf die Motivation der Nutzer Wert gelegt werden, die erhaltene Information auch umzusetzen.

- In den untersuchten Projekten kommen kaum Feedback-Maßnahmen, die die Höhe des Energieverbrauchs (kurzfristig oder pro Periode) übersichtlich und leicht verständlich darstellen, zum Einsatz. Diese fehlende Möglichkeit eines Feedbacks kann einem sparsamen oder angepaßten Nutzerverhalten entgegenwirken. Auch die Transparenz der Energieverbrauchsabrechnungen muß verbessert werden. Aus diesen Abrechnungen ist oft nicht in einfacher Weise ersichtlich, wofür wieviel verbraucht wurde und wieviel Kosten dafür anfallen. Weiters ist kritisch anzumerken, daß bei zentral versorgten Niedrigenergie- oder Passivhäusern die tatsächlichen Kosten, welche den Nutzern für den Wärmebezug erwachsen, oftmals zum überwiegenden Teil aus Fixkosten bestehen (wohnflächenspezifischer Anteil) und nur zu einem geringeren Anteil vom Nutzer selbst mittels seines tatsächlichen Verbrauchs beeinflusst werden können. Dieser Umstand ist ebenfalls als kontraproduktiv bezüglich des Nutzerverhaltens zu sehen.
- Die Broschüre „Komfortabel Wohnen im Niedrigenergiehaus“, welche unter Einbeziehung der Projektergebnisse erstellt wurde, stellt eine Ausgangsbasis für die Behandlung der wesentlichen Themen bezüglich der Nutzung innovativer Wohnbauten und die Gestaltung von Informationsmaterial für den Nutzer dar.

5.2.2 Ergebnisse der Simulationsrechnungen

Für die ausgewählten zwölf Bauobjekte wurde der Heizwärmebedarf⁷⁰ mittels Simulation unter Zugriff auf das Programmpaket *EuroWAEBED* ermittelt. Es wurden Berechnungen für drei verschiedene Nutzungsvarianten durchgeführt:

- „Normnutzung“ gemäß ÖNorm B8110-1
- „Normnutzung“ gemäß ÖNorm B8110-1 mit auf 22,0 °C erhöhter Soll-Temperatur
- Nutzung gemäß Angaben aus den Befragungen (im wesentlichen gehen in dieser Berechnungsvariante die Höhe der mittleren Innenraumtemperatur (Soll-Temperatur) und die Personenanzahl sowie die Aufenthaltsdauer der einzelnen Personen ein)
- Mit besser werdender thermischer Qualität des Gebäudes, d. h. bei sinkendem Wert für den Heizwärmebedarf (HWB_{BGF}), sinkt zwar der absolute Anstieg des Heizwärmebedarfs bei einer Erhöhung der Innenraumtemperatur, der prozentuelle Anstieg des HWB_{BGF} -Werts ist jedoch höher als bei thermisch weniger hochwertigen Gebäuden, d.h. je besser die thermisch-energetische Qualität eines Gebäudes ist, desto größer ist der relative Einfluß einer Erhöhung der Rauminnentemperatur auf die Höhe des Heizwärmebedarfs. Bei einem normgemäß ermittelten HWB_{BGF} -Wert von bis zu $10 \text{ kWhm}^{-2}\text{a}^{-1}$ – also für Niedrigenergiehäuser mit Passivhausqualität und Wohnungen mit extrem kleinem

⁷⁰ Es wurde immer der HWB_{BGF} -Wert ermittelt, d.h. der auf die Bruttogeschosßfläche bezogene Heizwärmebedarf berechnet.

Heizwärmebedarf – liegt die prozentuelle Erhöhung des HWB_{BGF} -Wertes bei Erhöhung der Soll-Temperatur um 2 K bei 40% und höher. Im Bereich zwischen $10 \text{ kWhm}^{-2} \text{ a}^{-1}$ und $20 \text{ kWhm}^{-2} \text{ a}^{-1}$ liegt die entsprechende prozentuelle Erhöhung zwischen 30 und 40%. Oberhalb eines HWB_{BGF} -Wertes von $20 \text{ kWhm}^{-2} \text{ a}^{-1}$ sind prozentuelle Erhöhungen im Bereich zwischen 20 und 30% zu verzeichnen.

- Es zeigt sich klar, daß die Nutzungsdaten einen erheblichen Einfluß auf das Ergebnis von Simulationsrechnungen zur Ermittlung des Heizwärmebedarfs haben. In der überwiegenden Anzahl der untersuchten Fälle liegt der Heizwärmebedarf, bei dessen Berechnung Nutzungsangaben berücksichtigt wurden, deutlich über den normgemäß errechneten Werten. Zum einen liegt dies daran, daß die Norm-Soll-Temperatur von 20 °C für die untersuchten Wohnungen und Gebäude zumeist zu niedrig angesetzt ist, zum anderen ist die Personenbelegung der untersuchten Wohnungen und Gebäude meist deutlich niedriger als beim Ansatz der Normnutzung. Weiters zeigt sich, daß bei Wohnungen in Wohnanlagen die Lagegunst einen starken Einfluß auf den Heizwärmebedarf hat.
- Für drei Wohnungen einer Wohnanlage konnten Zeitverläufe des Heizwärmeverbrauchs (auf Basis von Heizenergieverbrauchsdaten) erstellt werden. Einerseits weisen diese Zeitverläufe der Heizwärmeverbrauchswerte kaum Ähnlichkeiten untereinander auf, andererseits zeigen sich bei einem Vergleich der zeitlichen Verläufe der Verbrauchs- und Bedarfswerte für jede der drei untersuchten Wohnungen große Unterschiede. Beide Gegebenheiten sind Indizien für den starken Einfluß des Nutzerverhaltens auf den Heizenergie- / Heizwärmeverbrauch einer Wohnung.
- Bei allen drei Projekten, für die ein Vergleich zwischen Heizwärmebedarf und Heizenergieverbrauch angestellt wurde, gab es jeweils eine Wohnung, für die sich über den jeweils gesamten betrachteten Zeitraum (2 oder 4 Jahre) eine gute Übereinstimmung der Bedarfs- mit den Verbrauchswerten ergab, bei Betrachtung der einzelnen Jahre bzw. des Zeitverlaufs gab es jedoch relativ starke Abweichungen. Es zeigt sich bei einigen der betrachteten Wohnungen, daß die Variation des Nutzerverhaltens einen stärkeren Einfluß auf die jährlichen Verbrauchsschwankungen als die Variation des Außenklimas hat – d.h., daß beispielsweise der Heizenergieverbrauch für eine Periode im Vergleich zur letzten ansteigt, obwohl dieser eigentlich aufgrund des Außenklimas sinken müßte.
- Zur Erzielung hinreichend sicherer Aussagen ist es notwendig, Ablesungs- bzw. Meßwerte über einen hinreichend großen Zeitraum zur Verfügung zu haben, wobei es wünschenswert wäre, sich auf monatliche Ablesungen stützen zu können.

5.2.3 Energiewirtschaftlich – ökologischer Vergleich der Projekte

Die Projekte wurden – soweit dies aufgrund der Datenlage möglich war – bezüglich der Struktur des Endenergieverbrauchs, der Kostenstruktur und der Emissionsbilanz verglichen. Die Energiedienstleistungsbereiche des Individualverkehrs, der Raumheizung, der Warmwasserbereitung und der restlichen (stromspezifischen) Haushaltsenergieverbräuche

(elektrische Haushaltsgeräte, Kochen, Unterhaltungselektronik, Beleuchtung,...) wurden betrachtet.

- Sowohl die Höhe der Verbräuche, als auch die dahinter stehende Verbrauchsstruktur der untersuchten Projekte ist stark unterschiedlich.
- Der Endenergieverbrauchssektor des Individualverkehrs erbringt einen bemerkenswert hohen Anteil zum Gesamtverbrauch. Die Höhe der entsprechenden Verbräuche für diesen Sektor sind vom Standort des Projekts und dem Einkommen der zugehörigen Haushalte abhängig. Während die untersuchten Einfamilienhäuser und die Haushalte eines Reihenhaus-Projekts abseits der Erschließung durch effektive öffentliche Verkehrsmittel lokalisiert sind und die höchsten Verbräuche für den Individualverkehr aufweisen, weisen urban situierte Projekte, die dem mehrgeschoßigen Wohnbau bzw. dem sozialen Wohnbau zuzuordnen sind, vergleichsweise geringe Endenergieverbräuche für den Individualverkehr auf.
- Sowohl für Raumwärme als auch für Warmwasser weisen die untersuchten Einfamilienhäuser die niedrigsten absoluten Endenergieverbräuche auf. Das liegt an der hervorragenden thermischen Qualität dieser Gebäude, aber auch am hohen solaren Deckungsgrad für Warmwasser und in zwei Häusern auch für Raumwärme. Die mit Fernwärme versorgten Niedrigenergie-Wohnanlagen in Wien weisen die höchsten mittleren Endenergieverbräuche sowohl für Raumwärme als auch für Warmwasser auf.
- Im Bereich der Stromverbräuche für Haushaltsgeräte lassen sich sowohl bei den Ein- als auch bei den Mehrfamilienhäusern keine Einsparungen oder sonstige Besonderheiten im Vergleich zu konventionellen Haushalten erkennen. Innerhalb der untersuchten Einfamilienhäuser macht dieser Sektor aufgrund des geringen Verbrauchs für Raumwärme und Warmwasser ca. 80% des reinen Haushaltsendenergieverbrauches (ohne Individualverkehr gerechnet) aus.
- Die alleinige Fokussierung auf den Raumwärmesektor ist daher mittelfristig in Frage zu stellen, da im Fall von Haushalten, welche in entsprechend innovativen Gebäuden angesiedelt sind, bereits die Energieverbräuche für die Energiedienstleistungssektoren des Individualverkehrs oder auch der elektrischen Haushaltsgeräte bei weitem überwiegen. Dies wird bei einer Analyse der Emissionsbilanzen noch deutlich unterstrichen.
- Deutliche Unterschiede im Bereich der spezifischen Endenergiekosten sind in den Energiedienstleistungssektoren Raumwärme und Warmwasserbereitung zu finden. Die spezifischen Endenergiekosten steigen mit dem Anteil des elektrischen Stromes an den entsprechenden Verbrauchssektoren, zumal die elektrische Energie die spezifisch teuerste Energieform darstellt, welche für die Bedarfsdeckung in den genannten Sektoren eingesetzt wird.
- Es zeigt sich, daß in den untersuchten Projekten die Möglichkeiten zur CO₂-Vermeidung – abgesehen von zwei der untersuchten Einfamilienhäuser und dem Projekt Gleisdorf – nicht mit der gleichen Konsequenz wie das Erreichen bestimmter Energiekennzahlen verfolgt wurden. Dies gilt insbesondere für den Sektor der Raumwärmebereitstellung, wo durchaus verfügbare CO₂-vermeidende Technologien auf der Basis von Biomasse nicht zum Einsatz kommen. Anzumerken ist, daß die Situation im Sektor der

Warmwasserbereitung besser ist, da hier abgesehen von zwei Wohnanlagen in Wien Solaranlagen zum Einsatz kommen.

- Eine allelektrische Energieversorgung (abgesehen von der solaren Teildeckung des Warmwasserbedarfs), der aus technologisch-strukturellen aber auch kurzfristig-ökonomischen Gründen bei einigen der untersuchten Pilot- u. Demonstrationsanlagen im Passivhausbereich zu beobachten ist, ist kritisch zu sehen. Dieser Umstand ist aus ökologischer Sicht höchst bedenklich, da im Falle eines Strukturwandels in diese Richtung ein zusätzlicher Verbrauch an elektrischem Strom induziert werden würde.
- Ein wesentliches Hemmnis für den Einsatz CO₂-neutraler Technologien in den untersuchten Pilot- und Demonstrationsanlagen ist durch den Versuch, lediglich mit einer Anlage zur kontrollierten Wohnraumlüftung das Auslangen für Lüftung und Heizung zu finden, gegeben. Ein Biomasse-Heizsystem zum Beispiel stellt in einem solchen Fall ein redundantes System dar, welches in der Folge auch kaum wirtschaftlich einsetzbar oder im vorgegebenen Kostenrahmen nicht finanzierbar ist. Bei Projekten in Wien stellt die Dominanz der Fernwärme ein wesentliches Hemmnis für den Einsatz innovativer CO₂-neutraler Heizsysteme dar.
- Es ist in diesem Zusammenhang im weiteren zu diskutieren, ob das Ziel der Treibhausgasminimierung nicht vor das Ziel der Erreichung einer bestimmten Energiekennzahl gestellt werden sollte. Niedrigenergiehäuser mit effizienten CO₂-neutralen Heizsystemen (z.B. teilsolare Raumheizung in Kombination mit einem Biomassekessel oder auch einem minimalen Biomasse-Einzelofen) können durchaus niedrigere CO₂-Emissionen in den Bereichen Raumwärme und Warmwasser erreichen als Passivhäuser, in denen die Zuluft mit einer Wärmepumpe oder einem fossilen Energieträger nachgeheizt wird.

