

Maßnahmen zur Minimierung von Reboundeffekten bei der Sanierung von Wohngebäuden (MARESI)

Peter Biermayr, Ernst Schriefl, Bernhard Baumann, et al.

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

6/2005

Impressum:

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

Verantwortung und Koordination:
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien
Leiter: DI Michael Paula

Liste sowie Bestellmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe unter <http://www.nachhaltigwirtschaften.at/>
oder unter:

Projektfabrik Waldhör
Nedergasse 23, 1190 Wien
Email: versand@projektfabrik.at

Maßnahmen zur Minimierung von Reboundeffekten bei der Sanierung von Wohngebäuden (MARESI)

Autoren:
Peter Biermayr
Ernst Schriegl
Bernhard Baumann
Ansbert Sturm

Wien, 30.05.2004

Ein Projektbericht im Rahmen der Programmlinie



Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften

Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

Vorwort

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

Das strategische Anliegen der Programmlinie *Haus der Zukunft* ist es, wichtige Fragestellungen in Forschung und Entwicklung zu thematisieren und die daraus resultierenden Ergebnisse in neuen und umfassenden Demonstrationsprojekten zur Anwendung kommen zu lassen. Damit werden für die Planung und Realisierung von neuen und sanierten Wohn- und Bürogebäuden richtungsweisende Schritte hinsichtlich ökoeffizienten Bauens und einer nachhaltigen Wirtschaftsweise in Österreich demonstriert.

Dank des überdurchschnittlichen Engagements und der übergreifenden Kooperationen der Auftragnehmer, des aktiven Einsatzes des begleitenden Schirmmanagements durch die Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik und der guten Kooperation mit der Forschungsförderungsgesellschaft bei der Projektabwicklung liegt die Qualität der erarbeiteten Ergebnisse über unseren Erwartungen und führt 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 <http://www.HAUSderzukunft.at/> Interessierten öffentlich zugänglich gemacht.

Mag. Elisabeth Huchler

Abt. Energie- und Umwelttechnologien

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

1. Kurzfassung des Endberichtes

Die energetische Gebäudesanierung wird als eine wirksame Maßnahme zur Erreichung nationaler und internationaler Klimaschutzvereinbarungen gesehen. Bei durchgeführten Sanierungsprojekten bleibt der energetische Einspareffekt jedoch zumeist unter den erwarteten, vorausgerechneten Werten. Unter bestimmten Randbedingungen kommt es zu gar keinen Einsparungen und in extremen Fällen sind sogar Verbrauchs- bzw. Emissionsanstiege bei den sanierten Projekten zu beobachten.

Dieses Phänomen wird im wissenschaftlichen Bereich seit 1980 diskutiert, wobei eine umfassende Abhandlung oder gar eine detaillierte quantitative Analyse dieser so genannten „Reboundeffekte“ ausgeblieben ist. Wesentliche hemmende Faktoren bei einer systematischen Untersuchung der Thematik waren bisher einerseits die mangelhaften Datengrundlagen und andererseits das Fehlen eines interdisziplinären Ansatzes, welcher sowohl technisch-strukturelle als auch sozio-ökonomische Aspekte vereint.

Im gegenständlichen Forschungsprojekt führen deshalb zwei methodische Ansätze zu einer gesamtheitlichen Bearbeitung des Themas. Einerseits werden mittels der Durchführung von 12 Fallstudien an repräsentativen Sanierungsprojekten in Österreich qualitative Aspekte des Nutzerverhaltens und deren Auswirkungen auf den Sanierungserfolg untersucht. Andererseits erfolgt die Analyse von Querschnitts-Mikrodaten von ca. 500 österreichischen Haushalten, um qualitativ beobachtete Effekte zu quantifizieren. Eine internetbasierte Verbreitungsaktion stellt die Diffusion der Ergebnisse in Richtung der Projektzielgruppen Wohnbauträger, Gebäude-Contracting-Anbieter und (energie)politische Instanzen sicher.

Die Ergebnisse der Arbeit unterstreichen die Bedeutung von Reboundeffekten im Bereich der Wohnbausanierung und bestätigen weitestgehend die Erkenntnisse der nationalen und internationalen Literatur. Reboundeffekte werden zunächst in ökonomische, strukturelle und technische Effekte gegliedert, wobei ökonomische Effekte durch sinkende Kosten der Energiedienstleistung "behaglicher Raum" verursacht werden, strukturelle Effekte durch Änderungen des Heizsystems oder Ausweitung der Wohnnutzflächen entstehen und technische Effekte durch suboptimale Anpassung des Heizsystems an die veränderten Gebäudeparameter bedingt sind. Die Quantifizierung der Reboundeffekte führt zur Erkenntnis, dass jeweils bei Gebäuden mit schlechterem Ausgangszustand vor der Sanierung bzw. bei größerem Sanierungsumfang mit höheren Reboundeffekten zu rechnen ist. Demnach beträgt der zu erwartende Reboundeffekt bei Verbesserungssanierungen von Gebäuden mit bereits verhältnismäßig guter Bausubstanz (Kennzahl $100 \text{ kWh/m}^2\text{a}$) um 5%, bei Sanierungen durchschnittlicher Gebäude ($200 \text{ kWh/m}^2\text{a}$) bis 20% und bei Sanierungen schlechter Gebäude ($400 \text{ kWh/m}^2\text{a}$) bis 50% und darüber.

Es zeigt sich in der Folge, dass die Möglichkeiten, Reboundeffekte zu reduzieren, beschränkt sind, wenn die Komfortgewinne der Gebäudenutzer gewahrt werden sollen. Dennoch kann im technischen Bereich, beispielsweise durch eine Optimierung des Heizsystems, aber auch durch intelligente Regelungen, welche den Spielraum der Gebäudenutzer auf ein sinnvolles Maß beschränken, Einfluss auf den Reboundeffekt genommen werden. Weiters sind auch förderpolitische Maßnahmen möglich, welche die Ursachen von strukturellen Reboundeffekten, wie die Wohnflächenvergrößerung, beeinflussen.

2. Abstract of the final report

Redevelopment of buildings is seen as an effective measure to reach national and international agreements for climate protection. But energy savings of realized redevelopment projects often do not reach the expected calculated values. Under different side conditions there are no savings observable at all and in extreme situations, energy consumption for space heating increases after redevelopment.

This phenomenon has been discussed since 1980 in scientific literature, but a comprehensive study or a detailed quantitative investigation of these so called "Rebound-effects" is still missing. Essential obstacles for a systematic investigation are insufficient data on the one hand and a missing interdisciplinary approach considering technical-structural and socio-economic aspects on the other hand.

This research project pursues two methodically different approaches for a comprehensive point of view. First, 12 case studies of representative Austrian buildings which have been redeveloped up to 10 years ago, are analysed in view of qualitative aspects of consumers behaviour and the influence on the success of redevelopment. Second, the micro data of about 500 Austrian households are analysed to allow a quantification of qualitative observed effects. Finally, internet based information platforms for the target groups of the research project (builders, contractors and energy policy makers) are installed and distributed offensively.

The results of the study emphasize the importance of rebound-effects in the area of building redevelopment and corroborate the findings of national and international literature. Rebound-effects can be subdivided into economical, structural and technical effects. Economic effects are caused by decreasing costs of thermal comfort, structural effects are based on heating system changes or an increasing living area, and technical effects are caused by a missing adjustment of the heating system to the new building parameters. The quantification of rebound-effects shows, that these effects rise, when the condition of building before redevelopment is worse and the redevelopment is more comprehensive. Therefore, small redevelopment actions on by and large good buildings ($100 \text{ kWh/m}^2\text{a}$) lead to small rebound-effects about 5%. Redevelopments on average buildings ($200 \text{ kWh/m}^2\text{a}$) cause rebound-effects up to 20% and redevelopment of buildings in bad condition ($400 \text{ kWh/m}^2\text{a}$) show typical rebound effects up to 50% and more.

The investigation shows that possibilities for the reduction of rebound-effects are restricted, if increasing comfort of consumers is to be provided. But there is still the possibility to reduce e.g. technical rebound-effects by the optimisation of heating system and to restrict consumers' scope of comfort to a meaningful measure by intelligent regulation systems. Furthermore energy policy measures like redevelopment subsidies can influence structural rebound-effects e.g. by a limitation of living area increase in the coherence with building redevelopment.

3. Inhaltsverzeichnis

Kapitel	Seite
1. Kurzfassung des Endberichtes	2
2. Abstract of the final report	3
3. Inhaltsverzeichnis	4
3.1 Erstellte Materialien	5
3.2 Tabellenverzeichnis	5
3.3 Abbildungsverzeichnis	6
3.4 Bildnachweis	6
4. Inhaltliche Einleitung	8
4.1 Inhaltlich-methodische Einführung	8
4.1.1 Definition von Rebound-Kategorien	12
4.1.1.1 Ökonomische Reboundeffekte	12
4.1.1.3 Technische Reboundeffekte	12
4.1.1.2 Strukturelle Reboundeffekte	12
4.2 verwendete Methoden	13
5. Ergebnisse aus den Literaturrecherchen	14
5.1 Einleitung	14
5.2 Detaillierte Beschreibung ausgewählter Literaturstellen	15
5.3 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen aus der Literaturanalyse	25
6. Ergebnisse aus den Fallstudien	27
6.1 Einleitung	27
6.2 Dokumentation der Fallstudien	27
6.2.1 Fallstudie 1	29
6.2.2 Fallstudie 2	35
6.2.3 Fallstudie 3	40
6.2.4 Fallstudie 4	44
6.2.5 Fallstudie 5	49
6.2.6 Fallstudie 6	57
6.2.7 Fallstudie 7	63
6.2.8 Fallstudie 8	71
6.2.9 Fallstudie 9	81
6.2.10 Fallstudie 10	88
6.2.11 Fallstudie 11	96
6.2.12 Fallstudie 12	101
6.3 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen aus den Fallstudien	107
7. Die Quantifizierung des Reboundeffektes	110
7.1. Design des Instruments zur quantitativen Abschätzung von zu erwartenden Reboundeffekten	110
7.2. Methode und Daten	112
7.3. Datenanalyse und Ergebnisse	112
7.3.1 Der Servicefaktor	112
7.3.2 Modellbildung und Quantifizierung	115
7.4. Revision der Ergebnisse	120
8. Empfehlungen zur Berücksichtigung von Reboundeffekten bei der Entwicklung energiepolitischer Instrumente	123

8.1	Der Einfluss ordnungsrechtlicher Instrumente	123
Kapitel		Seite
8.2	Der Einfluss Anreizorientierter Instrumente	124
8.3	Der Einfluss informatorischer Instrumente	125
8.4	Zusammenfassende Analyse und Empfehlungen	126
9.	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	129
9.1	Wesentliche Ergebnisse	129
9.2	Wesentliche Schlussfolgerungen	134
10.	Literaturliste	136
Anhänge:		
Anhang A:	Dokumentation der Verbreitungsaktion	140
Anhang B:	Dokumentation einer Informationsplattform	144
Anhang C:	Erhebungsbogen und Interviewleitfaden	154

3.1 Erstellte Materialien

Broschüre 1: Reboundeffekte bei der Sanierung von Wohngebäuden - Dokumentation und Analyse von 12 österreichischen Fallstudien (die Broschüre ist als separate Publikation verfügbar und nicht im vorliegenden Endbericht enthalten)

Broschüre 2: Kalkulation von Reboundeffekten bei der Sanierung von Wohngebäuden (die Broschüre ist als separate Publikation verfügbar und nicht im vorliegenden Endbericht enthalten)

Broschüre 3: Reboundeffekte bei der Sanierung von Wohngebäuden (die Broschüre ist als separate Publikation verfügbar und ist nicht im Endbericht enthalten).

Infoplattform für (energie)politische Akteure: www.wze.at/maresi/ep.html
 Infoplattform für Gebäude-Contracting-Anbieter: www.wze.at/maresi/gc.html
 Infoplattform für Wohnbauträger: www.wze.at/maresi/wb.html

3.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle		Seite
Tabelle 6.1	Übersicht über die bearbeiteten Fallstudien	28
Tabelle 6.2	Datengrundlage zu Fallstudie 5	50
Tabelle 6.3	Datengrundlage zu Fallstudie 6	58
Tabelle 6.4	Datengrundlage für Fallstudie 7	64

Tabelle 6.5	Datengrundlage zu Fallstudie 8	72
Tabelle 6.6	Datengrundlage zu Fallstudie 9	82
Tabelle 6.7	Datengrundlage für Fallstudie 10	89
Tabelle 6.8	Datengrundlage zu Fallstudie 11	97
Tabelle 6.9	Datengrundlage der Fallstudie 12	102
Tabelle 7.1	Werte für Servicefaktoren unterschiedlicher Haushaltstypen	114
Tabelle 7.2	Signifikanz der Unterschiede zwischen den Servicefaktoren	114
Tabelle 7.3	Ergebnisse der Regression	118
Tabelle 7.4	zu erwartende Reboundeffekte in Abhängigkeit des Sanierungsumfanges (theoretische Einsparungen) und des Ausgangszustandes des Gebäudes vor der Sanierung	119
Tabelle 7.5	Einfluss von Heizsystem und Einkommen auf den Reboundeffekt	120
Tabelle 8.1	Auswirkungen energiepolitischer Instrumente auf Reboundeffekte	126
Tabelle 9.1	Auswirkungen energiepolitischer Instrumente auf Reboundeffekte	133
Tabelle A.1	Übersicht Zielgruppendatenbank	140
Tabelle A.2	Zugriffsstatistik auf Infoplattformen	141

3.3 Abbildungsverzeichnis

Abbildung		Seite
Abb. 4.1	Zusammenhang zwischen Heizenergiekennzahl und spezifischer Heizlast	9
Abb. 4.2	Schematische Gegenüberstellung des theoretisch-normativen Modells und der empirisch ermittelten Beziehung zwischen Heizenergiekennzahl und spezifischer Heizlast	10
Abb. 6.1- Abb. 6.50	Gebäudeansichten und Details der Fallstudien	29 ff
Abb. 7.1	Design des Instrumentes zur Abschätzung von Reboundeffekten	110
Abb. 7.2	Gegenüberstellung der Heizenergieverbrauchs- und -bedarfswerte.	116
Abb. 7.3	Schematische Darstellung des Rebound-Mechanismus	117
Abb. 7.4	Reboundeffekte in Abhängigkeit von den geplanten theoretischen Einsparungen und dem Ausgangszustand des Gebäudes vor der Sanierung	118
Abb. 9.1	Zu erwartende Reboundeffekte in Abhängigkeit von den geplanten theoretischen Einsparungen und dem Ausgangszustand des Gebäudes vor der Sanierung	132
Abb. B.1	Infoplattform für energiepolitische Entscheidungsträger	135
Abb. B.2	Infoplattform; Thema 1	136
Abb. B.3	Infoplattform; Thema 2	137
Abb. B.4	Infoplattform; Thema 3	138
Abb. B.5	Infoplattform; Thema 4	139
Abb. B.6	Infoplattform; Thema 5 - Teil 1	140

Abb. B.7	Infoplattform; Thema 5 - Teil 2	141
Abb. B.8	Infoplattform; Thema 6	142
Abb. B.9	Infoplattform; Thema 7	143
Abb. B.10	Infoplattform; Thema 8	144

3.4 Bildnachweis:

Sämtliche, im vorliegenden Bericht enthaltene Fotografien wurden im Zuge der Forschungstätigkeiten von Ernst Schriegl und Peter Biermayr angefertigt.

4. Inhaltliche Einleitung

Die (energetische) Sanierung des Gebäudebestandes gewinnt sowohl in Österreich, als auch international zunehmend an Bedeutung. Zum einen sieht sich die Bauwirtschaft mit zunehmenden Sättigungseffekten am Wohnungs-Neubaumarkt konfrontiert, zum anderen wird die Gebäudesanierung gegenwärtig als wesentliche Maßnahme zur Erreichung gesteckter nationaler und internationaler Klimaschutzziele gesehen. Damit sind mittelfristig deutlich verstärkte Aktivitäten der Bauwirtschaft am Sanierungssektor zu erwarten, begleitet von (energie)politischen Maßnahmen und Anreizsystemen, welche entsprechende Trends forcieren werden. Die große Chance liegt dabei im „Neuland“, welches das Sanierungsthema sowohl für die Bauwirtschaft als auch für energiepolitische Instanzen darstellt. Sind im Bereich des Neubaus „Baukultur“ und „Bautradition“ regional manifestiert, so sind solche „Kulturen“ und „Traditionen“ im Sanierungsbereich (noch) nicht ausgeprägt. Es ist somit zu erwarten, dass der Sanierungsbereich wesentlich beweglicher und aufnahmebereiter auf neue Forschungserkenntnisse reagiert, als dies beim Neubau der Fall ist, wo im Bereich des innovativen Wohnbaus ausgeprägte und stark wirksame Diffusionshemmnisse zu beobachten sind (z.B. Niedrigstenergiehaus, Passivhaus).

In der Praxis lässt sich beobachten, dass der tatsächliche energetische Einspareffekt von durchgeführten Sanierungen in der Regel signifikant unter den erwarteten, vorausgerechneten Werten liegt. In extremen Fällen ist der energetische - oder allgemeiner - der Effekt der Treibhausgasemissionsreduktion sogar negativ, das heißt, die sanierten Projekte weisen nach der Sanierung höhere Verbrauchs- bzw. Emissionswerte auf, als im Ausgangszustand. Die Ursachen sind dabei vielschichtig und können zumeist auf eine Steigerung des Energiedienstleistungskonsums durch veränderte ökonomische, strukturelle aber auch technische Randbedingungen nach einer Sanierung zurückgeführt werden. Wird im Zuge einer Sanierung beispielsweise ein manuell betriebenes Einzelofen-Heizsystem auf eine Zentral- o. Etagenheizung umgebaut, so ist nach der Sanierung für den Nutzer eine sehr bequeme Beheizung der gesamten Wohnfläche möglich, was im Regelfall zu einer Ausweitung des tatsächlich beheizten Anteiles der Gesamtwohnfläche führt. Wird im Zuge einer thermischen Gebäudesanierung ein Vollwärmeschutz angebracht, so verbilligt sich für den Nutzer die Konsumation der Energiedienstleistung „warmer Raum“, was die Konsumation bis zu einem nutzerspezifischen Maximalwert erhöhen kann. Erfolgt im Zuge einer Sanierung eine Umstellung von biomassebefeuerten Heizsystemen, z.B. einer „unbequemen“ Scheitholz-Einzelofen oder Scheitholz-Kessel-Feuerung, zu einem „bequemen“ Heizsystem, welches mittels leitungsgebundener Energieträger (typischer Weise Erdgas oder elektrischer Strom) betrieben wird, so kann bei gleich bleibender Energiedienstleistungskonsumation eine zuvor nicht existente Treibhausgas-Emissionsquelle geschaffen werden (Umstieg von CO₂-neutralen auf nicht neutrale Energieträger).

4.1 Inhaltlich-methodische Einführung

Der Kalkulation von wärmetechnischen und somit energetischen Sanierungsauswirkungen liegen im Normalfall Berechnungsalgorithmen zugrunde, wie sie beispielsweise in den Normenwerken ÖNORM M 7500¹, ÖNORM B8135² oder EN 832³ dokumentiert sind. Welches Verfahren auch gewählt wird, die (energetischen) Auswirkungen einer Sanierung

¹ Heizlast von Gebäuden.

² Vereinfachte Berechnung des zeitbezogenen Wärmeverlustes (Heizlast) von Gebäuden.

³ Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden, Berechnung des Heizenergiebedarfs – Wohngebäude.

werden mittels einer vergleichenden modellhaften Simulation des Ausgangszustandes mit dem sanierten Zustand eines Gebäudes ermittelt. Unabhängig vom Verfahren wird jedoch stets ein linearer Zusammenhang zwischen spezifischer Heizlast (p_0) und daraus resultierenden spezifischen Heizenergiebedarf⁴ (E_{HZ}) angenommen, was zunächst auch plausibel wirkt, wenn das Verhalten der Gebäudebewohner als konstant angenommen wird (siehe Abbildung 4.1).

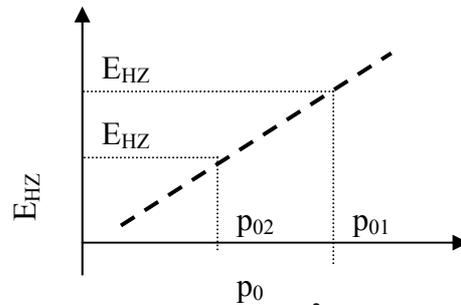


Abbildung 4.1: Zusammenhang zwischen Heizenergiekennzahl E_{HZ} und spezifischer Heizlast p_0 .

Aus praktischen Gründen der Datenverfügbarkeit muss dabei p_0 vereinfachend mit

$$p_0 = p_t + p_l$$

definiert werden, wobei p_t den spezifischen Transmissionswärmeverlust und p_l den spezifischen Lüftungswärmeverlust darstellt. Die genannten Terme seien in der Folge wie in der bereits zitierten ÖNORM B 8135 definiert. Weitere Anteile wie innere Gewinne und passive solare Einträge werden demnach vernachlässigt, was bei den hier zur Diskussion stehenden Gebäudetypen (Standardgebäude vor bzw. nach einer konventionellen Sanierung) nur marginale Fehler verursacht. Bei ambitionierten Sanierungsprojekten, welche in Richtung eines Niedrigstenergie- bzw. Passivhausstandards gehen, müssen die oben vernachlässigten Anteile der Gebäudewärmebilanz jedoch diskutiert werden.

Wird bei einem hypothetischen Sanierungsprojekt nun die spezifische Heizlast eines Gebäudes von p_{01} auf p_{02} um x % reduziert, so reduziert sich laut obigem Modellansatz auch die spezifische Heizendenergieverbrauchskennzahl von E_{HZ1} auf E_{HZ2} um x %. In weiterer Folge werden auch Emissionseinsparungen, welche durch eine Sanierung erreicht werden, nach dem selben linearen Schema kalkuliert – kann durch Sanierungsmaßnahmen also die spezifische Heizlast um 30% reduziert werden, so werden auch Emissionsreduktionen im Ausmaß von 30% erwartet.