Ein wesentliches Problem, das im Zuge der Projektdurchführung zu Tage trat und sowohl für die Simulationsrechnungen als auch für die Erstellung des energetisch-ökologischen Vergleiches von Relevanz war, bestand in der oft aufgetretenen mangelhaften Datenverfügbarkeit und -qualität. Die beiden wesentlichen Kritikpunkte bezüglich der Aufzeichnung von Energieverbrauchsdaten sind, daß diese nur in großen Intervallen (meist auf Jahresbasis) und in zu großer Aggregiertheit (das heißt, daß z.B. der Heizenergieverbrauch nicht unmittelbar abspaltbar ist) verfügbar waren.

Eine Evaluierung einzelner Projekte hinsichtlich der tatsächlich aufgetretenen Energieverbräuche wird durch diese Praxis erschwert und zum Teil verhindert.

5.3 Schlußfolgerungen und Empfehlungen

- **Informationsvermittlung:** Der Bereitstellung und Verbreitung von zielgruppenspezifisch aufbereiteten Informationen wird ein hoher Stellenwert beigemessen. Für die Verbesserung des Informationsniveaus der Bewohner innovativer Wohnbauten werden folgende Punkte als wichtig erachtet:
 - Schriftliche Information sollte übersichtlich, möglichst leicht verständlich und auf die Bedürfnisse der jeweiligen Zielgruppe zugeschnitten, aufbereitet werden.
 - Ein unmittelbares Feedback an den Bewohner, das durch leicht erreichbare und verständliche Anzeigegeräte realisiert werden kann und für den Bewohner eine Verbrauchs- und Kostentransparenz und ein Verständnis für die Auswirkungen seiner Handlungen ermöglicht, läßt eine positive Rückwirkung auf einen sorgsamem Energieeinsatz und ein sparsameres Nutzerverhalten erwarten.
 - Energieabrechnungen sollten übersichtlich aufbereitet werden und Möglichkeiten zum Vergleich mit zurückliegenden Abrechnungsperioden und / oder vergleichbaren Wohnungen beinhalten. Energetische Einsparungen müssen sich stets auf die Energiekosten der Nutzer auswirken und dürfen nicht durch kollektive Abrechnungen oder hohe wohnflächenbezogene Grundkosten bei zentralen Systemen gedämpft werden.
 - Verfügbarkeit direkter Ansprechpartner vor Ort: Speziell im Bereich des innovativen verdichteten Wohnbaus sind Informationsträger zu identifizieren, entsprechend zu schulen und zu unterstützen. Diese Personen wirken durch den guten Zugang zu ihren Mitbewohnern als Informationsmultiplikatoren und beeinflussen ihre soziale Umgebung positiv.
 - Informationsveranstaltungen sollten nicht nur zu Beginn einmal, sondern (je nach Bedarf) wiederholt, bzw. periodisch angeboten werden.
- Neben dieser unmittelbaren Informationsvermittlung vor Ort ist die **Verbreitung von Informationen auch in einem größeren Zusammenhang** zu sehen. Entsprechende Themen sind auf der Ebene der Schulbildung in den Lehrplänen ebenso implementierbar wie auf der Ebene der Erwachsenenbildung, beispielsweise im Rahmen der Wohnbauförderungsvergabe. Neue Wege in der Wissensvermittlung, basierend auf Kommunikations- und Motivationsforschung, sind hierbei zu nutzen.
- Neben einer Verbesserung der Informationsvermittlung ist die **Erhöhung der Identifikation** mit dem jeweiligen Gebäude / der jeweiligen Wohnung von Bedeutung. Die Identifikation kann durch Maßnahmen wie:
 - Ermöglichen individueller Optionen für die Deckung des Restwärmebedarfes,

- Ermöglichen einer Wahlmöglichkeit zwischen einer Wohnung in einem innovativen Gebäude und einer gleichzeitig angebotenen gleichwertigen “konventionellen” Wohnung (für den Fall, daß die Wohnungen zugewiesen werden),
- Ermöglichen eines Einflusses auf die Gestaltung der Raumaufteilung, erhöht werden.
- **Die vermehrte Berücksichtigung von Nutzererfahrungen** bei der Planung neuer Projekte sollte (ev. verpflichtender) Bestandteil einer zukünftigen Planung werden, um die vielfältigen, bereits aufgetretenen Problematiken mit zu berücksichtigen.
- Die **Annahmen, die in den gängigen Normen über das Nutzerverhalten enthalten sind**, sind kritisch zu hinterfragen und eventuell zu revidieren (insbesondere bezüglich Soll-Temperatur und Personenbelegung).
- **Bei einem wertenden Vergleich von Projekten** ist auch eine Primärenergiebewertung und CO₂-Bilanz der eingesetzten Energieträger anzustellen, um vermeintlich niedrige Endenergieverbräuche nicht fälschlicher Weise mit niedrigen Treibhausgasemissionen gleichzusetzen (z.B. el. Strom vs. Biomasse). Für einen **umfassenden Vergleich von Projekten und konzeptuellen Ansätzen** sind weiters gesamtheitliche Bilanzierungen nötig, welche auch kumulierte Energieinhalte (graue Energie) berücksichtigen und Energie- und Emissionsbilanzen über die Lebensdauer von Gebäuden beinhalten.
- Von einer **Evaluierung realisierter Projekte** sind wichtige Erkenntnisse für zukünftige Ansätze zu erwarten, wobei die Kultur einer kritischen Evaluierung und deren breite Nutzung für Folgeprojekte erst begründet werden muß. Aufgrund der in diesem Forschungsprojekt gemachten Erfahrungen mit lücken- bzw. mangelhafter Datenerverfügbarkeit soll die Entwicklung von Verfahren angeregt werden, die es ermöglichen, die energetische „Performance“ von Gebäuden in der Praxis vergleichbar zu erheben und zu dokumentieren. Eine Evaluierung könnte auch verpflichtend an die Gewährung einer Förderung gebunden werden.
- In der Pilot- und Demonstrationsphase innovativer Wohnbauten ist auf die **Entwicklung einer gewissen Vielfalt an Konzepten** (z.B. Ansätze, welche ohne kontrollierte Lüftung / Luftheizung auskommen) zu achten, um den Innovationsprozeß nicht zu hemmen oder einzuengen. Diesem Aspekt ist vor allem im Rahmen verdichteter Bauformen in Zukunft vermehrt Aufmerksamkeit zu schenken.
- **Die Gestaltung der (Wohnbau)förderungspolitik** muß als ein eindeutiges Signal zur Forcierung nachhaltiger Wohnbauten an alle Akteursgruppen ergehen. Die Gestaltung der Förderungen sollte neben einer optimalen Auslegung der Gebäudehülle und einer nachhaltigen Restwärmebedarfsdeckung mittels erneuerbarer Energieträger auch Aspekte der Informationsvermittlung, der Evaluierung sowie raumplanerische Aspekte wie den induzierten Mobilitätsbedarf und dessen Deckung berücksichtigen.
- **Zukünftige öffentlich finanzierte Forschungsaktivitäten** im Bereich des privaten Energieverbrauches sind vor allem als umfassende oder hochgradig vernetzte Betrachtungen auszulegen. Energieverbräuche bzw. CO₂-Emissionen unterschiedlicher Energiedienstleistungssektoren (Raumwärme, Warmwasserbereitung, Individualverkehr,

Reiseverhalten,...) sind nicht unabhängig voneinander zu sehen. Erfolgen sektoral fokussierende Forschungsaktivitäten, so sind die jeweiligen volkswirtschaftlichen Grenznutzen je Investition in Forschung für die jeweiligen Sektoren im Auge zu behalten (z.B. weiteres Optimierungspotential eines Niedrigstenergie- oder Passivhauses vs. Emissions-Einsparpotential im Bereich des steigenden Individualverkehrs).

6. Broschüre „Komfortabel Wohnen im Niedrigenergiehaus“

Die Broschüre „Komfortabel Wohnen im Niedrigenergiehaus“, welche unter Einbeziehung der Projektergebnisse erstellt wurde, stellt eine Ausgangsbasis für die Behandlung wesentlicher Themen bezüglich der Nutzung innovativer Wohnbauten und die Gestaltung von Informationsmaterial für den Nutzer dar. Neben dem Erteilen von Verhaltensratschlägen wird in dieser Broschüre auch versucht, Zusammenhänge von Gebäudenutzung und Energieverbrauch zu vermitteln.

Die Broschüre ist in die Kapitel

1. Richtig Lüften
2. Heizen mit einem Niedertemperaturheizsystem
3. Heizen in der Übergangszeit
4. Heizunterbrechung und kurze Temperaturabsenkung
5. Angemessene Temperatur spart Geld
6. Wärmeabgabe an kalte Nebenräume
7. Sonnenenergienutzung durch den Wintergarten
8. Sonnenenergienutzung durch die Fenster
9. Stromsparen wird einfach!

eingeteilt und kann über die Homepage des Instituts für Hochbau und Entwerfen (www.hbph.tuwien.ac.at) bestellt werden.

Literaturverzeichnis

Biermayr Peter, 1994. "Analyse der Energieverbrauchsstruktur von Haushalten";
Diplomarbeit, Institut für Energiewirtschaft, TU Wien

Biermayr Peter, 1999. „Einflußparameter auf den Energieverbrauch der Haushalte“,
Dissertation, Institut für Energiewirtschaft, Technische Universität Wien

Feist Wolfgang, 1997. „Nutzerverhalten“, Protokollband Nr. 9 des Arbeitskreis
Kostengünstige Passivhäuser, Darmstadt

Heindl W., Krec K., Sigmund A., 1984. „Klimadatenkatalog“, Kommissionsverlag:
Österreichischer Ingenieur- und Architektenverein, Wien

Heindl W., Krec K., 1985. „Interpolation und Kontinuierung“, Forschungsbericht im
Auftrag des BMWF

Hofbauer Wilhelm, 2000. „Energieverbrauch und Bewohnerverhalten in der Wohnhausanlage
„Naturnahes Wohnen“ Wien Aspern, Fred Raymond-Gasse 19“, Forschungsstudie im Auftrag
der MA 32 – Haustechnik, Wien, Dezember 2000

Loga Tobias, Knissel Jens, 1997. „Einfluß des Nutzerverhaltens auf den Energieverbrauch
von Passivhäusern“, in: Nutzerverhalten, Protokollband Nr. 9, hrsg. von Wolfgang Feist,
Passivhaus Institut, Darmstadt

Muß Christoph, 1998. „WA Ölbündt – Dornbirn, Meßdatenauswertung Energieverbrauch
1.6.97 – 31.5.98“, GMI-Ingenieure, Dornbirn

Stieldorf Karin, 1999. „Solargestützte Niedrigenergiehäuser - Eine Zwischenbilanz“,
Forschungsprojekt 1371, Wohnbauforschung des BmWA

Stieldorf Karin, Linsbauer Andrea, 1999. „Exkursion nach Tirol und Vorarlberg,
Niedrigenergiehäuser, Passivhäuser, Wohnanlagen, Siedlungen“, Broschüre zur Exkursion

Streicher Wolfgang, 1998. „Das Null-Heizenergiehaus Nader – Erste Meßergebnisse und
Erfahrungen“, Gleisdorf Solar '98

Anhang A: Ergebnisse der Literaturrecherche

1. Übersichtsartikel / Papers und Bücher mit breitem Ansatz

BIERMAYR Peter (1999), **Einflußparameter auf den Energieverbrauch der Haushalte**, *Dissertation*, Institut für Energiewirtschaft, Technische Universität Wien

KUCHKARTZ, Udo (1998), **Umweltbewußtsein und Umweltverhalten**, Springer Verlag

BAUMERT, Martin (1995) : **Energieverbrauch und Lebensführung**, Europäische Hochschulschriften, Reihe V - Volks- und Betriebswirtschaft, Band 1743, Peter Lang Verlag

LUTZENHISER L. (1993), **Social and behavioral aspects of energy use**, Annual Review of Energy and the Environment, 18, 247-289

STERN, P.C. (1992), **What psychology knows about energy conservation**, American Psychologist, 47(10), S. 1224-1232

MCDOUGALL, G. H. G., Claxton J. D., Ritchie J. R. B., Anderson C. D. (1981), **Consumer energy research: a review**, Journal of Consumer Research, 8, Dec. 81, S. 343-354

VAN RAAIJ, W. F., VERHALLEN T. M. (1983), **A behavioral model of residential energy use**, Journal of Economic Psychology, 3, S. 39-65

2. Einfluß des Nutzerverhaltens auf den Raumwärmeverbrauch

DEILMANN Clemens, GRUHLER Karin (1996), **Streubreite nutzerabhängiger Raumwärmeverbräuche am Beispiel sanierter Geschoßwohnungen der 50er Jahre**, *Vortrag*, 1996 International Symposium of CIB W67

EICKE-HENNIG Werner (1999), **Der Einfluß des Nutzerverhaltens**, Impuls-Programm Hessen, Institut für Wohnen und Umwelt, Darmstadt

JURI Helga (1996), **Der Einfluß des individuellen Heizverhaltens auf den Wärmeverbrauch von Wohngebäuden**, International Symposium of CIB W67 (1996), Zusammenfassung der umfangreichen Untersuchungen anlässlich der Diplomarbeit

LOGA Tobias, GROSSKLOS Marc (1999), **Nutzerverhalten und -einfluß. Erste Meßergebnisse aus der Passivhaus-Siedlung in Wiesbaden**, *Vortrag* anlässlich der 3.Passivhaus Tagung in Bregenz

ARBEITSKREIS KOSTENGÜNSTIGE PASSIVHÄUSER (1997), **Nutzerverhalten**, Bericht Nr.9

EICKE-HENNING Werner, **Der Einfluss des Nutzerverhaltens**, IMPULS-Programm Hessen, Institut für Wohnen und Umwelt, Darmstadt

WIRTSCHAFTS-UBD SOZIALAUSSCHUSS (1997), **Nachhaltige Entwicklung - Bauen und Wohnen in Europa**, Kapitel „Verhaltensänderung - Beteiligung und Schulung der Nutzer“

3. Architektur / Niedrigenergiehäuser

FEIST Wolfgang (1998), **Das Niedrigenergiehaus**, 5. Auflage, C.F. Müller Verlag, Heidelberg

FEIST Wolfgang (1999), **Das Passivhaus**, C.F. Müller Verlag, Heidelberg

HUMM Othmar (1990, 1. Aufl. und 1997, 2. Aufl.), **NiedrigEnergieHäuser**, Ökobuch Verlag, Staufen bei Freiburg

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (Hestnes/Hastings/Saxhof) (1997), **Solar Energy Houses**, James&James Ltd, London

OBERLÄNDER Stephan, HUBER Judith, MÜLLER Gerhard (1997, 2. Aufl.), **Das Niedrigenergiehaus, Ein Handbuch**, Verlag W.Kohlhammer, Stuttgart Berlin Köln

OSWALT Philipp, REXROTH Susanne (1995, 2. Aufl.), **Wohltemperierte Architektur**, Verlag C.F.Müller

COMPAGNO Andrea (1999, 4. Aufl.), **Intelligente Glasfassaden**, Birkhäuser Verlag

TREBERSPURG Martin (1994 und 1999, 2. Aufl.), **Neues Bauen mit der Sonne**, Springer Verlag

EHM H., Erhorn H., Joos L., Rathert P., Scheffler-Köhler H.-P. (1998): **Bedingungen der Energieeinsparung im Gebäudebereich**, in: Eickenhorst H., Joos L., Energieeinsparungen für Gebäude: Stand der Technik; Entwicklungstendenzen. Vulkan Verlag, Essen

STIELDORF Karin (1997), **SOLARHÄUSER HEUTE - eine vergleichende Zwischenbilanz für Österreich unter Berücksichtigung ästhetisch -informativischer, energetischer und ökologischer Aspekte der Planung**, *Dissertation*, Institut für Hochbau und Entwerfen, Technische Universität Wien

SCHEMPP Dieter, Krampen Martin, Möllring Fred (1992): **Solares Bauen**, Verlag R. Müller, Köln

JONES David Lloyd (1998), **Architektur und Ökologie**, Deutsche Verlags-Anstalt Stuttgart

SCHNEIDER Astrid (1996), **Solararchitektur für Europa**, Birkhäuser Verlag, Basel, Boston, Berlin

BOTT Helmut, VOLKER v. HAAS (1996), **Verdichteter Wohnungsbau**, Verlag W.Kohlhammer, Stuttgart, Berlin Köln

ADUNKA Franz (1999, 3. Aufl.), **Handbuch der Wärmeverbrauchsmessung**, Vulkan-Verlag, Essen

INSTITUT FÜR KLIMA, UMWELT, ENERGIE (1999), **Energiegerechtes Bauen und Modernisieren**, Birkhäuser Verlag

4. Wohnzufriedenheit

Kämper, Andreas; Mayr, Theodor; Nothbaum, Norbert, „**Mieterzufriedenheit, Qualitätssteigerung und Kosteneinsparung im sozialen Wohnbau. Die Relevanz von sozialwissenschaftlichen Untersuchungen für Wohnungsunternehmen am Beispiel von Mieterzufriedenheit und Wohnungsgröße**“, *Workshop*, 1998

Berendt, Ulrike, **Wohnzufriedenheit und Akzeptanz wohnungsnaher Dienstleistungen am Beispiel einer Wohnungsgenossenschaft. Eine Studie zur Wohnzufriedenheit, Mobilitätsbereitschaft, Wohnwünschen**

und wohnungsnahen Dienstleistungsbedarfen“, Inst. für Wohnungswesen,..., Universität Bochum, *Berichte*, 1997

Ermittlung des Wärmeverbrauchs in ausgewählten Niedrig-Energie-Häusern in Schleswig-Holstein, Forschungsgesellschaft für umweltschonende Energieumwandlung und -nutzung, Kiel, 1996

König, Martina; Hartung, Roger, **„Die Wohnzufriedenheitsanalyse. Ein verbraucherseitiges Feedback für Unternehmensleistungen“**, *Studie*, 1994

Götze, Dieter, **„Wohnzufriedenheit und Wohnwünsche in Leipzig. Ergebnisse einer Bevölkerungsbefragung“**, *Studie*, 1992

Böltken, Ferdinand, **„Umfragen als Instrument vergleichender Regionalforschung“**, *Studie*, 1991

5. Modellierung des Haushaltsenergieverbrauchs (unter Einbeziehung soziodemographischer Parameter)

MACEY S. M. (1991), **A causal model of the adoption of home heating energy conservation measures**, *Energy*, 16(3), 621-630

PALMBORG Christer (1986), **Social habits and energy consumption in single-family homes**, *Energy*, 11(7), 643-650

CRAMER J. C., Miller N., Craig P., Hackett B. M., Dietz T. M., Vine E. L., Levine M. D., Kowalczyk D. J. (1985), **Social and engineering determinants and their equity implications in residential energy use**, *Energy*, 10(12), 1283-1291

VAN RAAIJ, W. F., Verhallen T. M. (1983), **A behavioral model of residential energy use**, *Journal of Economic Psychology*, 3, S. 39-65

VAN RAAIJ, W. F., Verhallen, T. M. (1983), **Patterns of residential energy behavior**, *Journal of Economic Psychology*, 4, S. 85-106

VERHALLEN, T. M. M., Van Raaij, W. F. (1981), **Household behavior and the use of natural gas for home heating**, *Journal of Consumer Research*, 8, Dec. 81, S. 253-257

6. Modellierung des Haushaltsenergieverbrauchs mit thermischen Simulationsinstrumenten

FEIST Wolfgang (1996), **Thermische Gebäudesimulation**, Institut für Umwelt und Wohnen

7. Detail-Analysen des Haushaltsenergieverbrauchs

HINNELS Mark J., Lane Kevin B. (1995): **The relative importance of technical and behavioural trends in electricity consumption by domestic appliances**, *Proceedings of the ECEEE 1995*

SATTLER, Peter/Sakulin, M./Schmautzer, E./Gross, A./Schöffler, W. (1995): **People as the main influence on real energy consumption**, Proceedings of the ECEEE 1995

LEBOT, Benoit/Lopes, Carlos/Waide, Paul/Sidler, Olivier (1997): **Lessons learnt from European metering campaigns of electrical end uses in the residential sector**, in: Proceedings of the ECEEE 1997

SILLANPÄÄ, Liisa (1997): **Everyman's means for everyday's energy efficiency**, in: Proceedings of the ECEEE 1997

PALMBORG, Christer (1995): **Energy and lifestyle: A comparative analysis**, in: Proceedings of the ECEEE 1995

KEMPTON W. (1988), **Residential hot water: A behaviorally-driven system**, Energy, 13(1), 107-114

VINE E., Diamond R., Szydlowski R. (1987): **Domestic hot water consumption in four low-income apartment buildings**, Energy, 12(6), 459-467

PANZHAUSER Erich et al., **Vorzugstemperatur und IR-Reflexion von Bauteilinnenflächen**, Wohnhabitat Band 4, Archivum oecologiae hominis

PANZHAUSER Erich et al. (1991), **Die Planung der (konventionellen) Fensterlüftung**, Wohnhabitat, Band 5, Archivum oecologiae hominis

PANZHAUSER Erich et al. , **Theoretische Grundlagen für eine justiziable Verträglichkeit**, Wohnhabitat Band 7, Archivum oecologiae hominis

8. Psychologie / Sozial-psychologische Perspektive

STERN, P.C. (1992), **What psychology knows about energy conservation**, American Psychologist, 47(10), S. 1224-1232

COSTANZO Mark, Archer Dane, Aronson Elliot, Pettigrew Thomas (1986), **Energy conservation behavior**, American Psychologist, 41(5), S. 521-528

YATES, Aronson (1983), **A social psychological perspective on energy conservation in residential buildings**, American Psychologist, 38(4), S. 435-444

STERN, P.C., Gardner (1981), **Psychological research and energy policy**, American Psychologist, 36(4), S. 329-342

9. Einstellungen zu Energie / Umwelt und Verhalten:

AUNE Margarethe, Sorensen Knut H., Lysne Hilde (1995): **Energy concerns and the choice of dwelling**, Proceedings of the ECEEE 1995

DIEKMANN, A., Preisendörfer P. (1992), **Persönliches Umweltverhalten. Diskrepanzen zwischen Anspruch und Wirklichkeit**, Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie, Jg. ?, Heft 2, S. 226-251

VAN RAAIJ, W. F., Verhallen T. M. (1983), **A behavioral model of residential energy use**, Journal of Economic Psychology, 3, S. 39-65

OLSEN M. E. (1981): **Consumers' attitudes toward energy conservation**, in: Journal of Social Issues, 37(2), S. 108 - 131

10. Feedback-Information:

HAAKANA, Maarit / Sillanpää, Liisa / Talsi, Marjatta (1997): **The effect of feedback and focused advice on household energy consumption**, in: Proceedings of the ECEEE 1997, Panel 4

WILHITE, Harold / Ling, Rich (1993): **A test of the electricity saving potential of a more informative energy bill**, in: ?

WILHITE, Harold / Ling, Rich (1992): **The effects of better billing feedback on electrical consumption. A preliminary report**, in: Proceedings of the ACEEE 1992 Summer Study on Energy Efficiency in Buildings, Panel 10

VAN HOUWELINGEN, J. H., Van Raaij W. F. (1989), **The effect of goal-setting and daily electronic feedback on in-home energy use**, Journal of Consumer Research, 16, June 89, S. 98-105

11. Wissen der VerbraucherInnen, Informationsvermittlung

KEMPTON, W. / Montgomery, L. (1982): **Folk quantification of energy**, in: Energy, 7, S. 817 - 827

SHOVE, Elizabeth (1997): **Energy knowledges**, in: Proceedings of the ECEEE 1997

SPITALSKY Hannes (1999), **Energiesparen im Haushalt-ein Informationsdefizit!?**, Vortrag bei einem Workshop zum Thema "Energie und Haushalt", organisiert vom Büro für die Organisation angewandter Sozialforschung (BOAS)

SCHNAPAUFF, Volker, (1997), **Gebrauchsanweisung für Häuser**, Fraunhofer IRB Verlag

12. Lebensstil(e) und Energieverbrauch

REUSSWIG, Fritz (1999): **Umweltgerechtes Handeln in verschiedenen Lebensstil-Kontexten**, S. 49-70, in: Linneweber, Volker, Kals, Elisabeth (Hrsg.) (1999): Umweltgerechtes Handeln. Barrieren und Brücken, Springer Verlag

BOGUN, Roland (1997): **Lebensstilforschung und Umweltverhalten. Anmerkungen und Fragen zu einem komplexen Verhältnis**, S.211-234, in: Brand 1997

DE LAAT, Bastiaan (1997): **Reversing lifestyles. Future energy technologies as a focus for analysing future energy behaviour**. In: Proceedings of the ECEEE 1997

AUNE, Margarethe / Sorensen, Knut H. / Lysne, Hilde (1995): **Energy concerns and the choice of dwelling**, Proceedings of the ECEEE 1995

BAUMERT, Martin (1995) : **Energieverbrauch und Lebensführung**, Europäische Hochschulschriften, Reihe V - Volks- und Betriebswirtschaft, Band 1743, Peter Lang Verlag

PALMBORG Christer (1995): **Energy and lifestyle: A comparative analysis**, Proceedings of the ECEEE 1995

WEBER, C. / Fahl, U. / Schulze, Th. / Voß, A. (1995): **Freizeit, Lebensstil und Energie-verbrauch**, in: VDI-Gesellschaft Energietechnik (Hrsg.), *Lebensstandard, Lebensstil und Energieverbrauch*, VDI-Verlag