In der Arbeit von Biermayr (1999) wird obiger Zusammenhang zwischen E_{HZ} und p_0 auf empirischem Weg mittels der Analyse von ca. 500 Querschnittsdatensätze österreichischer Haushalte geprüft, wobei sich herausstellt, dass in der Praxis kein linearer Zusammenhang, sondern eine polynomische Funktion mit einem deutlich signifikanten, negativen Koeffizienten für das quadratische Glied vorliegt⁵. Diese Beobachtung widerlegt zunächst die eingangs skizzierte bequeme Anschauung und hat weitreichende und schwerwiegende

⁴ Im weiteren wird in der Nomenklatur „Bedarf“ stets für errechnete, hypothetische Werte verwendet, der Begriff „Verbrauch“ wird ausschließlich für gemessene, empirische Werte verwendet.

⁵ Bei Gliedern höherer Ordnung kann kein signifikanter Koeffizient nachgewiesen werden.

eingangs skizzierte bequeme Anschauung und hat weitreichende und schwerwiegende Folgen bezüglich der Treibhausgasemissionsreduktionspotentiale aus der Wohngebäude-sanierung. Abbildung 4.2 veranschaulicht die Konsequenzen, welche in der Folge erläutert werden.

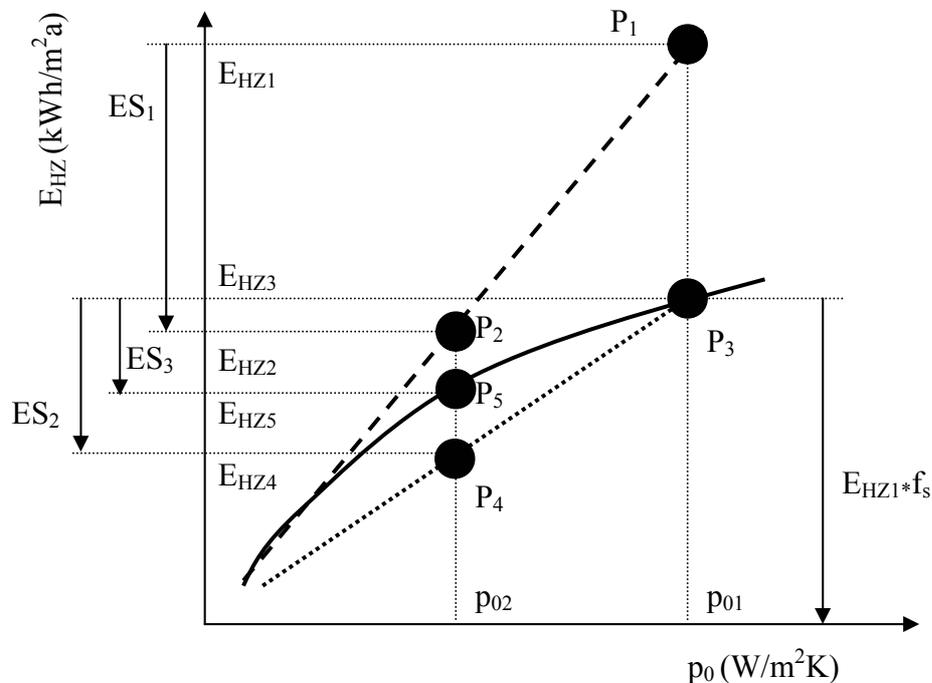


Abbildung 4.2: Schematische Gegenüberstellung des theoretisch-normativen Modells und der empirisch ermittelten Beziehung zwischen Heizenergiekennzahl und spezifischer Heizlast.

Bei einem vorliegenden Sanierungsprojekt erfolgt zunächst die Berechnung der spezifischen Heizlast p_{01} des Bestandes gemäß den zitierten Normen. Daraus wird in der Folge die Heizenergiebedarfskennzahl E_{HZ1} ermittelt. Verschiedene Maßnahmen der thermischen Gebäudesanierung (z.B. Anbringen eines Vollwärmeschutzes, Einbau neuer Fenster) führen bei der Berechnung einer konkreten Sanierungsvariante zu einer neuen, reduzierten spezifischen Heizlast p_{02} und einer entsprechenden Heizenergiebedarfskennzahl E_{HZ2} . Die hypothetische Verbesserung liegt nun im Übergang von Punkt P_1 auf P_2 und führt zu einer Reduktion des Heizenergiebedarfs und der damit verbundenen Treibhausgasemissionen um den Betrag ES_1 . Dies sind nun jene Einsparungen, welche bei Reduktionsszenarien typischer Weise kalkuliert und ausgewiesen werden.

Diesbezüglich werden jedoch folgende schwerwiegende Umstände vernachlässigt:

- 1.) Wie Biermayr (1999) empirisch nachweist, ist in der Praxis für ein konkretes Projekt im Ausgangszustand nicht E_{HZ1} relevant, sondern ein, um einen „Servicefaktor“⁶ ver-

⁶ Der Servicefaktor f_s ist der Quotient aus Heizendenergieverbrauch und Heizendenergiebedarf und resultiert aus dem Nutzerverhalten (von der Kalkulationsinnenraumtemperatur abweichende Raumtemperaturen, nur

ringere Wert $E_{HZ3} = E_{HZ1} * f_s$, also nicht P_1 in Abbildung 4.2 zu tragen kommt, sondern P_3 . Dies hat jedoch zur Folge, dass die in der Praxis möglichen Einsparpotentiale von Beginn an deutlich geringer ausfallen, als dies im rein theoretischen Modell gewirkt hat. Werden nun die Einsparungen durch die gleichen Sanierungsmaßnahmen wie zuvor mit dem klassischen linearen Ansatz ermittelt (Übergang von Punkt P_3 auf P_4), so resultieren die Einsparungen ES_2 , welche deutlich geringer sind als ES_1 . Bei dieser Betrachtung wurde jedoch noch immer kein nutzerbedingter Reboundeffekt im strengeren Sinne (Verhaltensänderung durch das Sanierungsgeschehen) berücksichtigt!

- 2.) Hinzu kommt als zweiter Aspekt, dass es sich, wie bereits oben ausgeführt, in der Praxis nicht um einen linearen Übergang von Punkt P_3 zu Punkt P_4 handelt, sondern der Übergang P_3 zu P_5 längs einer näherungsweise quadratischen Funktion von Relevanz ist. Die quadratische Funktion wird dabei durch die bereits eingangs erläuterten Reboundeffekte verursacht. Die tatsächliche Einsparung an Heizenergie und somit Treibhausgasemissionen beläuft sich somit auf ES_3 und ist deutlich niedriger als ES_2 und hat so gut wie nichts mehr mit ES_1 zu tun.
- 3.) Selbst unter der oben erläuterten tiefgehenden Betrachtungsweise wird noch nicht der Aspekt eines eventuellen Energieträgerwechsels berücksichtigt. Es besteht selbst unter Berücksichtigung eines Servicefaktors bei der Kalkulation oder gar eines eventuellen verhaltensbedingten Reboundeffekts die potentielle Gefahr, erzielte Wärmebedarfsreduktionen (Nutzenergie) ohne Berücksichtigung der vor bzw. nach der Sanierung eingesetzten Energieträger auf CO_2 -Einsparungen umzulegen.

Fazit: bei einer oberflächlichen, Reboundeffekte vernachlässigenden Betrachtungsweise von thermischen Gebäudesanierungen werden mögliche Energieeinsparungen und/oder CO_2 -Einsparungen tendenziell grob überschätzt.

Die dargestellten Zusammenhänge haben in der Praxis starke Auswirkungen auf Energie- und CO_2 -Einsparkalkulationen. Betroffene Bereiche sind dabei beispielsweise Potentialberechnungen von möglichen CO_2 -Einsparungen durch Wohnbausanierung (z.B. Klimastrategie) oder die Amortisationsrechnungen von Contracting-Anbietern.

Ziel der gegenständlichen Forschungsarbeit ist es deshalb, einerseits die bedeutendsten Ursachen von Reboundeffekten und das strukturelle und sozio-ökonomische Umfeld dieser Effekte auf qualitativer Ebene zu erforschen und zu dokumentieren und andererseits ein Instrument zu schaffen, um Größenordnungen zu erwartender Reboundeffekte quantitativ abschätzen zu können. In der Folge wird eine mögliche Beeinflussung der Reboundeffekte durch planerische Maßnahmen bei der Wohnbausanierung diskutiert und eine entsprechende Informationskampagne wird an die Projektzielgruppen gerichtet.

Der in der ökonomischen Theorie gebräuchliche Ansatz, Reboundeffekte in diesem Zusammenhang alleine auf die Verbilligung der Energiedienstleistung "Behaglichkeit" zurückzuführen ist bei einer näheren Betrachtung der Phänomene nicht ausreichend. Die Komplexität und die Vielfältigkeit der Zusammenhänge darzustellen und für wesentliche Akteure im Bereich der Wohnbausanierung zugänglich zu machen ist ebenfalls Aufgabe dieses Forschungsprojektes.

teilweise Beheizung der Wohnfläche,...). f_s nimmt dabei typischer Weise Werte zwischen 0,47 (bei Einzelofenbeheizten Einfamilienhäusern) und 0,65 (bei zentralbeheizten Mehrfamilienhäusern) an.

4.1.1 Definition von Rebound-Kategorien

Um bei der Wohnbausanierung auftretende Reboundeffekte Kategorien zuteilen zu können, sollen zunächst 3 Kategorien von möglichen Effekten definiert werden:

4.1.1.1 Ökonomische Reboundeffekte

Es handelt sich dabei um die bereits erwähnten "klassischen" Reboundeffekte, welche in vielen ökonomischen Bereichen anzutreffen sind und im Wesentlichen den Mehrkonsum einer Dienstleistung (im konkreten Fall einer Energiedienstleistung) bei sinkenden spezifischen Preisen dieser Dienstleistung beschreiben. Im Bereich der Wohnbausanierung werden die spezifischen Kosten der Energiedienstleistung "bezahlter Raum" durch die Erhöhung der technischen Effizienz (Wärmedämmung, hochwertige Fenster, effizientes Heizsystem) gesenkt. Das heißt, das gleiche Komfortniveau in einem Wohngebäude kann nach der Sanierung mit geringeren variablen Kosten⁷ bereitgestellt werden. Ein entsprechender Reboundeffekt tritt dann auf, wenn ein individueller Nutzer aufgrund dieser Verbilligung mehr Energiedienstleistung konsumiert (sein Komfortniveau erhöht) und damit mögliche Einsparungen (auf energetischer und finanzieller Seite) reduziert. Voraussetzung für diesen Effekt ist jedoch, dass der entsprechende Nutzer eine Verbilligung auch wahrnimmt oder zumindest davon überzeugt ist, dass eine entsprechende Verbilligung eingetreten ist.

4.1.1.2 Strukturelle Reboundeffekte

Strukturelle Reboundeffekte sind auf Änderungen der Strukturen in Haushalten in Sanierungsprojekten zurückzuführen. Typische Strukturänderungen betreffen dabei die Infrastruktur zur Heizwärmebereitstellung (Heizungssystem, Wärmeverteilsystem, Automatisierungsgrad und Regelung) sowie die Größe, Gestalt und Nutzungsart des zu beheizenden Wohnraums. Aber auch die Kombination aus technischer Effizienz (z.B. Gebäudehülle) und Leistungsfähigkeit des Heizsystems hat Einfluss auf die Nutzungsstruktur einer Wohnung bzw. eines Gebäudes. Wird im Zuge einer Gebäudesanierung zusätzlicher Wohnraum geschaffen (Loggien-Verbau, Dachausbau), so wird dieser neu geschaffene Raum zumeist auch beheizt oder zumindest temperiert, wodurch ein entsprechender Reboundeffekt entsteht. Wird ein Heizsystem automatisiert (Umstellung von Einzelofen-Beheizung auf zentrale Wärmeversorgung) so entfallen Unannehmlichkeiten durch das "Einheizen" und es wird in der Regel ein höheres Komfortniveau konsumiert, wobei zumeist auch Wohnräume mitbeheizt werden, die zuvor unbeheizt waren. Schlussendlich gibt es zahlreiche Wohnungen in noch nicht sanierten Gebäuden, vor allem in Eck- oder Randlagen, in denen die vorhandene Heizinfrastruktur nicht ausreicht, um komfortable Innentemperaturen zu erzielen. Nach einer Sanierung kann das angestrebte Temperaturniveau erreicht werden, was ebenfalls einen Reboundeffekt darstellt.

4.1.1.3 Technische Reboundeffekte

Technische Reboundeffekte resultieren aus einer suboptimalen Abstimmung von Heizsystem und technischer Gebäudeeffizienz. Wird ein Heizsystem unverändert in einem Sanierungsprojekt belassen, dessen Dimensionierung auf den Ausgangszustand des Gebäudes

⁷ Dieser Zusammenhang gilt im allgemeinen für Kosten. Diese Kosten sind von den Preisen zu unterscheiden, welche vom Wohnungsmieter oder Nutzer bezahlt werden müssen.

abgestimmt war, so ist nach der Sanierung durch ständigen Teillastbetrieb ein geringerer Heizungswirkungsgrad (sowie höhere Emissionswerte und geringere technische Lebensdauer) zu erwarten. Der geringere Wirkungsgrad hat einen technischen Reboundeffekt zur Folge. Analoges gilt für die Einregulierung von Vorlauftemperaturen in zentralen Wärmeversorgungssystemen oder der Umsetzung von Nachtabenkungen.

4.2 verwendete Methoden

In der gegenständlichen Forschungsarbeit kommen im Wesentlichen 3 methodische Bereiche zur Anwendung:

1. **Literaturrecherchen und -analysen:** im gegenständlichen thematischen Bereich ist nunmehr nicht mehr das Auffinden von Literaturstellen problematisch, welche sich mit Reboundeffekten beschäftigen, sondern vielmehr die Bewertung der Inhalte von besonderem Interesse. Quantitative Angaben bezüglich empirisch ermittelter Reboundeffekte und die zu Grunde liegenden Daten sind nach wie vor selten dokumentiert, wie dies in Abschnitt 5 des vorliegenden Zwischenberichts detaillierter erläutert wird. Die Analyse entsprechender Literaturstellen fokussiert somit auf die Bewertung der Transportierbarkeit und Rahmenbedingungen der Gültigkeit von quantitativen Angaben.
2. **Qualitative Interviews:** im Zuge der Erstellung von Fallstudien werden qualitative Interviews mit Bewohnern von Ein- und Mehrfamilienhäusern durchgeführt, welche in neuerer Zeit einer umfangreicheren Sanierung unterzogen wurden. Die qualitativen Interviews werden mit Hilfe eines Erhebungswerkzeuges durchgeführt, welches aus einem standardisierten Fragebogen und einem Interviewleitfaden besteht. Das Erhebungswerkzeug ist in Anhang A abgebildet und hat sich im Zuge der Interviews bewährt. Die Interviews wurden auf Tonträger aufgezeichnet und auszugsweise transkribiert.
3. **Querschnittsanalysen von Mikrodaten:** eröffnen den Zugang zur Quantifizierung von Reboundeffekten. Die Methodik ist hierbei an die Arbeit von Biermayr (1999) angelehnt und ist in besagter Arbeit detailliertest ausgeführt. Im Wesentlichen geht es darum, aus der Verteilung von Parametern in einer umfangreichen Querschnittsdatenbank österreichischer Haushalte (die Quelldaten beinhalten ca. 600 Haushalte) mittels ökonomischer Modellansätze nichtlineare Zusammenhänge beim Übergang von "schlechter" auf "gute" Gebäudequalität (= Sanierung) zu erforschen.

5. Ergebnisse aus den Literaturrecherchen

5.1 Einleitung

Ziel des folgenden Abschnittes ist es, einen kurzen Überblick über die relevante nationale und internationale Forschung zum Thema Reboundeffekte bei der Wohngebäudesanierung zu geben. Ohne Anspruch auf Vollständigkeit sollen anhand kurzer, auszugshafter Beschreibungen beispielhafter Publikationen sowohl methodische Ansätze dokumentiert, als auch Größenordnungen beobachteter Reboundeffekte genannt werden.

Einen vielschichtigen Einstieg in die Thematik der privaten Raumwärmeversorgung, sowohl im methodischen als auch im praktisch empirischen Bereich, eröffnet die Arbeit von Scott (1980). Einzelne Aspekte der Rebound-Thematik werden in der wissenschaftlichen Diskussion von Edelson und Olsen (1980) und von Van Raaij und Verhallen (1982) beschrieben. Die daraus resultierenden energetischen Effekte werden dabei erstmals als „Reboundeffekte“ bezeichnet. Dubin et al. (1986) greifen dieses Thema erneut auf, und schaffen erstmalig eine zwar sehr spezifische aber doch empirische Quantifizierung von Reboundeffekten anhand von allelektrischen amerikanischen Haushalten. Die Autoren weisen dabei auf den hohen Stellenwert der Thematik im Zusammenhang mit energiepolitischen Maßnahmen hin. In der Folge versuchen eine Reihe von Autoren wie Wirl (1988), Hsueh und Gerner (1993), Schwarz und Taylor (1995) oder Cuijpers (1995) den Reboundeffekt gesamtheitlicher zu untersuchen, wobei die Autoren bei empirischen Ansätzen, welche eine Quantifizierung des Effekts ermöglichen sollen, stets an die Grenzen der Datenverfügbarkeit stoßen. Eine empirische Arbeit von Scheer (1996) untersucht praktisch durchgeführte Wohnbausanierungen im Mehrfamilienhausbereich und dokumentiert sowohl qualitative als auch quantitative Ergebnisse in Bezug auf Reboundeffekte. Ein weiterer Vorstoß im empirischen Bereich gelingt im Zuge der Dissertation Biermayr (1999), wobei anhand der Analyse detaillierter Querschnittsdaten österreichischer Haushalte der Reboundeffekt erstmals als Funktion weiterer Parameter diskutiert werden kann. Nicht zuletzt die Artikel von Greening et al. (2000) und Milne und Boardman (2000) unterstreichen die wesentliche Bedeutung von Reboundeffekten für Einsparprognosen im Bereich der Wohngebäudesanierung.

Die Auswahl der im folgenden nun detaillierter behandelten Artikel basiert auf der Zielsetzung, ein breites, inhaltlich/methodisches Spektrum darzubieten und wesentliche Aspekte der Diskussion herauszuarbeiten. In diesem Sinne möge die getroffene Auswahl auch nicht vorrangig als Bewertung der Qualität von Arbeiten aufgefasst werden. Ein weiteres Kriterium stellt die Eignung der präsentierten Artikel als Basis für eine Verzweigung in die spezifische Fachliteratur durch einen gewissen Reichtum an Literaturverweisen dar.

Die Präsentation der Arbeiten erfolgt in chronologischer Abfolge und beginnt stets mit einer nicht interpretierten Darstellung inhaltlich relevanter qualitativer und quantitativer Bereiche. Im Anschluss sind jeweils Anmerkungen des Projektteams zu den entsprechenden Inhalten und deren aktuelle Relevanz angefügt.

5.2 Detaillierte Beschreibungen ausgewählter Literaturstellen

Scott A. (1980) "*The Economics of House Heating*"

Scott (1980) entwickelt in seiner Arbeit einerseits ein technisches Modell für den Heizenergieverbrauch und betrachtet den Haushalt andererseits aus einem ökonomischen Blickwinkel als Firma, welche Temperaturniveaus produziert. Scott merkt eingangs kritisch die Vernachlässigung ökonomischer Größen wie Preis und Einkommen in der Literatur an, und beschreibt diesbezüglich kurz einige Studien inhaltlich ("Bucknall's Close study", Weston (1951); "Electricity Council study", Electricity Council (1975); "The Twin Rivers study", Sinden (1978); "The Better Insulated House project", 1972 – 1980). Scott zeigt somit aus der Sicht des Ökonomen einen, in der Literatur häufig beobachtbaren Mangel des fehlenden interdisziplinären Ansatzes auf und entwickelt daraufhin einen umfassenden Modellansatz, in dem die Parameter Preis der Energiedienstleistung Raumwärme, Preise anderer Güter und Dienstleistungen, Einkommen, Kapital, soziale Charakteristika, Gebäudecharakteristika und externe Temperaturen berücksichtigt werden. Beim Übergang zur anschließenden empirischen Analyse merkt Scott als Hauptproblem die Verfügbarkeit der großen Fülle von Parametern an.

Die empirische Analyse stützt sich im Weiteren auf die Daten von 110 Haushalten, welche sich in Edinburgh befinden. Scott merkt kritisch an, dass es im Allgemeinen nicht möglich ist, bei den verfügbaren Daten bestimmte Verbräuche einzelnen Verbrauchssektoren zuzuordnen. Die in der Studie untersuchten Haushalte weisen als gemeinsames Merkmal die Fernwärmeversorgung auf, wobei keine getrennten Messungen der Heizungs- u. Warmwasseranteile existieren. Weiters stehen weder Einkommen noch soziologische Parameter zur Verfügung, wobei Scott eine Verbindung zwischen den Parametern Einkommen und Wohnungsgröße sieht. Methodisch bewerkstelligt Scott die Analyse mittels kombinierter Betrachtung von Querschnitts- u. Zeitreihendaten und merkt in diesem Zusammenhang an, dass aus Zeitreihendaten meist auf kurzfristige Effekte geschlossen wird und aus Querschnittsdaten langfristige Effekte abgeleitet werden.

Die Analyse der Daten ergibt signifikante Koeffizienten, unter anderem für die Parameter Preis ($\varepsilon_p = -0,38$) und Haushaltsgröße (Koeffizient des Parameters um 0,6), in einem logarithmischen Modellansatz. Weiters ergeben sich signifikante Koeffizienten für die unterschiedlichen untersuchten Zeitspannen (quartalsmäßige Betrachtung). Schlussfolgernd führt Scott die durchwegs mangelnde, und nicht ökonomisch optimale Isolation der Gebäude auf ein Versagen des Marktes in diesen Belangen zurück. Unvollständige Information und fehlende Marktwertsteigerung halten den Haushaltsbesitzer von Investitionen ab. Als weitere Punkte scheinen die Notwendigkeit der Entwicklung eines brauchbaren Maßes für das Temperaturniveau in einem Haushalt (Lufttemperatur, Strahlungsverteilung, Luftfeuchtigkeit,... sind verknüpfte, substituierbare Größen) und die Berücksichtigung der Erkenntnisse durch Bautechniker und Architekten auf.