REUSSWIG, Fritz (1994): **Lebensstile und Ökologie**. Gesellschaftliche Pluralisierung und alltagsökologische Entwicklung unter besonderer Berücksichtigung des Energiebereichs, *Sozial-ökologische Arbeitspapiere*, Verlag für Interkulturelle Kommunikation, Frankfurt am Main

WOLVEN L.-E. (1991), **Lifestyles and energy consumption**, *Energy*, 16 (6), 959-963

SCHIPPER L., Bartlett S., Hawk D., Vine E. (1989), **Linking life-styles and energy use: a matter of time?**, *Annual Review of Energy and the Environment*, 14, S. 273-320

13. Forschungsprojekte/Impulsprogramme, Deutschland/Österreich

Nutzerverhalten und -einfluß; Erste Meß-Ergebnisse aus der Passivhaus-Siedlung in Wiesbaden, Tobias Loga u. Marc Großklos, *Vortrag über das o.a. Forschungsprojekt* auf der Passivhaustagung 1999 in Bregenz

Solargestützte Niedrigenergiehäuser - eine Zwischenbilanz, *Forschungsprojekt 1999*, gefördert aus den Mitteln der Wohnbauforschung des BMWA

Ermittlung des des Wärmeverbrauchs in ausgewählten NiedrigEnergieHäusern in Schleswig-Holstein, *Zwischenbericht 1994*, Forschungsstelle für umweltschonende Energie-umwandlung und -nutzung

Ökologische Wohnanlage Wiesbaden Holzstraße, Greiff, Loga und Werner, *Forschungsbericht 1994*

Bewohnereinfluß auf passive Solarsysteme, Georg Reinberg, *Forschungsprojekt F863*, BMfWA, Wohnbauforschung

Optimierung von passiven Solarsystemen in der Praxis, Georg Reinberg, *Forschungsprojekt F1259*, BMfWA, Wohnbauforschung

Energiesparen in hannoverschen Schulen durch geändertes Nutzerverhalten, Amt für Umweltschutz, *Abschlußbericht 1995*

Energieeinsparung durch Änderung des Nutzerverhaltens, Institut für Umweltwissenschaften der Universität Lüneburg, *Evaluation eines Projekts im Rahmen des Energiesparprogramms der Landeshauptstadt Hannover*

Niedrigenergiehäuser erfolgreich in der Praxis, *Impulsprogramm Hessen*, Darmstadt

Untersuchung und Überprüfung der Auswirkungen des Nutzerverhaltens auf Energieverbrauch und Behaglichkeit, Architekt Lari, *laufendes Forschungsprojekt*, mit TU Graz und Firmenbeteiligung

Anhang B: Dokumentation der Datenlage und der Berechnungsannahmen

In diesem Anhang wird dokumentiert, welche Meßdaten für die einzelnen Projekte für die Berechnungen zur Verfügung standen und wie eine Aufspaltung in die Verbrauchssektoren Raumwärme, Warmwasser und Haushaltsgeräte vorgenommen wurde. Die Aufspaltung in die Verbrauchssektoren ist eine Grundlage für die energiewirtschaftlich-ökologischen Vergleiche, die in Kapitel 4.3 ausführlich dargestellt sind. Für den Vergleich von Heizwärmebedarf und –verbrauch wurden solche Daten, die auf der Aufspaltung aggregierter Meßwerte durch Abschätzungen basieren, nicht herangezogen.

Caldonazzi

- Es liegen Stromabrechnungen für den Zeitraum vom 1. 4. 1999 bis 3. 4. 2000, getrennt nach Wohnung und Atelier, vor. Im Stromverbrauch für die Wohnung ist der Stromverbrauch für Lüftung und Warmwasserbereitung enthalten.
- Der Stromverbrauch für die Lüftung wurde durch eine mittlere ganzjährige Leistungsaufnahme von 80 W abgeschätzt. Der Stromverbrauch für die Warmwasserbereitung wurde unter Berücksichtigung der Personenbelegung und unter Annahme eines solaren Deckungsgrads von 80% abgeschätzt. Vom Stromverbrauch der Wohnung wurden Stromverbrauch für Lüftung und Warmwasser abgezogen und so der Haushaltsstromverbrauch abgeschätzt.

Ölzbündt

- Für den Zeitraum vom 1. 6. 1997 bis zum 1. 12. 2000 liegen Stromverbräuche getrennt für Haushaltsgeräte, Lüftung, Wärmepumpe und Zusatzheizung sowie Warmwasserverbräuche in m³ für alle Wohneinheiten vor. Das Ableseintervall betrug meistens einen Monat.
- Der Stromverbrauch für die elektrische Nachheizung des Warmwassers (es existiert eine Solaranlage) sowie der Allgemeinlichtstrom läuft über einen gemeinsamen Allgemiestromzähler. Der Stromverbrauch für Warmwasserbereitung der einzelnen Wohnungen wurde daher wie folgt abgeschätzt: Vom Allgemiestrom wurde ein geschätzter Anteil für den Allgemeinlichtstrom abgezogen, der Rest wurde je nach Höhe des verbrauchten Warmwasservolumens als Energieverbrauch für Warmwasser auf die Wohnungen aufgeteilt.

Batschuns

- Für den Zeitraum von April 1999 bis März 2000 stehen für die untersuchten Haushalte Stromabrechnungen zur Verfügung. In diesen Stromverbrauchswerten sind alle

Verbraucher im Haushalt wie Lüftung, Wärmepumpe, Haushaltsgeräte, Nachheizung des Warmwassers inkludiert.

- Die Aufspaltung in die einzelnen Verbrauchssektoren wurde folgendermaßen vorgenommen: Der Stromverbrauch für die Warmwasserbereitung wurde basierend auf der Personenbelegung und unter Annahme eines solaren Deckungsgrades von 40% bzw. 25% für die jeweiligen Haushalte abgeschätzt. Der Haushaltsgerätestromverbrauch wurde bei zwei Haushalten mit 3000 kWh, bei einem mit 2500 kWh angesetzt. In zwei Haushalten wird Propangas zum Kochen verwendet. Die Subtraktion von Warmwasser- und Haushaltsgerätestromverbrauch vom Gesamtstromverbrauch führt auf den Stromverbrauch für Lüftung und Heizung.

Holzleitner

- Es liegen detailliert vom Bauherrn aufgeschlüsselte Stromverbrauchswerte für das Jahr 2000 vor. Die Aufschlüsselung beruht (weitestgehend) auf Messungen des Bauherrn.
- Aufgrund des vollsolaren Energiekonzepts wurde nur der Pumpenstrom für die Solaranlage den Verbrauchssektoren Raumheizung und Warmwasser im Verhältnis 5 : 1 (5 Teile Raumwärme, 1 Teil Warmwasser) zugerechnet.
- Die Modellierung des Ertrags der Kollektoranlage und des Wärmeverteilsystems im Haus übersteigt die Möglichkeiten der angewandten Simulationswerkzeuge.

Kapellenweg

- Die Wohnanlage Kapellenweg ist mit einer zentralen Lüftungsanlage, in der die Zuluft mit Erdgas nachgeheizt wird, ausgestattet. Der gesamte Stromverbrauch für die Lüftungsanlage sowie der Verbrauch für die Nachheizung der Zuluft wurde gemäß der Wohnfläche auf die einzelne Wohnung umgelegt. Der Gasverbrauch für die Nachheizung des Warmwassers wurde anhand des verbrauchten Warmwasservolumens auf die einzelne Wohnung umgelegt (in jeder Wohnung existiert ein Warmwassermengenzähler). Bezüglich des Stromverbrauchs für Haushaltsgeräte existieren Jahres-Abrechnungen.
- Es existieren Meßwerte für den Gasverbrauch pro Haus sowie für eine Reihe anderer Parameter, die Länge der Meßreihen ist jedoch nur im Bereich weniger Monate.

Mitterweg

- Von den untersuchten Wohnungen sind Werte für die zur Nachheizung der Zuluft aufgewendete Wärmemenge für den Zeitraum eines Jahres verfügbar. Diese Nachheizung erfolgt über Erdgas. Über den (einem Dokument von C. Muß / GMI-Ingenieure entnommenen) Nutzungsgrad der Gastherme von 85% läßt sich der Endenergieanteil für die Nachheizung berechnen. Die Höhe des Lüfterstroms ist vom erhobenen gesamten Haushaltsstrom abzuziehen, um auf den Wert des Stromverbrauchs für die Haushaltsgeräte zu kommen. Aufgrund der Angabe eines Bewohners (140 Watt, 20 Std./Tag, 365 Tage/Jahr) wurde die für die Lüftung notwendige Strommenge auf 1000

kWh für große Wohnungen angesetzt. Der Nachheizbedarf für Warmwasser wurde mittels gemessener Werte von Warmwassermengen und unter Annahme eines solaren Deckungsgrades von 60% abgeschätzt.

- Es liegen auch Meßwerte vor, diese betreffen Zeitverläufe von Temperaturen, relativen Luftfeuchtigkeiten, etc., die über verhältnismäßig kurze Zeitintervalle gemessen wurden – Meßreihen für Energieverbrauchswerte sind nicht verfügbar.

Haus Nader

- Bezüglich des Heizenergieverbrauches liegt die Information vor, daß der solare Deckungsgrad im Winter 1997/98 100% betrug. Für das Jahr 1999 liegt eine Stromabrechnung vor. Der im Haushalt verbrauchte Strom beinhaltet Pumpenstrom für die Solaranlage, Strom für die Lüftungsanlage sowie Strom für Haushaltsgeräte. Aufgrund des vollsolaren Energiekonzepts fallen für Raumwärme und Warmwasser also nur Pumpenströme an. Diese Pumpenströme wurden mit 400 kWh für Raumwärme und 100 kWh für Warmwasser angenommen. Der Strom für die Lüftungsanlage wurde unter der Annahme, daß eine mittlere Leistungsaufnahme von 50 W ein halbes Jahr lang erfolgt, berechnet.
- Die Modellierung des Ertrags der Kollektoranlage und des Wärmeverteilsystems im Haus übersteigt die Möglichkeiten der angewandten Simulationswerkzeuge.

Wohnhausanlage Plabutsch

- Für die Sektoren Raumwärme und Warmwasser liegen keine verwertbaren Verbrauchsdaten vor. Die Angaben über Heizkörperablesungen sind unbrauchbar, da kein Faktor eruiert werden konnte, mit dem diese Werte auf Energiemengen umgerechnet werden können.

Gleisdorf

- Sowohl für das Bürohaus als auch für das untersuchte Reihenhaus liegen Energieverbrauchsdaten auf Monatsbasis vor, die bereits in die Verbrauchssektoren Raumwärme, Warmwasser und Haushalts- bzw. Bürogeräte aufgespalten sind. Das untersuchte Reihenhaus wurde aufgrund der geringen Nutzungsdauer (ein halbes Jahr) nicht für quantitative Vergleiche herangezogen.
- Die Modellierung des Ertrags der Kollektoranlage und des Wärmeverteilsystems im Büro- und Reihenhaus übersteigt die Möglichkeiten der angewandten Simulationswerkzeuge.

Brünnerstraße

- Im Riegel wird eine zentrale Lüftungsanlage eingesetzt, die Zuluft wird mit Fernwärme nachgeheizt. Für den Fernwärmeverbrauch für die Nachheizung liegen von November 1995 bis Mai 2000 Meßdaten vor. Auf der Basis dieser Meßdaten wurde ein jährlicher Fernwärmeverbrauch für die Nachheizung von 400.000 kWh, ein Stromverbrauch für die Lüftung von 40.000 kWh für den gesamten Riegel angenommen und je nach Wohnfläche auf die einzelne Wohnung umgelegt. Für die in Wohnungen im Riegel eingesetzten Heizkörper kann der Heizwärmeverbrauch durch Wärmemengenzähler abgelesen werden. Im Kamm kommen Verdunsterröhrchen zum Einsatz, um den Verbrauch zu messen. Die Berechnung des Energieverbrauches für Warmwasser erfolgte sowohl für die Wohnungen im Kamm als auch im Riegel auf gleiche Weise: das gemessene verbrauchte Warmwasservolumen wurde mit 116,3 (Umrechnungsfaktor der Fernwärme Wien) multipliziert, um auf den Energieverbrauch in kWh zu kommen. Für den Haushaltsstrom liegen in den untersuchten Wohnungen Jahresabrechnungen vor.
 - Für den Zeitraum von Dezember 1999 bis April 2000 liegen Meßergebnisse (Temperatur, Luftfeuchtigkeit) für 4 Wohnungen im Riegel vor, von 2 Wohnungen gibt es auch Ablesungen der Wärmemengenzähler im Abstand von etwa 2 Wochen.
-

Sargfabrik

- Fernwärmeverbräuche liegen für die Jahre 1999 und 2000 vor. Die Ablesungen erfolgen über Wärmemengenzähler. Es ist also der Heizwärmeverbrauch für alle Wohnungen verfügbar. Aus den ebenfalls gemessenen verbrauchten Warmwasserdurchflußmengen ließ sich, da auch der Gesamtverbrauch für Warmwasser bekannt ist, die Warmwassermenge in Energiemenge umrechnen. Stromabrechnungen für den Zeitraum eines Jahres sind von fünf der untersuchten Wohnungen verfügbar.
-

Wulzendorfstraße

- Für alle Wohnungen liegen Fernwärmeverbräuche für die Perioden 1996/97 bis 1999/00 vor. Für diesen Zeitraum liegen auch gemessene Verbräuche an Warmwassermengen vor. Für die Umrechnung von Warmwasser-Volumen auf Energiemenge wurde wieder der Umrechnungsfaktor der Fernwärme Wien von 116,3 verwendet. Die Messung der Heizenergieverbräuche erfolgt in der Siedlung Wulzendorfstraße über Verdunsterröhrchen. Stromabrechnungen sind von allen drei untersuchten Wohneinheiten verfügbar.
- In zwei der untersuchten Wohnungen wird zusätzlich mit Holz geheizt. Der Verbrauch wurde für den Winter 1999/00 aufgrund der Angaben der befragten Bewohner abgeschätzt.
- Für drei Wohnungen existieren detaillierte Meßreihen über Temperatur, Luftfeuchtigkeit etc., die Heizwärmeverbräuche wurden hier mit Wärmemengenzählern gemessen.

Erhebungsbogen

Energieverbrauch in Wohn- u. Bürogebäuden

Die Erkenntnisse aus dieser Studie dienen zur Erforschung des Nutzerverhaltens und von Hemmnissen und fördernden Faktoren bei der Markteinführung innovativer Bauten.
Wir garantieren für eine weitere anonyme Datenverarbeitung.

Institut für Energiewirtschaft

Technische Universität Wien

Gusshausstr. 27-29/357

A-1040 Wien

Tel.: 01-58801-35701 (Sekretariat)
Tel.: 01-58801-35718 (Hr. Biermayr)
e-mail: biermayr@risc.iew.tuwien.ac.at

Fax.: 01-58801-35799

Internet: <http://www.tuwien.ac.at/iew/>

Wien, Jänner 2000

Teil 1: Allgemeine Daten

1. **Allgemeines:** (bitte ankreuzen o. ergänzen, aktueller Stand wenn nicht anders angegeben)

1.1 zum Gebäude:

Objekt: Einfamilienhaus Zweifamilienhaus Reihenhaus Mehrfamilienhaus

Land: B K N O S ST T V W

Ort: Postleitzahl: _____ Ort: _____

Angaben beziehen sich auf: Gesamtgebäude einzelne Wohnung _____

Baujahr des Gebäudes: _____

Von uns bewohnt seit: _____ Wohnungsgeschoßzahl (ohne Keller): _____

Gebäude ist zu _____ % unterkellert Anzahl Wohnungen im Gebäude: _____

mittlere Raumhöhe: _____ Meter Wohnfläche: _____ m²

Im Winter beheizte Fläche: _____ m² Im Winter temperierte Fläche: _____ m²

Sonstige beheizte Flächen (Keller, Garage, Wintergärten...): _____ m²

Sonstige temperierte Flächen (Keller, Garage, Wintergärten...): _____ m²

Zeitpunkt und Umfang von Sanierungen/Umbauten/Adaptierungen: _____

1.2 zum Klima:

das Gebäude liegt auf einer Seehöhe von: _____ m

Sonne: sehr sonnige Lage mittelmäßig sonnig schattige Lage

Wind: windgeschützte Lage mittelmäßig windig sehr windausgesetzt

1.3 zur Nutzung:

Nutzung ausschließlich als private Wohnung

Berufliche Nutzung zu _____ % der Fläche; Art der Tätigkeit: _____

Nutzung im Zuge eines landwirtschaftlichen Betriebes

Nutzung zur Beherbergung zu _____ % der Fläche; Nächtigungen pro Jahr: _____

Notizen zur Nutzungsart:

Teil 2: Technische Grundausstattung

2.1 Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energieträger: (mit Reihenfolge der Anschaffung!)

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Sonnenkollektoren zur WW-Bereitung | <input type="checkbox"/> Sonnenkollektoren zur teilsolaren Heizung |
| <input type="checkbox"/> Photovoltaikanlage | <input type="checkbox"/> Solar passive Elemente |
| <input type="checkbox"/> Wärmepumpe zur WW-Bereitung | <input type="checkbox"/> Wärmepumpe zur Heizung |
| <input type="checkbox"/> Biomasseanlage individuell | <input type="checkbox"/> Biomasse in Nahwärmesystemen |
| <input type="checkbox"/> Kontrollierte Lüftung vorhanden | <input type="checkbox"/> Kontr. Lüftung mit Wärmerückgewinnung |

2.2 Heizsystem

- | | | |
|---|---|--|
| <input type="checkbox"/> Einzelöfen | <input type="checkbox"/> Kachelofen | <input type="checkbox"/> Etagenheizung |
| <input type="checkbox"/> Hauszentralheizung | <input type="checkbox"/> Blockheizung | <input type="checkbox"/> Nahwärme |
| <input type="checkbox"/> Fernwärme | <input type="checkbox"/> Sonstiges: _____ | |

Brennstoff:

- | | | |
|--|--|---|
| <input type="checkbox"/> Heizöl mittel | <input type="checkbox"/> Heizöl leicht | <input type="checkbox"/> Heizöl extral. |
| <input type="checkbox"/> Erdgas | <input type="checkbox"/> Flüssiggas | <input type="checkbox"/> Biogas |
| <input type="checkbox"/> Kohle | <input type="checkbox"/> Koks | <input type="checkbox"/> Briketts |
| <input type="checkbox"/> Scheitholz | <input type="checkbox"/> Hackschnitzel | <input type="checkbox"/> Pellets |
| <input type="checkbox"/> Tagstrom | <input type="checkbox"/> Nachtstrom | <input type="checkbox"/> andere: __ |

Heizkörper:

- | | | |
|--|--|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> HT-Radiatoren | <input type="checkbox"/> NT-Radiatoren | <input type="checkbox"/> Wandheizung |
| <input type="checkbox"/> Fußbodenheizung | <input type="checkbox"/> andere: _____ | |

Regelungen:

- | | | |
|--|--|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Innenthermostat | <input type="checkbox"/> Außenthermostat | <input type="checkbox"/> per Hand |
|--|--|-----------------------------------|

Kessel:

Baujahr: _____ Kesselleistung: _____ kW Type/Hersteller: _____

Verwendung eines el. Heizlüfters: oft selten nie

Verwendung eines el. Badstrahler: oft selten nie

2.3 Warmwasserbereitung:

Größe Warmwasserspeicher: _____ Liter, mittl. Temp. im Speicher: _____ °C

Im Winter: mit Heizungsanlage anderes System

Im Sommer: mit Heizungsanlage anderes System

Zirkulationsleitung vorhanden?: Ja Nein Betriebsdauer pro Tag: _____ Stunden

WW-Speisung: Geschirrspüler? Ja Nein, Waschmaschine Ja Nein

2.4 Herd (Kochstellen):

elektrisch (_____ %) Erdgas (_____ %) Flüssiggas (_____ %)

sonstiges: _____ (_____ %)

Teil 3: Geräteausstattung und Mobilität

3.1 Elektrogeräte im Haushalt:

Verbraucher	Anzahl	Baujahr	Einsatzhäufigkeit	Marke/Type	Leistung (W o. kW)	Bemerkung (Bereitschaft)
Kühlschrank						
Gefriergerät (im Keller?)						
Waschmaschine						
Wäschetrockner						
Geschirrspüler						
E-Herd						
Mikrowelle						
Küchen-Kleingeräte						
Schwimmbadpumpen						
Saunaofen						
Heimwerker-Maschinen						
Fernseher						
Videorekorder						
Sat-Receiver						
Hifi-Anlagen						
Kofferradio, Radiowecker						
Glühlampen 100 Watt						
Glühlampen <=60 Watt						
Halogenspots						
Leuchtstoffröhren						
Sparlampen						
PC + Peripherie						
Faxgerät						
Anrufbeantworter						

3.2 Mobilität aller Haushaltsmitglieder

Transportmittel	Typ/durchschnittl. Verbrauch (Liter/100km)	Entfernung (km/Jahr)
PKW 1		
PKW 2		
PKW 3		
Bahn/Straßenbahn		
Bus		
Flugzeug		
Fahrrad/zu Fuß		

Teil 4: Gebäude

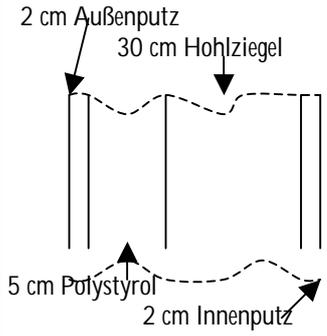
4.1 Wesentliche Bauteile

Bauweise: schwer gemischt leicht

Aktive Speichermasse: hoch mittel gering **Grundwasserspiegel:**_____

Art des Erdbodens: Fels Kies Sand Löß Mergel Torf Sonstige:_____

Wandaufbauten (Angaben des Interviewpartners):

Aufbau Nordwand	Aufbau Südwand	Beispiel: 
Aufbau Ost/Westwand	Dachgeschoßdecke	

Fenster:

Art der Fenster: Holz Kunststoff Aluminium andere:_____

Verglasung: einfach Kastenfenster zweifach dreifach

Glasbezeichnung: _____ U-Wert der Gläser: _____ W/m²K Alter der Fenster: _____

Dichtheit der Fenster: sehr dicht dicht zieht zieht stark

Sonnenschutzvorrichtungen:

Welche Einrichtungen sind vorhanden: _____

Regelung dieser Einrichtungen: vollautomatisch halbautomatisch manuell

Was wird manuell bewerkstelligt: _____

Sind Sie mit der Funktion zufrieden: : ja eher schon eher nicht nein

4.2 Bauschäden:

Sind Bauschäden aufgetreten? Wenn ja welche: _____

Teil 5: Energiebuchhaltung und Personen im Haushalt

5.1 Jahresenergiebilanz: bitte sehr genaue Angaben aller Verbräuche (auch Holz f. Kamin etc.)

Jahr/Abrechnung per	Strom		Energieträger 1:		Energieträger 2:	
	(kWh)	ÖS/Jahr incl. Ust.	Verbrauch in Liter, kg...	Kosten in ÖS incl.	Verbrauch in Liter, kg...	Kosten in ÖS incl.

5.2 Monatsenergiebilanz: monatliche Energiebuchhaltung erheben wenn verfügbar (Beiblatt)!

5.3 Vom Interviewpartner geschätzte Energieverbrauchsstruktur:

Elektrogeräte _____% Warmwasser _____% Heizung _____% (Summe 100%!)

5.4 Personen im Haushalt: (Interviewpartner kennzeichnen!)

Im Haushalt lebende Personen:																
Alter, Geschlecht (M,W)			Beruf/ Tätigkeit/ Schulbildung			Anwesenheit		Alter Geschlecht (M,W)			Beruf/ Tätigkeit Schulbildung		Anwesenheit			
						jährlich in Tagen pro Jahr	täglich in Std. pro Tag				jährlich in Tagen pro Jahr	täglich in Std. pro Tag				
1.	M	W						6.	M	W						
2.	M	W						7.	M	W						
3.	M	W						8.	M	W						
4.	M	W						9.	M	W						
5.	M	W						10.	M	W						

Ist diese Struktur in den letzten Jahren konstant gewesen?: _____

Zeiten in der Heizperiode, in denen die Wohnung leer steht (Absenkphasen?): _____