Anmerkungen: Obwohl Scott Reboundeffekte nicht explizit quantifiziert, zeigt er in der Arbeit doch wesentliche Problemfelder in diesem Zusammenhang auf, wie die komplexe, oft "nicht rationale" Zielfunktion des Individuums, die fehlende Dokumentation von gemessenen Energieverbräuchen oder häufiges "Marktversagen" durch nicht berücksichtigte oder negierte Transaktionskosten oder Informationsprobleme. Scotts eingangs markante

Kritik an der mangelnden Berücksichtigung wesentlicher Parameter in der Literatur wird in seiner Arbeit durch den eigenen empirischen Modellansatz relativiert. Die Problematik bezüglich der Verfügbarkeit von qualitativ hochwertigen und dennoch umfassenden Daten wird dabei deutlich.

Van Raaij W. F. und Verhallen T. M. M. (1982)
"A Behavioral Model of Residential Energy Use"

Van Raaij und Verhallen (1982) beschreiben in ihrem Artikel auf epische Weise den Einfluss verschiedener Parameter auf den Energieverbrauch privater Haushalte. Die Autoren versuchen Einflussgrößen auf den Energieverbrauch aufzuzeigen und Verbindungen zwischen diesen herzustellen, wobei der Schwerpunkt der Betrachtungen auf Verhaltensparameter fällt. Im ersten Teil ihrer Arbeit erfolgt die Vorstellung eines Modells, welches u.a. Verhalten, Einstellung, sozio-demografische Parameter und Energiepreise berücksichtigt, im zweiten Teil werden Parametergruppen diskutiert, welche den Energieverbrauch beeinflussen. Abschließend werden Empfehlungen für Energiesparpolitik und Forschung ausgesprochen. Van Raaij und Verhallen weisen im Zusammenhang mit ihrer Arbeit auf die Schwierigkeiten bei der detaillierten Erfassung von Energieverbräuchen hin.

Der Begriff des "Verhaltens" wird nach Kaufverhalten, Gebrauchsverhalten und Wartungsverhalten differenziert. In einer früheren Arbeit fanden Verhallen und Van Raaij (1981) sechs signifikante Verhaltensparameter und zwei weitere spezifische Parameter, welche ausschließlich das Heizverhalten beschreiben (Schlafraumtemperatur, Thermostatstellungen während Anwesenheit und Abwesenheit, Gebrauch von Fensterrolläden, Lüftungsverhalten, Gebrauchsverhalten von speziellen Räumlichkeiten, Gebrauch der Eingangstüre und Vorhandensein einer Bereitschaftsflamme). Zu den Verhaltenseinflüssen kann auch ein, von den Autoren beobachteter Effekt gezählt werden, welcher gleich bleibende oder sogar steigende Verbrauchswerte für Klimatisierung nach einer Sanierung der Gebäudehülle mit sich bringt. Dieser Effekt wurde auch von Edelson und Olsen (1980) für den Heizenergieverbrauch beobachtet und wird als "Reboundeffekt" bezeichnet.

Neben den Verhaltensparametern führen die Autoren in ihrer früheren Arbeit Verhallen und Van Raaij (1981) und in der späteren Arbeit Van Raaij und Verhallen (1983), auch unter Berücksichtigung von Rosson und Sweitzer (1981), eine Reihe von technischen und strukturellen Parametern an. Diese reichen von Einflussgrößen wie der Raumtemperatur, welche auch den Verhaltensparametern zuordenbar wären, über rein technische Parameter wie die thermische Qualität einzelner Bauteile und die Effizienz des Heizsystems bis hin zu Strukturbeschreibungen der Gebäudeart und der Umgebung (Nachbarschaft). Unter dem Sammelbegriff der sozio-demographischen Einflussgrößen wird die wesentliche Position des Einkommens auch mit Verweisen auf die Arbeiten von Newman und Day (1975), Cunningham und Joseph (1978) und Verhage (1980) unterstrichen. Durch die gedankliche Verbindung des Faktors Einkommen mit korrespondierenden strukturellen Parametern wie der Haushaltsgröße oder Wohnfläche, aber auch mit soziologischen Parametern wie dem Bildungsniveau, werden Ansätze in Richtung der Einbeziehung von Querkorrelationen erkennbar. Im soziologischen Bereich werden weiters die Anzahl der Personen im Haushalt und die personelle Zusammensetzung des Haushaltes als Einflussgrößen angeführt.

Die Rolle des Energiepreises wird von Van Raaij und Verhallen als wesentlich eingestuft, wobei die Auswirkung der Preise auf den Konsum durch mangelnde Informiertheit verzerrt

wird, wie auch von Van Helden und Van Broekhuizen (1977) beobachtet wurde. Als grundsätzliches Problem wird in diesem Zusammenhang die zeitliche Verzögerung zwischen Konsum und Bezahlung (jährliche Abrechnung) genannt. Regelmäßige Informationen über die Energiekosten werden von den Autoren als effizienteres Instrument zur Energiesparmotivation als die Weitergabe allgemeiner Energiesparinformationen gesehen.

Anmerkungen: Reboundeffekte stellen nur einen Teil des gesamten Inhaltes der Arbeit von Van Raaij und Verhallen dar und werden auch hier nicht quantitativ ausgewiesen. Dennoch ist vor allem die Thematisierung der sozio-demographischen und Verhaltensparameter sowie die Informationsproblematik rund um die kurzfristige Energiekosten-Rückkopplung zum Konsumenten für die gegenständliche Arbeit von großem Interesse.

Dubin J.A., Miedema A.K., Chandran R.V. (1986)

"Price Effects of Energy-Efficient Technologies: A Study of Residential Demand for Heating and Cooling"

Dubin, Miedema und Chandran (1986) befassen sich in ihrer Arbeit mit der Quantifizierung des Reboundeffekts. Die Autoren merken kritisch an, dass sich energiepolitische Instrumentarien und Regelungen bei der Abschätzung von Auswirkungen verschiedener Maßnahmen auf den Energiebedarf zumeist auf einfache technische Ansätze stützen, welche die Wirklichkeit nicht entsprechend abbilden. Als Datengrundlage dient den Autoren eine umfassende Datensammlung der Florida Power and Light Company, welche im Zuge einer Untersuchung der Preiseffekte im Bereich der elektrischen Klimatisierung und Raumheizung erhoben wurden. Die Aktion umfasste ca. 2000 Haushalte, von denen ein Teil mit Energiespartechologie (Isolierung der obersten Geschossdecke, Isolierung und effiziente Klimaanlage oder Isolierung und effiziente Wärmepumpe) ausgestattet wurde, und ein anderer Teil als unveränderte Kontrollgruppe beobachtet wurde. Ein besonderes Markenzeichen der Aktion war die zufällige Auswahl der, mit effizienter Technologie ausgestatteten Haushalte, wodurch kein Zusammenhang zwischen Kaufentscheidung für eine bestimmte Technologie und dem damit teils implizierten individuellen Benutzerverhalten gegeben war. Dubin, Miedema und Chandran verwenden im Weiteren ein gemischt technisch-ökonomisches Modell und stützen sich hierbei auf die Vorarbeiten von Brownstone (1980), Hausman (1979) und Dubin und McFadden (1983). Der Unterschied zwischen rein ingenieurmäßiger Betrachtung der theoretischen Einsparpotentiale und den tatsächlich hervorgerufenen Einsparungen beträgt für die Klimatisierung demnach -13% für die Monate mit schwacher Kühllast und zwischen -1% und -2% für die Sommermonate. Die Einsparungen im Sektor der Raumheizung lagen um 8% - 12% unter den technischen Prognosen.

Anmerkungen: Die Studie von Dubin et al. quantifiziert Reboundeffekte auf empirischer Basis. Sie behandelt dabei jedoch ausschließlich Haushalte, welche die Energiedienstleistungssektoren Heizen und Klimatisierung mit elektrischer Energie bewerkstelligen. Dies hat den positiven Effekt der exakten Messbarkeit des aufgetretenen Verbrauches, die Aussagen können aber nicht ohne weiteres auf andere Energieträger übertragen werden.

Von besonderem Interesse ist das asymmetrische Nutzerverhalten über den Jahresverlauf. Sind die Nutzer angesichts geringer Kühllasten durchaus bereit, ein (relativ) hohes zusätzliches Maß an Energiedienstleistung zu konsumieren und zu bezahlen (hoher Reboundeffekt), so ist dieses Verhalten in Zeiten hoher Kühllasten nicht zu beobachten (niedriger Reboundeffekt).

Wirl F. (1988)

"Thermal Comfort, Energy Conservation and Fuel Substitution: An Economic-Engineering Approach"

Wirl (1988) entwickelt in seiner Arbeit ein gemischt ökonomisch-technisches Modell für den Heizenergiebedarf privater Haushalte. Das untersuchte Modell stützt sich auf die Annahme, dass ein Konsument eine bestimmte Energiedienstleistung (thermischer Komfort) in Anspruch nimmt und hierfür einen Mix an durablen (Gebäude) und nicht durablen (Brennstoffe) Gütern einsetzt, welche durchaus substituierbar sind. Mittels des angesetzten theoretischen Modells erfolgt die Lösung des Optimierungsproblems des Konsumenten explizit, ohne Bedarf an ökonometrischen Schätzungen.

Als Beispiele für ökonometrische Abhandlungen zum Thema Energiebedarf führt Wirl die Arbeiten von Berndt und Wood (1975), Halvorsen (1975) und Pindyck (1979a) an. Umfassendere Studien stammen von Nordhaus (1977), Pindyck (1979b) und Bohi (1981). Arbeiten mit dem Hintergrund ökonometrischer Schätzungen werden von Dubin und Mc. Fadden (1984) und Cameron (1985) angeführt.

Wirl beobachtet im Zuge seiner Abhandlung den Umstand, dass Energiesparmaßnahmen betreffend der Bausubstanz zwar aus physikalischer Sicht eindeutig zu trennen sind, jedoch nicht aus finanzieller Sicht, wobei sich dieser Effekt zu den, auch von Williamson (1981) behandelten Transaktionskosten reiht. Weiters zeigt sich ein Fixkostenanteil bei Sparinvestitionen, welcher die optimale Entscheidung wesentlich beeinflusst. Wie auch Dubin et al. (1986) und Hirst (1987) erwartet Wirl einen Anstieg des Anspruches auf Komfort (also einen entsprechenden Reboundeffekt) beim Energiesparinvestierenden Konsumenten zu Folge der gesunkenen Grenzkosten. Als Fragen bleiben abschließend die Differenz zwischen den theoretischen Erkenntnissen und den praktischen Beobachtungen, sowie das Faktum des nicht maximierenden (optimierenden) Verhaltens der Konsumenten für zukünftige Untersuchungen im Raume stehen.

Anmerkungen: Wirl reduziert in seinem formal-analytischen Ansatz, wie auch andere Autoren, die Reboundeffekte auf rein ökonomische Mechanismen (Anstieg des Konsums bei fallendem Energiedienstleistungspreis). Wie sich im Zuge der empirischen Arbeit zeigt, sind jedoch multidimensionale Faktoren wirksam, welche zum Teil auch das "irrationale" Konsumentenverhalten und damit auch die beobachteten Abweichungen von analytischen Ergebnissen und empirischen Beobachtungen erklären.

Hsueh L.M., Gerner J.L. (1993)

"Effect of Thermal Improvements in Housing on Residential Energy Demand"

Hsueh und Gerner (1993) untersuchen in ihrer Arbeit die Einflüsse von bautechnischen Verbesserungen an Gebäuden auf den Energieverbrauch. Der erste Schritt der Arbeit besteht aus der Synthese eines Modells, welches die technischen Gebäudeparameter, die eingesetzten Brennstoffe, die Raumtemperatur, aber auch Preise, Einkommen und demografische Faktoren berücksichtigt. Bezüglich der Heizlast- und Wärmebedarfsberechnung verweisen die Autoren auf Hsueh (1984). Der zugrunde liegende, rein technische Ansatz der Energiebedarfsmodellierung und die Abschätzung der Auswirkungen von Energiesparmodifikationen anhand von Modellgebäuden wurde bereits von Delene und Gaston (1976), Hutchins und Hirst (1978), Moyers (1971) und O'Neil et al. (1981) bearbeitet. Die genann-

ten Arbeiten berücksichtigen jedoch keine soziologischen und ökonomischen Effekte. Durch eventuell durchgeführte, energiebedarfsrelevante Sanierungen des Gebäudes, sinken die Grenzkosten pro Einheit Wärme, und es besteht die Möglichkeit eines erhöhten Wärmekonsums des Verbrauchers (Reboundeffekt). Einen ähnlichen Effekt beobachten Blair et al. (1984) und Mayo und Mathis (1988) bei der Analyse von Treibstoffbedarf und der Effizienz von Kraftfahrzeugen und beobachten in diesem Zusammenhang, dass ein Teil der Einsparungen aus der gesteigerten Effizienz für zusätzlich gefahrene Wegstrecken verwendet wird. Hsueh und Gerner merken kritisch an, dass im Gegensatz zu den Vernachlässigungen von ökonomischen Aspekten eher technisch orientierter Autoren, Ökonomen wiederum zu ökonomisch orientierten Ansätzen neigen und die technischen Aspekte vernachlässigen. Als Beispiele für Analysen in denen nebst ökonomischen auch technische Parameter zur Auswertung kommen, nennen die Autoren die Arbeiten von Neels (1981), Scott (1980) und Khazzoom (1986).

Hsueh und Gerner verifizieren im Folgenden ihren Modellansatz mittels verfügbarer Mikrozensusdaten aus den Jahren 1980-1981. Nach Plausibilitätskontrollen wurde eine Stichprobe von ca. 1500 Haushalten zur Auswertung herangezogen. Die Autoren merken an dieser Stelle kritisch an, dass die Qualität der verwendeten Daten in Hinblick auf Informationen über Wandaufbauten, Isolationsmaßnahmen und nicht zuletzt die Effizienz der Heizsysteme verbesserungswürdig wäre. Die Abbildung der Gebäudehülle wird nicht zuletzt aus diesem Grund durch zahlreiche, teilweise binäre Variablen (Isolation vorhanden oder nicht) bewerkstelligt, anstatt eine schlüssige Größe wie z.B. eine Maßzahl für den spezifischen Wärmebedarf zu definieren. Auf die Problematik der Bestimmung der Effizienz von verschiedenen Heizsystemen weist auch Neels (1981) hin, wobei dieser eine große Variation der Effizienz nach verschiedenen Brennstoffen, und eine verhältnismäßig geringe Abhängigkeit der Effizienz vom Alter des Heizsystems innerhalb einer Brennstoffklasse findet.

Hsueh und Gerner befinden im Weiteren die Isolation der obersten Geschossdecke als die effektivste Maßnahme für Energieeinsparungen, wobei das größte Sparpotential bei den gutsituierten Haushalten geortet wird. Weiters erfolgt der Vergleich mit den Ergebnissen des technischen Modells von Delene und Gaston (1976), welcher eindeutig die wesentlich höher eingeschätzten Sparpotentiale des rein technischen Modells vor Augen führt.

Anmerkungen: Die Arbeit von Hsueh und Gerner bringt neue Aspekte in die Rebound-Diskussion ein. Einerseits werden entsprechende Effekte in anderen Sektoren dokumentiert, andererseits wird der Reboundeffekt in Abhängigkeit der sozio-ökonomischen Situation von Haushalten betrachtet.

Schwarz P.M., Taylor T.N. (1995)

"Cold Hands, Warm Hearth?: Climate, Net Takeback, and Household Comfort"

Die Arbeit von Schwarz und Taylor (1995) behandelt den Reboundeffekt (in der englischsprachigen Literatur auch als "Takeback", "Snapback" oder "Comfort-Effekt" bezeichnet) auf umfassende Weise. Ausgehend von bereits zahlreichen Vorarbeiten verschiedener Autoren mit teilweise widersprüchlichen Aussagen versuchen Schwarz und Taylor anhand eigener Daten den Reboundeffekt zu verifizieren. Sie stützen sich hierbei auf durch persönliche Interviews erhobene Daten von knapp 1200 Haushalten aus dem Zeitraum 1984-1985. Die Daten enthalten Monatswerte, wobei besonderes Augenmerk auf die Innen- u.

Außentemperaturen, Isolationsstärken, Energierechnungen und Energieverbräuche gelegt wurde. Weiters wurden nur Haushalte in die Studie inkludiert, die über eine Thermostatregelung des Heizsystems verfügten um eventuelle Einflüsse der individuellen Betriebsweise von nicht geregelten Heizsystemen auszuschalten.

Als Ausgangsbasis ihrer eigenen Arbeit zitieren Schwarz und Taylor unter anderem Hausman (1979) der einer der ersten Autoren ist, welcher den Energieverbrauch aus dem Komfort herleitet. Dieser diskutiert aber in diesem Zusammenhang keinen Reboundeffekt. Entsprechende Untersuchungen werden auch von Friedman (1987) durchgeführt, welcher beobachtet, dass Häuser unter kälteren klimatischen Bedingungen auf höherem Temperaturniveau gehalten werden, als Häuser in wärmeren Gebieten, da durch die bessere thermische Isolation der Häuser in der kalten Umgebung auch geringere Grenzkosten für die Raumheizung entstehen. Die betreffenden Konsumenten reagieren mit höheren Thermostatstellungen. Dewees und Wilson (1990) verfolgen ein gegenläufiges Argument, das eine überproportionale Energieeinsparung durch die Gebäudedämmung favorisiert. Dewees und Wilson argumentieren mit dem, durch die Dämmmaßnahmen veränderten Raumklima (Luftfeuchtigkeit, Speicherverhalten), welches dieselbe Behaglichkeit bei geringerer Raumtemperatur ermöglicht. Ein ähnlicher Effekt wird auch von Dinan und Trumble (1989) beobachtet. Schwarz und Taylor versuchen aus diesem Grunde (gegenläufige Teileffekte) Netto-Reboundeffekte zu ermitteln. Die vielzitierte Studie von Dubin, Miedema und Chandran (1986) beschreibt einen Reboundeffekt von 8-13%. Die analysierte Gruppe von Haushalten mit verbesserter Gebäudeisolation und verbesserten Heizsystemen wies somit um 8-13% geringere Energieeinsparungen auf, als dies durch technische Berechnung prognostiziert wurde. Dubin und Henson (1988) verwenden empirische Schätzungen des Heizenergiebedarfes um Einsparungen durch Gebäudeisolation zu simulieren und vergleichen diese Ergebnisse mit einer rein technischen Berechnung der Einsparungen. Der daraus resultierende Reboundeffekt beläuft sich auf 33%. Hirst, White und Goeltz (1985) analysieren ein Sanierungsprogramm eines amerikanischen Energieversorgers und beobachten einen Reboundeffekt von 10%, der unter anderem von einem mittleren Anstieg der Raumtemperatur von 1°C nach der Sanierung hervorgerufen wird. Dian und Trumble (1989) beobachten bei der Analyse eines Sparprogramms einen nicht zu vernachlässigenden Reboundeffekt, der allerdings nur zum Teil mittels der einhergehenden Raumtemperaturerhöhung erklärt werden kann.

Schwarz und Taylor untersuchen in ihrer Arbeit die Einflussgrößen auf die Thermostatstellung, wobei Gebäudeisolation, Energiepreis, Einkommen, Wohnfläche, Baujahr und zwei Dummy-Variablen, einerseits für das Vorhandensein eines Haushaltsmitgliedes jünger als sechs Jahre, andererseits für Personen älter als 65 Jahre, berücksichtigt werden. Die Autoren erreichen bei einer umfassenden ökonomischen Analyse von 1188 Haushalten allerdings nur Bestimmtheitsmaße für die verwendeten Modelle um 0,1. Ein sehr ähnlicher Ansatz ist in der Arbeit von Anderson und Kushman (1987) zu finden. Diese wählten zur Beschreibung des Energiebedarfs neben den anfangs genannten Parametern ebenfalls Dummy-Variablen für im Haushalt befindliche Kinder oder ältere Personen. Schwarz und Taylor beobachten in ihrem Artikel niedrigere Thermostatstellungen in Haushalten, welche in kälteren Klimaregionen liegen und gehen somit konform mit Dewees und Wilson und wider den Angaben von Friedmann. Generell beobachten die Autoren eine Verbesserung der Gebäudeisolation mit klimatisch kälter werdender Lokalität des Haushaltes. Die Thermostatstellungen fallen in den von Schwarz und Taylor untersuchten Haushalten weiters mit steigenden Brennstoffpreisen und neuerem Baujahr, wobei letzter Effekt keine hohe Signifikanz aufweist. Der Reboundeffekt wird von den Autoren in einem Bereich von 1,4% bis

3,4% geschätzt und somit schwächer als von Dubin, Miedema und Chandran (1986) eingestuft, welche denselben mit 8% bis 12% einschätzen. Für den Anstieg der Innentemperatur durch Isolationsmaßnahmen nennen die Autoren den sehr niedrigen Wert von $0,04^{\circ}\text{C}$ Temperaturanstieg bei 10%iger Verbesserung der Isolation. Vorangegangene Studien wiesen durchwegs höhere Werte aus, wie z.B. $0,08^{\circ}\text{C}$ von Ternes und Stovall (1988), $0,3^{\circ}\text{C}$ von Dinan und Trumble (1989) oder $1,0^{\circ}\text{C}$ von Hirst, White und Goeltz (1985).

Anmerkungen: Die Arbeit von Schwarz und Taylor beinhaltet neben einer umfassenden soliden Literaturrecherche zum Thema auch die Dokumentation eigener empirischer Arbeiten der Autoren mit sehr konkreten quantitativen Angaben über die Ergebnisse. Kritisch muss angemerkt werden, dass die statistische Absicherung und Signifikanz mancher Zahlenwerte etwas zweifelhaft erscheint. Gut zum Ausdruck kommt jedoch auch die extreme Bandbreite von Ergebnissen, deren Analyse eine eigene wissenschaftliche Arbeit erforderlich machen würde.

Cuijpers C. (1995)

"A Joint Model of Household Space Heat Production and Consumption: Empirical Evidence from a Belgian Micro-Data Survey"

Cuijpers (1995) entwickelt in seiner Arbeit ein Modell für die Produktion und den Konsum von Raumwärme unter Berücksichtigung des Umstandes, dass der Haushalt gleichzeitig als Produzent und Konsument agiert. Die Entwicklung des Modells basiert auf der Annahme, dass der Nutzen des Komforts aus einer Kombination des Verbrauchsgutes Energie und des Gebrauchsgutes der technischen Ausstattung (Isolation, Heizsystem usw.) produziert wird. Cuijpers bezieht sich methodisch auf die Arbeiten von Anderson und Kushman (1987), Baxter et al. (1986), Capper und Scott (1982), Douthitt (1986), Hsueh und Gerner (1993), Klein (1987), Krumm (1982), Poyer und Williams (1993), Scott (1980) und Willett und Naghshpour (1987).