Interviewpartner ist: Eigentümer Pächter Mieter Untermieter

5.5 Zur Entstehung des Gebäudes:

Planung: selbst geplant vom Baumeister Architekt unbekannt oder: _____

Bauaufsicht: selbst vom Baumeister Architekt unbekannt oder: _____

Errichtung: selbst errichtet vom Baumeister Architekt unbekannt oder: _____

Teil 6: Fragen zu Technologien, Verhalten, Einstellung

6.1 Allgemeine Fragen: Bitte ankreuzen!		1 ja!	2 eher ja	3 eher nein	4 nein !	weiß nicht
Fragen zum Thema Energie						
1	Ich beschäftige mich mit dem Selbstbau von Energiesparmaßnahmen (Sonnenkollektoren, Dämmung,...).	<input type="checkbox"/>				
2	Ich bin punkto Energiesparen allgemein sehr gut informiert.	<input type="checkbox"/>				
3	Manchmal schränke ich mich zum Energiesparen bewußt ein (geringe Raumtemperaturen, Elektrogeräte nicht verwenden).	<input type="checkbox"/>				
4	Wirklich maßgeblich für das Energiesparen ist, daß kein unnötiges Licht brennt.	<input type="checkbox"/>				
5	Ich gehe mit Energie immer sparsam um.	<input type="checkbox"/>				
6	Ich weiß im großen u. ganzen über die Wirtschaftlichkeit von Energiesparmaßnahmen Bescheid.	<input type="checkbox"/>				
7	Eine Energiesparinvestition muß sich spätestens in 5 Jahren rechnen, damit ich sie durchführe.	<input type="checkbox"/>				
8	Mit einer Kilowattstunde Strom läuft mein Kühlschrank ca. eine Woche lang.	<input type="checkbox"/>				
9	Ein durchschnittliches Einfamilienhaus braucht im Jahr ca. 1000 Kilowattstunden Heizenergie.	<input type="checkbox"/>				
10	Für 1 ÖS kann ich eine 100 W Glühbirne ca. 6 Stunden brennen lassen.	<input type="checkbox"/>				
11	Ich bin gut darüber informiert, wie man sich im Alltag energiesparend verhält.	<input type="checkbox"/>				
12	Ich lasse Energiesparlampen normalerweise länger brennen als gewöhnliche.	<input type="checkbox"/>				
13	Ich weiß, wie wirtschaftlich verschiedene Energiesparmaßnahmen in meinem eigenen Haushalt sind.	<input type="checkbox"/>				
Allgemeines zur Umwelt:						
14	Die Umweltverschmutzung ist heute ein großes Problem.	<input type="checkbox"/>				
15	Die Natur muß um ihrer selbst Willen erhalten werden.	<input type="checkbox"/>				
16	Die Erwärmung der Erde stellt ein Problem dar, das wir wohl nicht in den Griff bekommen werden.	<input type="checkbox"/>				
17	Man kann sich nicht immer umweltbewußt verhalten, es muß auch mal eine Ausnahme geben können.	<input type="checkbox"/>				
18	Umweltprobleme lassen sich am besten durch technische Lösungen regeln.	<input type="checkbox"/>				
19	Probleme in der Natur hat es immer gegeben, insofern wird auch in absehbarer Zeit nichts Ernsthaftes passieren.	<input type="checkbox"/>				
20	Wenn wir unsere Forschung stärker als bisher auf eine bessere Umwelttechnologie ausrichten würden, dann bräuchten wir uns keine Sorgen mehr um die Umwelt zu machen.	<input type="checkbox"/>				
21	Der Bau von Niedrigenergiehäusern und Passivhäusern ist der richtige Weg für den sparsamen Umgang mit Energie.	<input type="checkbox"/>				

Fortsetzung 6.1: Allgemeine Fragen: Bitte ankreuzen!		1	2	3	4	weiß
		ja!	eher ja	eher nein	nein !	nicht
22	Technische Lösungen helfen uns nur sehr bedingt, die Umweltprobleme zu lösen; es kommt mehr auf den Menschen an.	<input type="checkbox"/>				
23	Heutzutage kann man ohne Auto nicht mehr richtig leben.	<input type="checkbox"/>				
24	Nur wenn Kinder schon lernen, mit der Natur in Einklang zu leben, werden sie sich später entsprechend verhalten.	<input type="checkbox"/>				
25	Die Entwicklung der Umwelt macht mir Angst.	<input type="checkbox"/>				
26	Es ist sehr bequem, wenn man sich um einen niedrigen Energieverbrauch nicht kümmern muß, weil die Haustechnik es einem abnimmt.	<input type="checkbox"/>				
27	Die Natur selbst ist mir egal, mir geht es vor allem darum, daß die Menschen auf der Erde überleben können.	<input type="checkbox"/>				
28	Nur wenn der Staat Anreizsysteme erstellt und wenn er falsches Handeln bestraft, werden wir das Umweltproblem lösen.	<input type="checkbox"/>				
29	Ich handle im allgemeinen umweltbewußt.	<input type="checkbox"/>				
Ihre Heizung, Lüftung und Warmwasserbereitung:						
30	In der Nacht, oder wenn niemand zu Hause ist, drehe ich die Heizung zurück oder stelle sie ab.	<input type="checkbox"/>				
31	Wenn ich meine Wohnung nicht lüften kann wie ich es möchte, dann fühle ich mich unwohl.	<input type="checkbox"/>				
32	Im Winter ist mir die Luft in der Wohnung öfter zu trocken.	<input type="checkbox"/>				
33	Wenn ich gratis heizen könnte, hätte ich es im Winter wärmer.	<input type="checkbox"/>				
34	In seltenen Fällen kommt es in der Wohnung zu Schimmelbildungen an bestimmten Wänden.	<input type="checkbox"/>				
35	Zu viel Haustechnik und Automatisierung stört mich – ich möchte alles selbst beeinflussen.	<input type="checkbox"/>				
36	Ich dusche oft anstatt zu baden um Energie zu sparen.	<input type="checkbox"/>				
37	Energiesparen ist gleichzeitig auch immer ein Komfortverlust.	<input type="checkbox"/>				
38	Manchmal ist mir zu Hause zu kalt.	<input type="checkbox"/>				
39	Wenn das der Fall ist, ziehe ich mich wärmer an.	<input type="checkbox"/>				
40	heize ich stärker ein.	<input type="checkbox"/>				
41	Manchmal ist mir zu Hause auch im Winter zu warm.	<input type="checkbox"/>				
42	Wenn das der Fall ist, ziehe ich mir den Pullover aus.	<input type="checkbox"/>				
43	mache ich ein Fenster auf.	<input type="checkbox"/>				
44	drehe ich die Heizung zurück.	<input type="checkbox"/>				
45	Während ich lüfte, stelle ich die Heizung ab.	<input type="checkbox"/>				
46	Ich schlafe in kühlen Räumen besser als in warmen.	<input type="checkbox"/>				
47	Ich finde, zu warme Räume sind ungesund.	<input type="checkbox"/>				
48	Ich heize auch im Sommer, wenn mir zu kühl ist.	<input type="checkbox"/>				
49	Am Beginn der Heizsaison benutze ich oft eine Zusatzheizung.	<input type="checkbox"/>				
50	Ich beginne die Heizsaison möglichst spät.	<input type="checkbox"/>				

6.2 Welche Raumtemperaturen haben Sie im Winter und welche hätten Sie gerne?

	beheizt oder temperiert		Temperaturen wie sie sind		Temperaturen wie ich sie gerne hätte	
	unbeheizt		Tag	Nacht	Tag	Nacht
			°C	°C	°C	°C
Wohnzimmer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	°C	°C	°C	°C
Schlafzimmer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	°C	°C	°C	°C
Kinderzimmer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	°C	°C	°C	°C
Badezimmer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	°C	°C	°C	°C
Nebenträume	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	°C	°C	°C	°C
Kellerräume	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	°C	°C	°C	°C
Garage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	°C	°C	°C	°C
sonstige	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	°C	°C	°C	°C

Ist Ihnen im Sommer in manchen Räumen zu heiß – wenn ja in welchen?: _____

6.3 Wie lüften Sie Ihre Räumlichkeiten im Winter? – bitte ankreuzen wenn die Aussage zutrifft:

Art der Lüftung	Wohn- zimmer	Schlaf- zimmer	Kinder- zimmer	Bade- zimmer	Neben- räume
Automatische Lüftungsanlage	<input type="checkbox"/>				
Fenster lange gekippt lassen	<input type="checkbox"/>				
Fenster einmal pro Tag bis 15 Minuten offen	<input type="checkbox"/>				
Fenster einmal pro Tag bis zu 1 Stunde offen	<input type="checkbox"/>				
Fenster mehrmals pro Tag bis 15 Minuten offen	<input type="checkbox"/>				
Fenster öfter pro Tag lange Zeit geöffnet	<input type="checkbox"/>				
ganz unterschiedlich	<input type="checkbox"/>				
sonstiges	<input type="checkbox"/>				

Unterschiede in den Übergangszeiten: _____

6.4 Wie setzen Sie Ihr Warmwasser und Ihre Beleuchtung ein?

Anzahl der Badewannenfüllungen pro Woche im Haushalt: _____

Anzahl der Verwendungen der Dusche pro Woche im Haushalt: _____

Mittlere Dauer einer Dusche: _____ Minuten

Bitte ankreuzen:		1 ja!	2 eher ja	3 eher nein	4 nein !	weiß nicht
1	Es wird sehr viel Geschirr per Hand abgewaschen.	<input type="checkbox"/>				
2	Das Warmwasser läuft beim Geschirrwaschen die ganze Zeit.	<input type="checkbox"/>				
3	Ich habe Sparbrauseköpfe installiert.	<input type="checkbox"/>				
4	Ich lasse das Warmwasser beim Zähneputzen laufen.	<input type="checkbox"/>				
5	Wenn niemand im Raum ist, drehe ich das Licht immer ab.	<input type="checkbox"/>				
6	Ich brauche in der Wohnung erst Beleuchtung wenn es draußen wirklich dunkel wird	<input type="checkbox"/>				
7	Es gibt Räume, in denen auch unter Tags Beleuchtung nötig ist	<input type="checkbox"/>				
8	Wenn es im Winter trüb und neblig ist brauche ich auch während des Tages künstliche Beleuchtung	<input type="checkbox"/>				

Teil 7: Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energieträger

7.1 Sonnenkollektoren zur Warmwasserbereitung

7.1.1 Technische Anlagendaten: Jahr der Inbetriebnahme der Anlage: _____

Kollektor: konzentrierendes System nicht konzentrierend

Verglasung: keine einfach zweifach Vakuumröhren o.ä. System

Absorber: Kunststoff Selbstbau Cu o. Al - Streifen

Beschichtung: keine Solarlack Selektivbeschichtung

Bezeichnung/Marke: _____ Baujahr: _____

Bruttofläche Kollektor: _____ m²; Orientierung: _____ ° aus Süden, _____ ° (Dach)Neigung

Abschattung durch Horizont: 21.3./23.9.: _____ %, 21.6.: _____ % 21.12.: _____ %

Größe des Warmwasserspeichers: _____ Liter; ist E-Patrone integriert? Ja Nein

Größe eines zusätzlichen Speichers: _____ Liter; Verbindung mit Heizkessel? Ja Nein

Bruttokosten der gesamten Anlage: _____ ÖS davon Förderung: _____ ÖS

7.1.2 Benutzerverhalten

Errichtung Kollektor: Eigenbau durch Firma gebaut

Errichtung Hydraulik u. Regelung: Eigenbau durch Firma gebaut

Ich schätze den Jahresdeckungsgrad meiner Solaranlage für Warmwasser auf _____ %.

Ich glaube, daß sich meine Solaranlage für die Warmwasserbereitung in _____ Jahren rentiert (hat).

Wartung der Anlage alle _____ Monate; wird selbst durchgeführt macht Firma

Bitte folgende Fragen ankreuzen: 1...Ja, auf jeden Fall! - 4...Keinesfalls!		1 ja!	2	3	4 nein!	weiß nicht
1	Ich hätte die selbe Solaranlage auch ohne Förderung installiert.	<input type="checkbox"/>				
2	Ich nehme beim Warmwasserkonsum Rücksicht auf das Angebot von solar erwärmten Wasser.	<input type="checkbox"/>				
3	Ich habe meinen Energieverbrauch für die Warmwasserbereitung mit der Solaranlage deutlich reduziert.	<input type="checkbox"/>				
4	Ich glaube, daß ich mit meiner Solaranlage einen großen Beitrag zum Umweltschutz und zur Treibhausgasreduktion leiste.	<input type="checkbox"/>				
5	Die wirtschaftliche Rentabilität der Solaranlage ist das wirklich wesentliche.	<input type="checkbox"/>				
6	Ich bin mit meiner Solaranlage wirklich zufrieden.	<input type="checkbox"/>				
7	Ich bin irgendwie stolz auf meine Solaranlage.	<input type="checkbox"/>				
8	Ich würde mir sofort wieder eine Solaranlage installieren (lassen).	<input type="checkbox"/>				
9	Heute würde ich mir auch ohne Förderung eine Solaranlage installieren (lassen).	<input type="checkbox"/>				

Teil 7: Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energieträger

7.2 Sonnenkollektoren zur teilsolaren Raumheizung

7.2.1 Technische Anlagendaten: Jahr der Inbetriebnahme der Anlage: _____

Kollektor: konzentrierendes System nicht konzentrierend
 Verglasung: keine einfach zweifach Vakuumröhren o.ä. System
 Absorber: Kunststoff Selbstbau Cu o. Al - Streifen
 Beschichtung: keine Solarlack Selektivbeschichtung
 Bezeichnung/Marke: _____ Baujahr: _____

Bruttofläche Kollektor: _____ m²; Orientierung: _____ ° aus Süden, _____ ° (Dach)Neigung

Abschattung durch Horizont: 21.3./23.9.: _____ %, 21.6.: _____ % 21.12.: _____ %

Größe des Warmwasserspeichers: _____ Liter; ist E-Patrone integriert? Ja Nein

Größe der Pufferspeicher: 1.) _____ Liter 2.) _____ Liter 3.) _____ Liter

Verbindung mit Heizkessel? Ja Nein Schichtladeeinheit vorhanden? Ja Nein

Bruttokosten der gesamten Anlage: _____ ÖS davon Förderung: _____ ÖS

7.2.2 Benutzerverhalten

Errichtung Kollektor: Eigenbau durch Firma gebaut

Errichtung Hydraulik u. Regelung: Eigenbau durch Firma gebaut

Ich schätze den Jahresdeckungsgrad für Warmwasser auf _____ % und für die Heizung auf _____ %

Ich glaube, daß sich meine Solaranlage in _____ Jahren rentiert (hat).