Zum Zweck der Untersuchung des Einflusses der Raumtemperatur, oder umfassender des thermischen Komforts, definiert Cuijpers das Maß der "Raum-Grad-Stunden", welches neben der Temperatur auch das Raumvolumen und die Dimension der Zeit berücksichtigt. Die damit bewerkstelligte Aggregation vermutlich disaggregiert verfügbarer Variablen erschwert in der Folge allerdings die Interpretation der Teileffekte. Bereits Scott (1980) zeigt das Fehlen von funktionellen Maßen für die Bewertung der Temperaturniveaus in Haushalten auf [siehe hierzu auch die Arbeiten von Capper und Scott (1982), Collins und Gray (1983) und Kushman und Anderson (1986)]. Cuijpers definiert weiters die thermische Effizienz als jene Energiemenge, welche zur Bereitstellung einer "Raum-Grad-Stunde" nötig ist.

Cuijpers berücksichtigt nebst ökonomischen Parametern auch die Bauperiode, die Art des Heizsystems, und die Gebäudequalität, welche mittels zahlreichen Dummy-Variablen in das Modell implementiert werden. Durch die binäre Variablenformulierung gehen Detailaussagen verloren, wobei der Autor in diesem Belange auf die mangelnde Verfügbarkeit besserer Daten verweist. Als Datengrundlage verwendet Cuijpers Mikrozensusdaten von ca. 2000 belgischen Haushalten und merkt diesbezüglich einige wesentliche Kritikpunkte an, welche die wenigsten Autoren mit vergleichbarer Datenbasis explizit erwähnen: 1.) die Periode der Ausgaben für einen Energieträger deckt sich nicht notwendiger Weise mit der Periode des Konsums; 2.) die erfassten Energieverbräuche und Ausgaben für die unter-

schiedlichen Energieträger betreffen nicht nur den behandelten Heizenergieverbrauch, sondern in unbekanntem Maße auch die Energiedienstleistungssektoren der Warmwasserbereitung und des Kochens. Es entsteht somit bei den Zahlen für die Verbräuche und die Kosten ein teils undefinierter Mix aus den verschiedenen Sektoren. Die Bereinigung dieses Punktes wird nur von wenigen Autoren behandelt [Mouchart und Rutgeerts (1989)]; 3.) die mangelnden Informationen bezüglich der Bausubstanz (es sind keine U-Werte bekannt); 4.) eine Ausgabenerhebung bringt keine klaren Preisinformationen. Cuijpers kommt zu dem Schluss, dass die verwendeten Mikrozensusdaten keine ideale Grundlage für die Schätzung der angeführten Modelle darstellen.

Cuijpers findet zahlreiche signifikante Koeffizienten der getesteten Parameter und erhält für einen umfassenden Modellansatz ein Bestimmtheitsmaß von 0,55. Für die Eigenpreiselastizität resultiert ein Wert von $-0,31$ und für die Einkommenselastizität $0,32$, womit ähnliche Werte auftreten, wie dies bei Klein (1987) und Scott (1980) der Fall ist. Die genannten Elastizitäten werden von Cuijpers als kurzfristige Elastizitäten eingestuft, und er merkt in diesem Zusammenhang an, dass die langfristigen Elastizitäten über den ermittelten Werten liegen müssen, diese aber mittels Querschnittsdaten aus nur einer Erhebungsperiode nicht gefunden werden können. Nebst einigen Strukturvariablen wird eine, ins soziologische Umfeld einzustufende, qualitative Variable getestet, welche einen nicht aktiven (im Haushalt dauernd anwesenden) Erwachsenen kennzeichnet. Cuijpers interpretiert aus dem Ergebnis einen 28% höheren Heizenergieverbrauch für Haushalte mit dauernder Anwesenheit einer Person und schließt daraus weiter auf einen beträchtlich höheren Energieverbrauch von Haushalten mit älteren (pensionierten) Personen. Aufgrund der geschätzten ökonomischen Parameter findet Cuijpers einen Reboundeffekt in der Größenordnung von 31% und verweist in diesem Zusammenhang auch auf die Arbeit von Khazzoom und Miller (1982).

Anmerkungen: Die Arbeit präsentiert einen umfassenden, theoretischen Modellansatz und beleuchtet selbstkritisch die empirische Analyse aufgrund real existierender Daten. In diesem Zusammenhang sind die Aggregiertheit von Verbrauchsdaten und die Asynchronität von Verbrauchs- und Kostendaten von besonderem Interesse.

Scheer Peter (1996)

"Energieeinsparung durch thermische Gebäudehüllensanierung"

Scheer befasst sich in seiner Diplomarbeit mit der empirischen Analyse von Energieeinsparungen durch thermische Gebäudesanierung bei 11 konkreten Mehrfamilien-Wohnhäusern. Der Autor berechnet die Wärmebedarfskennzahlen gemäß ÖNORM 8135 und vergleicht die theoretischen Bedarfswerte vor und nach der Sanierung mit den gemessenen Energieverbräuchen. Weiterführend erfolgt die Berechnung unterschiedlicher Wirtschaftlichkeitsdaten der untersuchten Gebäude.

Der Autor resumptiert seine Arbeit mit den Worten "Grundsätzlich kann gesagt werden, dass die theoretischen Einsparwerte immer optimistischer ausfallen als die praktischen." und führt dies auf mangelhafte Berechnungsverfahren der statischen Wärmebedarfsberechnung, auf bautechnische Mängel und auf Änderungen im Benutzerverhalten der betroffenen Bewohner zurück. Quantitativ erhält Scheer Abweichungen (Differenzen) der theoretischen Nutzeneinsparung (in %) und der praktischen Nutzeneinsparung (in %)

von 2 bis 20 % wobei die theoretischen Erwartungen in einem Bereich von 24 bis 41 % variieren.

Bezüglich der Wirtschaftlichkeit der getroffenen Maßnahmen findet Scheer kein Objekt, dessen Sanierungsmaßnahmen sich innerhalb 25 Jahren amortisieren können. Der Autor führt diesen Umstand auf die Ausführung suboptimaler Sanierungsmaßnahmen zurück (zu geringe Dämmdicken, realisiert wurden jeweils 5-6 cm Dämmdicke bei einem wirtschaftlichen Optimum von 11 cm).

Aspekte, die Scheer trotz fehlender Wirtschaftlichkeit und Nichterreicherung der Einsparziele positiv hervorstreicht sind das gestiegene Komfortniveau in den Wohnungen sowie die Reduktion verschiedener bauphysikalischer Probleme wie der Neigung zur Schimmelbildung.

Anmerkungen: Eine mit großer Akribie durchgeführte empirische Arbeit, welche Daten mit einem selten anzutreffenden Detaillierungsgrad dokumentiert.

Biermayr Peter (1999)

"Einflussparameter auf den Energieverbrauch der Haushalte"

Zur Entwicklung erfolgreicher energiepolitischer Strategien beschäftigt sich Biermayr in seiner Dissertation detailliert mit dem Energieverbrauch der privaten Haushalte in Österreich. Die Arbeit fokussiert mittels eines interdisziplinären Ansatzes vor allem auf die Einflussparameter auf den Energieverbrauch der Haushalte. Als Grundlage der Forschungsarbeiten dienen dabei umfassende Querschnittsdaten von 500 österreichischen Haushalten, welche mittels ökonomischer Modellbildung analysiert werden. Es kommen ökonomische, technische, strukturelle, soziologische Parameter und Verhaltensparameter für die Energiedienstleistungssektoren Raumheizung, Warmwasserbereitung und Haushaltsgeräte und für die aggregierten Sektoren Gesamtenergie- und Gesamtstromverbrauch zur Auswertung.

Besonderes Augenmerk fällt in der Arbeit auf die Vernetzung von Parametern und Parametergruppen, was in der Folge zur Ableitung kurz- und langfristiger Preis- und Einkommenselastizitäten für die einzelnen Verbrauchssektoren führt. Weite Bereiche der Arbeit sind dem Benutzerverhalten des Energiekonsumenten gewidmet. In diesem Zusammenhang wird der Einfluss des Benutzerverhaltens ebenso untersucht wie der Energieverbrauch typischer Haushaltsmuster und die Abhängigkeit des Energieverbrauchs von Verhaltensparametern und der individuellen Einstellung. Eine Analyse des Einflusses von Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energieträger ergänzt die Arbeit.

Im thematischen Bereich der Reboundeffekte schafft Biermayr durch einen in der Literatur erstmalig beobachteten Ansatz eine Quantifizierung dieser Effekte. Durch eine statistische Schätzung der Beziehung zwischen spezifischer Heizlast (Bedarfskennzahl) und der tatsächlichen Heizendenergieverbrauchskennzahl (Verbrauchskennzahl) mittels einer polynomischen Funktion kann der Autor eine Nichtlinearität in dieser Beziehung nachweisen und begründet somit aufgrund einer Querschnittsanalyse einen gangbaren Weg, um Reboundeffekte quantifizieren zu können. Der Autor beziffert in der Folge die Größenordnung von realistisch auftretenden Reboundeffekten zwischen ca. 3 % und 38 %, wobei die Höhe dieser Effekte vom Ausgangszustand der Sanierung und vom Sanierungsumfang

abhängig gemacht wird. Dieser interessante Ansatz wird in "MARESI" ausgebaut und dient in der Folge zur Quantifizierung von Reboundeffekten.

Aus den gewonnenen Erkenntnissen zieht der Autor umfangreiche Schlussfolgerungen in Bezug auf die Wirksamkeit energiepolitischer Maßnahmen und differenziert diese Wirksamkeitseinschätzungen auch nach Energiedienstleistungssektoren.

Anmerkungen: Eine umfangreiche Arbeit mit Fokus auf Einflussparameter auf den Energieverbrauch, wobei der wesentlichste Beitrag zum Forschungsprojekt "MARESI" im methodischen Ansatz zur Quantifizierung von Reboundeffekten zu sehen ist.

Goeffrey Milne, Brenda Boardman (2000)

"Making cold homes warmer: the effect of energy efficiency improvements in low-income homes"

Die Autoren erforschen in ihrem Artikel Reboundeffekte aufgrund des Temperaturanstieges in Wohnräumen nach der Durchführung von Sanierungsmaßnahmen, welche die energetische Nutzungseffizienz erhöhen. Das zentrale Motiv der Arbeit ist es dabei, den zwei Zielen, einerseits den Energieeinsparungen und andererseits der Bereitstellung von erschwinglicher Wärme in Haushalten mit geringem Einkommen, auf eine zufrieden stellende Art nachzukommen. Die Autoren merken dabei eingangs auch an, dass nur eine sehr geringe Anzahl von Studien sich in der Vergangenheit um eine Quantifizierung dieser Reboundeffekte bemüht hat.