Wartung der Anlage alle _____ Monate; wird selbst durchgeführt macht Firma

Bitte folgende Fragen ankreuzen: 1...Ja, auf jeden Fall! - 4...Keinesfalls!		1	2	3	4	weiß nicht
		ja!			nein!	
1	Ich hätte die selbe Solaranlage auch ohne Förderung installiert.	<input type="checkbox"/>				
2	Ich nehme beim Warmwasser- u. Raumwärmekonsum Rücksicht auf das solare Dargebot.	<input type="checkbox"/>				
3	Ich habe meinen Energieverbrauch für die Warmwasserbereitung und Heizung mit der Solaranlage deutlich reduziert.	<input type="checkbox"/>				
4	Ich glaube, daß ich mit meiner Solaranlage einen großen Beitrag zum Umweltschutz und zur Treibhausgasreduktion leiste.	<input type="checkbox"/>				
5	Die wirtschaftliche Rentabilität der Solaranlage ist das wirklich wesentliche.	<input type="checkbox"/>				
6	Ich bin mit meiner Solaranlage wirklich zufrieden.	<input type="checkbox"/>				
7	Ich bin irgendwie stolz auf meine Solaranlage.	<input type="checkbox"/>				
8	Ich würde mir sofort wieder eine Solaranlage installieren (lassen).	<input type="checkbox"/>				
9	Heute würde ich mir auch ohne Förderung eine Solaranlage installieren (lassen).	<input type="checkbox"/>				

Teil 7: Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energieträger

7.3 Photovoltaikanlagen

7.3.1 Technische Anlagendaten:

Jahr der Inbetriebnahme der Anlage: _____

Solarzelle Typ: monokristallin polykristallin amorph

Paneele: Bruttogesamtfläche: _____ m² Spitzenleistung _____ W_p

Hersteller/Type: _____

Orientierung: _____ ° aus Süden, _____ ° (Dach)Neigung

Abschattung durch Horizont: 21.3./21.9.: _____ %, 21.6.: _____ % 21.12.: _____ %

Netzkopplung: Inselbetrieb Netzkopplung

Bei Inselbetrieb: Batteriespeicher ist vorhanden Größe: _____ Wh

Energiemessung: Differenzzähler getrennte Messung Erzeugung/Verbrauch

Einspeisetarif: _____

Bruttokosten der gesamten Anlage: _____ ÖS davon Förderung: _____ ÖS

7.3.2 Benutzerverhalten

Errichtung: großteils Eigenmontage durch Firma

Ich schätze den Jahresdeckungsgrad meiner Photovoltaikanlage für Strom auf _____ %

Ich glaube, daß sich meine Photovoltaikanlage in _____ Jahren rentiert (hat).

Wartung der Anlage alle _____ Monate; wird selbst durchgeführt macht Firma

Bitte folgende Fragen ankreuzen:		1	2	3	4	weiß
1...Ja, auf jeden Fall! - 4...Keinesfalls!		ja!			nein!	nicht
1	Ich hätte die selbe Photovoltaikanlage auch ohne Förderung installiert.	<input type="checkbox"/>				
2	Ich nehme beim Stromkonsum Rücksicht auf das solare Dargebot.	<input type="checkbox"/>				
3	Ich habe meinen Stromverbrauch aus dem Netz mit der Photovoltaikanlage deutlich reduziert.	<input type="checkbox"/>				
4	Ich glaube, daß ich mit meiner Photovoltaikanlage einen großen Beitrag zum Umweltschutz und zur Treibhausgasreduktion leiste.	<input type="checkbox"/>				
5	Die wirtschaftliche Rentabilität der Photovoltaikanlage ist das wirklich wesentliche.	<input type="checkbox"/>				
6	Ich bin mit meiner Photovoltaikanlage wirklich zufrieden.	<input type="checkbox"/>				
7	Ich bin irgendwie stolz auf meine Photovoltaikanlage.	<input type="checkbox"/>				
8	Ich würde mir sofort wieder eine Photovoltaikanlage installieren (lassen).	<input type="checkbox"/>				
9	Heute würde ich mir auch ohne Förderung eine Photovoltaikanlage installieren (lassen).	<input type="checkbox"/>				

Teil 7: Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energieträger

7.4 Wärmepumpen zur Warmwasserbereitung

7.4.1 Technische Anlagendaten:

Jahr der Inbetriebnahme der Anlage: _____

Verwendung: ausschließlich zur Warmwasserbereitung auch für die Heizung

Ist die Wärmepumpe das einzige System zur Warmwasserbereitung? Ja Nein

Wärmequelle: Luft Wasser Erdreich Sonstiges: _____

Betriebsenergie: elektrischer Strom Sonstiges: _____

bei Strom: normaler Tagstromtarif Wärmepumpentarif: _____

Leistungsziffer: _____ el. Anschlußleistung: _____ kW; therm Nennleistung: _____ kW

Größe des Warmwasserspeichers: _____ Liter; ist E-Patrone integriert? Ja Nein

Größe eines zusätzlichen Speichers: _____ Liter

Verbindung mit einem Heizkessel? Ja Nein

Wenn "ja" Art u. Brennstoff des Zusatzheizkessels: _____

Bruttokosten der gesamten Anlage: _____ ÖS davon Förderung: _____ ÖS

7.4.2 Benutzerverhalten

Errichtung: großteils Eigenmontage durch Firma

Ich glaube, daß sich meine Wärmepumpenanlage in _____ Jahren rentiert (hat).

Wartung der Anlage alle _____ Monate; wird selbst durchgeführt macht Firma

Bitte folgende Fragen ankreuzen: 1...Ja, auf jeden Fall! - 4...Keinesfalls!		1	2	3	4	weiß nicht
		ja!			nein!	
1	Ich hätte die selbe Wärmepumpenanlage auch ohne Förderung installiert.	<input type="checkbox"/>				
3	Ich habe meinen Energieverbrauch für die Warmwasserbereitung mit der Wärmepumpenanlage deutlich reduziert.	<input type="checkbox"/>				
4	Ich glaube, daß ich mit meiner Wärmepumpenanlage einen großen Beitrag zum Umweltschutz und zur Treibhausgasreduktion leiste.	<input type="checkbox"/>				
5	Die wirtschaftliche Rentabilität der Wärmepumpenanlage ist das wirklich wesentliche.	<input type="checkbox"/>				
6	Ich bin mit meiner Wärmepumpenanlage wirklich zufrieden.	<input type="checkbox"/>				
7	Ich bin irgendwie stolz auf meine Wärmepumpenanlage.	<input type="checkbox"/>				
8	Ich würde mir sofort wieder eine Wärmepumpenanlage installieren (lassen).	<input type="checkbox"/>				
9	Heute würde ich mir auch ohne Förderung eine Wärmepumpenanlage installieren (lassen).	<input type="checkbox"/>				

Teil 7: Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energieträger

7.5 Wärmepumpen zur Raumheizung

7.5.1 Technische Anlagendaten:

Jahr der Inbetriebnahme der Anlage: _____

Verwendung: ausschließlich zur Raumheizung auch zur Warmwasserbereitung

Ist die Wärmepumpe das einzige System zur Raumheizung? Ja Nein

Wärmequelle: Luft Wasser Erdreich Sonstiges: _____

Betriebsenergie: elektrischer Strom Sonstiges: _____

bei Strom: normaler Tagstromtarif Wärmepumpentarif: _____

Leistungsziffer: _____ el. Anschlußleistung: _____ kW; therm Nennleistung: _____ kW

Größe des Warmwasserspeichers: _____ Liter; ist E-Patrone integriert? Ja Nein

Größe eines zusätzlichen Speichers: _____ Liter

Verbindung mit einem Heizkessel? Ja Nein

Wenn "ja" Art u. Brennstoff des Zusatzheizkessels: _____

Bruttokosten der gesamten Anlage: _____ ÖS davon Förderung: _____ ÖS

7.5.2 Benutzerverhalten

Errichtung: großteils Eigenmontage durch Firma

Ich glaube, daß sich meine Wärmepumpenanlage in _____ Jahren rentiert (hat).

Wartung der Anlage alle _____ Monate; wird selbst durchgeführt macht Firma

Bitte folgende Fragen ankreuzen: 1...Ja, auf jeden Fall! - 4...Keinesfalls!		1	2	3	4	weiß nicht
		ja!			nein!	
1	Ich hätte die selbe Wärmepumpenanlage auch ohne Förderung installiert.	<input type="checkbox"/>				
3	Ich habe meinen Energieverbrauch für die Raumheizung mit der Wärmepumpenanlage deutlich reduziert.	<input type="checkbox"/>				
4	Ich glaube, daß ich mit meiner Wärmepumpenanlage einen großen Beitrag zum Umweltschutz und zur Treibhausgasreduktion leiste.	<input type="checkbox"/>				
5	Die wirtschaftliche Rentabilität der Wärmepumpenanlage ist das wirklich wesentliche.	<input type="checkbox"/>				
6	Ich bin mit meiner Wärmepumpenanlage wirklich zufrieden.	<input type="checkbox"/>				
7	Ich bin irgendwie stolz auf meine Wärmepumpenanlage.	<input type="checkbox"/>				
8	Ich würde mir sofort wieder eine Wärmepumpenanlage installieren (lassen).	<input type="checkbox"/>				
9	Heute würde ich mir auch ohne Förderung eine Wärmepumpenanlage installieren (lassen).	<input type="checkbox"/>				

Teil 7: Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energieträger

7.6 Biomasse in Individualheizsystemen

7.6.1 Technische Anlagendaten:

Jahr der Inbetriebnahme der Anlage: _____

Brennstoffzufuhr: vollautomatisch teilautomatisch manuell

Brennstoffart: Hartholz Weichholz Mischholz
 Stroh Papier/Abfälle Sonstiges: _____

Brennstoffform: Scheiter Hackschnitzel Pellets
 Sonstiges: _____

Verwendung: Raumheizung Warmwasserbereitung

Thermische Nennleistung: _____ kW elektrischer Anschlußwert: _____ kW

Pufferspeicher Heizung: _____ Liter Speicher Warmwasser: _____ Liter

Existiert Zusatzsystem?: Ja, für Warmwasser Ja, für die Heizung

Art des Zusatzsystems: _____

Bruttokosten der gesamten Anlage: _____ ÖS davon Förderung: _____ ÖS

7.6.2 Benutzerverhalten

Errichtung: großteils Eigenmontage durch Firma

Ich glaube, daß sich mein Biomasseheizsystem in _____ Jahren rentiert (hat).

Wartung der Anlage alle _____ Monate; wird selbst durchgeführt macht Firma

Bitte folgende Fragen ankreuzen:		1	2	3	4	weiß
1...Ja, auf jeden Fall! - 4...Keinesfalls!		ja!			nein!	nicht
1	Ich hätte die selbe Biomasseanlage auch ohne Förderung installiert.	<input type="checkbox"/>				
3	Ich habe meinen Energieverbrauch für die Warmwasserbereitung und/oder Heizung mit der Biomasseanlage deutlich reduziert.	<input type="checkbox"/>				
4	Ich glaube, daß ich mit meiner Biomasseanlage einen großen Beitrag zum Umweltschutz und zur Treibhausgasreduktion leiste.	<input type="checkbox"/>				
5	Die wirtschaftliche Rentabilität der Biomasseanlage ist das wirklich wesentliche.	<input type="checkbox"/>				
6	Ich bin mit meiner Biomasseanlage wirklich zufrieden.	<input type="checkbox"/>				
7	Ich bin irgendwie stolz auf meine Biomasseanlage.	<input type="checkbox"/>				
8	Ich würde mir sofort wieder eine Biomasseanlage installieren (lassen).	<input type="checkbox"/>				
9	Heute würde ich mir auch ohne Förderung eine Biomasseanlage installieren (lassen).	<input type="checkbox"/>				

Teil 7: Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energieträger

7.7 Biomasse in Nahwärmesystemen

7.7.1 Technische Anlagendaten: Jahr der Inbetriebnahme der Anlage: _____

Anzahl der versorgten Haushalte: _____ Stk. Summe Leitungslänge: _____ m

Brennstoffzufuhr: vollautomatisch teilautomatisch manuell

Brennstoffart: Hartholz Weichholz Mischholz
 Stroh Papier/Abfälle Sonstiges: _____

Brennstoffform: Scheiter Hackschnitzel Pellets
 Sonstiges: _____

Themische Nennleistung des (der) Systemkessel: _____ kW

Zusatzsystemkessel: _____ Brennstoff: _____ Leistung: _____ kW

Verwendung im Haus: Raumheizung Warmwasserbereitung

Existiert Zusatzsystem im Haus?: Ja, für Warmwasser Ja, für die Heizung

Pufferspeicher Heizung: _____ Liter Speicher Warmwasser: _____ Liter

Bruttokosten des gesamten Hausanschlusses: _____ ÖS davon Förderung: _____ ÖS

7.7.2 Benutzerverhalten

Errichtung: großteils Eigenmontage durch Firma

Ich glaube, daß sich mein Biomasse Nahwärmeanschluß in _____ Jahren rentiert (hat).

Wartung der (Haus)Anlage alle _____ Monate; wird selbst durchgeführt macht Firma

Bitte folgende Fragen ankreuzen: 1...Ja, auf jeden Fall! - 4...Keinesfalls!		1	2	3	4	weiß nicht
		ja!			nein!	
1	Ich hätte mir auch ohne Förderung einen Biomasse-Nahwärmeanschluß installieren lassen.	<input type="checkbox"/>				
3	Ich habe meinen Energieverbrauch für die Warmwasserbereitung und/oder Heizung mit dem Biomasse-Nahwärmeanschluß deutlich reduziert.	<input type="checkbox"/>				
4	Ich glaube, daß ich mit meinem Biomasse-Nahwärmeanschluß einen großen Beitrag zum Umweltschutz und zur Treibhausgasreduktion leiste.	<input type="checkbox"/>				
5	Die wirtschaftliche Rentabilität des Biomasse-Nahwärmeanschlusses ist das wirklich wesentliche.	<input type="checkbox"/>				
6	Ich bin mit meinem Biomasse-Nahwärmeanschluß wirklich zufrieden.	<input type="checkbox"/>				
7	Ich bin irgendwie stolz auf meinen Biomasse-Nahwärmeanschluß.	<input type="checkbox"/>				
8	Ich würde mir sofort wieder einen Biomasse-Nahwärmeanschluß installieren (lassen).	<input type="checkbox"/>				
9	Heute würde ich mir auch ohne Förderung einen Biomasse-Nahwärmeanschluß installieren (lassen).	<input type="checkbox"/>				

Teil 7: Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energieträger

7.8 Solar passive Elemente

7.8.1 Technische Anlagendaten: Jahr der Inbetriebnahme der Anlage: _____

Art der Elemente: Wintergarten Sonnenfenster Südorientierung der Fenster

Verglasung: einfach zweifach dreifach

Gläser: getönt thermoreflexbeschichtet Edelgasfüllung

Rahmenmaterial: Aluminium Holz Kunststoff Verbund

U (k)-Wert der Gläser: _____ W/m²K U (k)-Wert der Gesamtkonstruktion: _____ W/m²K

Orientierung: _____ ° aus Süden, _____ ° (Dach)Neigung der Hauptelemente

Abschattung durch Horizont: 21.3./23.9.: _____ %, 21.6.: _____ % 21.12.: _____ %

Passivelemente gehören zu: Wohnraum Pufferraum Gesamt-Nettoglasfläche: _____ m²

Nutz(boden)fläche des Wintergartens/Pufferraums: _____ m²

Sind Pflanzen ganzjährig im Wintergarten/Pufferraum aufgestellt? Ja Nein

Mittlere Temperatur des Wintergartens/Pufferraumes im Winter: _____ °C im Sommer: _____ °C

Besteht theoretisch die Möglichkeit den Pufferraum zu beheizen? Ja Nein

Wird der Wintergarten/Pufferraum im Winter teilweise beheizt? Ja Nein

Bruttokosten der gesamten Anlage: _____ ÖS davon Förderung: _____ ÖS

7.8.2 Benutzerverhalten

Errichtung: großteils Eigenmontage durch Firma

Ich glaube, daß sich meine solar passiven Elemente in _____ Jahren rentieren (rentiert haben).

Wartung der Elemente alle _____ Monate; wird selbst durchgeführt macht Firma

Bitte folgende Fragen ankreuzen: 1...Ja, auf jeden Fall! - 4...Keinesfalls!		1	2	3	4	weiß
		ja!			nein!	nicht
1	Ich hätte die selben Solar-Passiv-Elemente auch ohne Förderung installiert.	<input type="checkbox"/>				
2	Ich nehme bei meinem Verhalten Rücksicht auf das Dargebot an passiver Solarenergie.	<input type="checkbox"/>				
3	Ich habe meinen Energieverbrauch für die Raumheizung mit den Solar-Passiv-Elementen deutlich reduziert.	<input type="checkbox"/>				
4	Ich glaube, daß ich mit meinen Solar-Passiv-Elementen einen großen Beitrag zum Umweltschutz und zur Treibhausgasreduktion leiste.	<input type="checkbox"/>				
5	Die wirtschaftliche Rentabilität der Solar-Passiv-Elemente ist das wirklich wesentliche.	<input type="checkbox"/>				
6	Ich bin mit meinen Solar-Passiv-Elementen wirklich zufrieden.	<input type="checkbox"/>				
7	Ich bin irgendwie stolz auf meine Solar-Passiv-Elemente.	<input type="checkbox"/>				
8	Ich würde mir sofort wieder Solar-Passiv-Elemente installieren (lassen).	<input type="checkbox"/>				
9	Heute würde ich mir auch ohne Förderung Solar-Passiv-Elemente installieren (lassen).	<input type="checkbox"/>				

Teil 7: Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energieträger

7.9 Kontrollierte Lüftungsanlagen / Klimatisierung

7.7.1 Technische Anlagendaten: Jahr der Inbetriebnahme der Anlage: _____

- Art der Anlage: mit Wärmerückgewinnung: mittl. Wirkungsgrad: _____ %
 ohne Wärmerückgewinnung
 es ist zusätzlich eine Wärmepumpe in der Lüftungsanlage eingebaut
 Anlage nur zur Entlüftung zur Ent- u. Belüftung
 Anlage auch zur Klimatisierung im Sommer

Elektrische Anschlußleistung/Nennleistung/Energieverbrauch: _____

Regelung: manuell teilautomatisch vollautomatisch

Einstellung: _____

- Sensorik: ohne Sensoren (Be- u. Entlüftungszyklen u. Volumensströme fix vorgegeben)
 mit Luftgütesensorik
 mit Temperatursensoren außen innen

Bruttokosten der gesamten Anlage: _____ ÖS davon Förderung: _____ ÖS

7.7.2 Benutzerverhalten

Errichtung: großteils Eigenmontage durch Firma

Ich glaube, daß sich die Lüftungsanlage in _____ Jahren rentiert (hat).

Wartung der (Haus)Anlage alle _____ Monate; wird selbst durchgeführt macht Firma

Bitte folgende Fragen ankreuzen: 1...Ja, auf jeden Fall! - 4...Keinesfalls!		1	2	3	4	weiß nicht
		ja!			nein!	
1	Ich hätte mir auch ohne Förderung eine Anlage zur kontrollierten Lüftung installieren lassen.	<input type="checkbox"/>				
3	Ich habe meinen Energieverbrauch für die Raumheizung mit der Anlage zur kontrollierten Lüftung deutlich reduziert.	<input type="checkbox"/>				
4	Ich glaube, daß ich mit dem Einsatz von kontrollierter Lüftung einen großen Beitrag zum Umweltschutz und zur Treibhausgasreduktion leiste.	<input type="checkbox"/>				
5	Die wirtschaftliche Rentabilität der kontrollierten Lüftung ist das wirklich wesentliche.	<input type="checkbox"/>				
6	Ich bin mit meiner Anlage zur kontrollierten Lüftung wirklich zufrieden.	<input type="checkbox"/>				
7	Ich bin irgendwie stolz auf den Einsatz der kontrollierten Lüftung.	<input type="checkbox"/>				
8	Ich würde mir sofort wieder eine Anlage zur kontrollierten Lüftung installieren (lassen).	<input type="checkbox"/>				
9	Heute würde ich mir auch ohne Förderung eine Anlage zur kontrollierten Lüftung installieren (lassen).	<input type="checkbox"/>				

Anhang D: Bauphysikalisches Glossar

Glossar zu den thermischen Gebäudekennwerten in den Datenblättern und in den Energieausweisen der Projekte

U-WERT (siehe Definition nach ON B8110 T1)

LEK-WERT

LEK	[-]
LEK eq	[-]

Der Ausdruck LEK bedeutet die Abkürzung für: Linien europäischer Kriterien. Der LEK-Wert einer Gebäudehülle charakterisiert den mittleren Wärmeschutz k_m des Objektes in Abhängigkeit von der Geometrie V/A (=Volumen/Oberfläche) und wird gemäß Vornorm ON B8110 T1 ermittelt. Dazu sind die Tabellen **LEK**, **UNBEHEIZTE RÄUME** und **BODEN** heranzuziehen. (Beschreibung des Verfahrens siehe auch ON B8110 T1 bzw. Forschungsprojekt „Der österreichische Gebäudeausweis - Energiepaß“).

LEK > 40	üblicher Wärmeschutz
30 < LEK ≤ 40	erhöhter Wärmeschutz
20 < LEK ≤ 30	Energiesparhaus
LEK ≤ 20	Niedrigenergiehaus

Aus dem LEK-Wert und der charakteristischen Länge l_c des Gebäudes läßt sich näherungsweise der Heizwärmebedarf q^* ermitteln, der sich bei Gebäuden mit solartechnisch ungünstigem Standort einstellen

$$q^* = \frac{LEK \cdot (2 + l_c)}{100 \cdot l_c} \cdot HGT \cdot 0.024 \quad [\text{kWh m}_{BGF}^{-2}]$$

LEK ... LEK-Wert

l_c charakteristische Länge

HGT ... Heizgradtagzahl 12/20

m_{BGF}^{-2} ... pro Quadratmeter Bruttogeschosßfläche

Sind besondere solare Gewinne zu erwarten, so ist der Nachweis nach dem HWB-Verfahren zu führen.

Zur Ermöglichung einer dem LEK-Verfahren analogen Kurzbeurteilung (siehe Abschnitt a) kann jedoch auch vom errechneten HWB-Wert auf den fiktiven LEK-Wert umgerechnet werden:

$$LEK_{fict} = \frac{100 \cdot HWB}{0.024 \cdot HGT} \cdot \frac{l_c}{(2 + l_c)}, \quad LEK_{fict} \leq 20 \dots \text{Niedrigenergiehäuser}$$

Heizwärmebedarf

HWB [kWh/m²]

HWB gesamt [kWh/a]

Der Heizwärmebedarf ist jene Wärmemenge, die dem beheizten Raum zugeführt werden muß, um die gewünschte Vorzugstemperatur aufrecht zu erhalten. In Österreich wird für Wohnräume normgemäß mit einer Vorzugstemperatur von 20°C gerechnet.

Heizenergiebedarf

HEB [kWh/m²]

HEB gesamt [kWh/a]

Der Heizenergiebedarf ist jene Energiemenge, die dem Wärmebereitstellungssystem zugeführt werden muß, um die Vorzugsinnentemperaturen aufrecht zu erhalten.

Eine näherungsweise Abschätzung des HEB-Wertes kann in folgender Weise erfolgen:

$$\text{HEB} = \text{HWB} / \eta_{\text{ges}}$$

Heizungsart	η_{ges}	Heizungsart	η_{ges}
Einzelöfen	0.65	Wärmepumpen:	
Gasetagen	0.80	Luft	2.5
Gaszentral	0.80	Boden/Wasser	3.8
Ölzentral	0.80		
Fernwärme	0.95		
Holzfeuerung	0.5 ... 0.8		

Tabelle : Standard-Werte für den Jahreswirkungsgrad verschiedener Wärmebereitstellungssysteme (Heizungsart)

Wärmeverbrauch [kWh/m²], oder gesamt [kWh/a]

Tatsächlich für Heizzwecke aufgewendete Energie, abhängig von der thermischen Qualität des Gebäudes, von den tatsächlichen klimatischen Bedingungen während des betrachteten Zeitraumes und vom in diesem Zeitraum praktizierten Nutzerverhalten (im Gegensatz zur rechnerischen Abschätzung, wo mit einem Norm-Nutzerverhalten gerechnet wird).

CO₂-Emission infolge Raumheizung

CO₂ [kg/m²]

Emissionsklassen 1 - 10

Die vereinfachte Ermittlung der CO₂-Emission aus dem Heizenergiebedarf (in kWh, MWh ...) kann mit Hilfe der CO₂-Emissionsfaktoren (E_i) erfolgen. Die CO₂-Emissionsfaktoren sind in Tabelle 4.2 (Seite 136, dort als CO₂-Emissionskoeffizienten bezeichnet) ersichtlich.

Die jährliche, auf die Bruttogeschossfläche bezogene CO₂-Emission ergibt sich aus dem auf die Bruttogeschossfläche bezogenen Heizenergiebedarf HEB :

$$\text{CO}_2\text{-Emissionen} = \text{HEB} \cdot E_f \quad [\text{kgm}_{\text{BGF}}^{-2}]$$

Bei Verwendung von elektrischem Strom zu Heizzwecken kann der aktuelle Emissionsfaktor E_f von regionalen Gegebenheiten abhängen.