In der Studie werden in der Folge empirische Daten von entsprechend dokumentierten Energiesparprogrammen in Großbritannien aus dem Zeitraum 1980 bis 2000 herangezogen. Wesentliche Ergebnisse zeigen, dass der Sanierungserfolg von den betroffenen Haushalten in erster Linie am Anstieg der Innenraumtemperatur gemessen wird und Energieeinsparungen von untergeordneter Bedeutung sind. Der Reboundeffekt wird im Weiteren in Abhängigkeit der Ausgangs-Raumtemperatur abgeschätzt und wird bei einem Raumtemperaturniveau von 16,5°C mit 30% und bei einem Niveau von 14°C mit 50% beziffert. Ab einer Innenraumtemperatur von 20°C finden die Autoren für die untersuchten Haushalte keinen Reboundeffekt mehr, das heißt, Effizienzsteigerungen werden zu 100% in Energieeinsparungen umgesetzt.

Die Autoren dokumentieren weiters eine stark inhomogene Temperaturverteilung in englischen Haushalten und schließen daraus, dass die Wohnzimmertemperatur alleine nicht ausreicht, um einen entsprechenden Haushalt zu charakterisieren. Weiters werden Maßnahmen empfohlen, welche die Strahlungsverteilung in den Innenräumen positiv beeinflussen (es werden 2-Scheiben-Verglasungen als Beispiel angeführt), da diese Maßnahmen den Reboundeffekt in der Praxis auf 20% beschränken.

Abschließend wird angemerkt, dass das wesentliche Hemmnis für eine detailliertere Untersuchung des Themas in der Verfügbarkeit von Daten über die tatsächlichen Energieeinsparungen in sanierten Gebäuden liegt. Dieses Manko verhinderte in der Studie vor allem die Untersuchung von Haushalten mit höherem Einkommen.

Anmerkungen: Die Arbeit dokumentiert den interessanten Ansatz, den Reboundeffekt in Abhängigkeit der Innenraumtemperatur vor der Sanierung darzustellen. Dieser Ansatz ist

somit mit jenem von Biermayr (1999) vergleichbar, der den Reboundeffekt unter anderem als Funktion des Sanierungs-Ausgangszustandes darstellt und auch zu vergleichbaren Größenordnungen der Reboundeffekte gelangt, obwohl die methodischen Ansätze stark differieren.

Lorna A. Greening, David L. Greene, Carmen Difiglio (2000)
"Energy efficiency and consumption - the rebound effect - a survey"

Die Autoren präsentieren in ihrem Artikel eine äußerst umfangreiche Literaturliste zum Thema Reboundeffekte. Sie merken eingangs an, dass der Begriff "Reboundeffekt" in der Literatur nicht einheitlich definiert ist und dieser Umstand große Sorgfalt bei der Analyse der Literaturstellen bedingt. Die quantitativen Ergebnisse aus den unterschiedlichen Arbeiten variieren dabei in einem kleinen bis mittleren Bereich.

Im thematischen Bereich der Reboundeffekte unterschiedlicher Energiedienstleistungssektoren von privaten Haushalten nennen die Autoren Zahlen für Reboundeffekte für den Sektor Raumwärme von 10-30%, für die Klimatisierung von 0-50%, für die Warmwasserbereitung von 10-40%, für die Beleuchtung von 5-12%, für elektrische Haushaltsgeräte von 0% und für den Individualverkehr von 10-30%.

Der Großteil der dabei analysierten Studien fokussiert auf die Energiedienstleistungsbereiche der Raumwärme und des Individualverkehrs. Alleine im Bereich des privaten Energieverbrauchs (die oben angeführten Sektoren) zitieren die Autoren 68 Studien.

Anmerkungen: Die Literaturliste von Greening et al. eignet sich im besonderen Maße als Einführung in die Thematik und als Ausgangspunkt für weitere Literaturrecherchen.

5.3 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen aus der Literaturliste

Wie die vorgestellten Arbeiten zeigen, sind Reboundeffekte durchaus auch ein Thema internationaler Forschungsbemühungen. Es wird die globale Bedeutung dieses Themas betont, da die Steigerung der technischen Effizienz durchaus als zentrale Maßnahme gegen unerwünschte Folgen der Energienutzung, wie der Treibhausgasproblematik, gesehen wird. Die Wirksamkeit von Effizienzsteigerungen wird durch Reboundeffekte jedoch deutlich reduziert.

Die von den unterschiedlichen Autoren verwendeten methodischen Ansätze lassen sich in theoretisch-formale, analytische Ansätze, empirisch-ökonomische Ansätze und gemischte Ansätze unterteilen. Besonders Anwender analytischer Ansätze neigen dabei dazu die Reboundeffekte auf einfache ökonomische Vorgänge zu reduzieren (sinkende Grenzkosten,...), was wegen der Komplexität der Effekte jedoch eine sehr grobe Vereinfachung darstellt.

Die Daten, welche den Studien zu Grunde liegen sind meist der zentrale Schwachpunkt selbiger, was von vielen Autoren auch dokumentiert wird. Die für die Untersuchungen

nötige Kombination von Datenqualität und -quantität ist schwierig bis gar nicht verfügbar, wobei perfekt dokumentierte Fallstudien für statistisch relevante Aussagen nicht in ausreichender Anzahl verfügbar sind und entsprechende Zensusdaten zu unscharf sind oder die wesentlichen Modellparameter nicht enthalten.

Die Ergebnisse der unterschiedlichen Studien decken zahlreiche Energiedienstleistungssektoren ab und variieren in den einzelnen Sektoren in plausiblen Bereichen. Die Ergebnisse sind dabei leider selten allgemeingültig, sondern beziehen sich auf spezielle Rahmenbedingungen oder Haushaltstypen. Studien, welche Reboundeffekte als Funktion weiterer Parameter quantitativ ausweisen sind äußerst selten.

In der gegenständlichen Forschungsarbeit "MARESI" wird ein einfach und universell handhabbares Instrument zur Abschätzung von Reboundeffekten benötigt, welches von den Projektzielgruppen bedient werden kann. Ein solches Instrumentarium konnte auch nach intensiven Recherchen nicht gefunden werden und muss, so wie dies auch geplant war, von "MARESI" selbst bereitgestellt werden. Die Zahlen aus der recherchierten und analysierten spezifischen Literatur dienen im Zuge der weiteren Forschungsarbeit als Kontroll- und Vergleichsmittel. Weiters erbringen quantitative Angaben aus der Literatur wertvolle Informationen bezüglich der geografischen aber auch der sozio-ökonomischen Transportierbarkeit von Ergebnissen.

6. Ergebnisse aus den Fallstudien

6.1 Einleitung

Die Ausarbeitung von exemplarischen Fallstudien stellt neben den Querschnitts-Mikrodatenanalysen den wesentlichen Teil der empirischen Projektarbeit von MARESI dar. Es wird mittels der Ausarbeitung der vorliegenden Fallstudien ein anschaulicher Zugang zu verschiedenen Sanierungsprojekten, dem Ablauf der Sanierungen, dem Sanierungserfolg, der Zufriedenheit der Bewohner und den qualitativen Aspekten der Reboundeffekte geschaffen.

Das Auffinden von geeigneten Sanierungsprojekten für die Fallstudien nach einem, anfangs sehr ambitionierten Anforderungsprofil war äußerst schwierig. Die größten Mängel bestehen in diesem Zusammenhang im Bereich der Verfügbarkeit von gemessenen und verlässlichen Energieverbrauchsaufzeichnungen für einen Zeitraum vor dem Sanierungsgeschehen und für einen Zeitraum danach. Dabei sollten die gemessenen Verbräuche nur den Bereich der Raumheizung betreffen. Falls überhaupt Aufzeichnungen existieren, betreffen diese aber oftmals die aggregierten Bereiche Raumwärme und Warmwasserbereitung oder lediglich den Zeitraum vor bzw. nach der Sanierung. Bei bestimmten Heizsystemtypen (vor allem bei Fernwärme und bei Blockheizungsanlagen) ist die Bestimmung des individuellen Heizenergieverbrauches einer Wohneinheit in der Praxis überhaupt unmöglich. Es wurde deshalb im Bereich der Fallstudien auf eine rechnerische Analyse gänzlich verzichtet. Detaillierte Ausführungen zur Quantifizierung von Reboundeffekten sind Gegenstand von Kapitel 7 der vorliegenden Studie.

Die Diskussion des Sanierungserfolges und der zu beobachtenden Reboundeffekte erfolgt im Weiteren auf der Basis der Auswertung sehr umfangreicher qualitativer Interviews. Das entsprechende Erhebungswerkzeug (standardisierter Fragebogen und Interviewleitfaden) ist in Anhang A dokumentiert.

6.2 Dokumentation der Fallstudien

Die Dokumentation der bearbeiteten Fallstudien gliedert sich jeweils in 2 Abschnitte:

- **Formale Kurzdarstellung:** die wesentlichen Gebäudeparameter, die getroffenen Sanierungsmaßnahmen, Daten zur Sanierungsdurchführung und Informationen zur Bewohnerstruktur werden dargestellt.
- **Qualitative Auswertung:** Aspekte aus den qualitativen Interviews werden ausgearbeitet und nach thematischen Schwerpunkten gegliedert dargestellt. Themen welche dabei behandelt werden sind: Motivation für die Sanierung, Gründe für die konkrete Auswahl der Maßnahmen, Maßnahmen zur Information der Bewohner, Bewohnerzufriedenheit (in mehreren Bereichen), Benutzerverhalten vor und nach der Sanierung, Wissen/Bewusstsein, Reboundeffekte qualitativ;

Die Auswahl der Fallstudien wurde so getroffen, dass wesentliche Gebäudetypen des österreichischen Gebäudebestandes (und damit häufig zu erwartende Sanierungsprojekte) berücksichtigt werden. Vertreter der Projektzielgruppen sollen bei konkreten, anstehenden

Sanierungsvorhaben, im Bereich dieser Gebäudetypen entsprechende Vergleichsprojekte vorfinden, um typische Problemfelder oder wesentliche Faktoren zur Vermeidung bzw. Reduktion von Reboundeffekten einschätzen zu können.

Es wurden im Bereich der Fallstudien 4 Einfamilienhäuser (EFH) und 8 Mehrfamilienhäuser (MFH) dokumentiert. Bei jeweils der Hälfte dieser Projekte handelt es sich dabei um ambitionierte Sanierungen bzw. um Standardsanierungen. In untenstehender Tabelle 6.1 sind die untersuchten Fallstudien übersichtlich zusammengestellt.

Tabelle 6.1: Übersicht über die bearbeiteten Fallstudien

	ambitioniert	konventionell
Ein- u. Zweifamilienhäuser	1 EFH in Gablitz (NÖ) <i>Baujahr:</i> 1935 <i>Sanierung:</i> 1991, 1997 <i>Stichworte:</i> Solarthermie, ökologische Dämmstoffe	3 EFH in Müllendorf (Bgl.) <i>Baujahr:</i> 1953 <i>Sanierung:</i> 1990, 1992/93 <i>Stichworte:</i> geringe Dämmdicke, allelektrisch
	2 ZFH in Neckenmarkt (Bgl.) <i>Baujahr:</i> 1968 <i>Sanierung:</i> 1995 <i>Stichworte:</i> Solarthermie, Solar passive Elemente, Wohnraumerweiterung	4 EFH in Wien, 21. Bezirk <i>Baujahr:</i> 1936 <i>Sanierung:</i> 1997 <i>Stichworte:</i> nur Außenwanddämmung, Wintergarten
Mehrfamilienhäuser	5 MFH in Innsbruck (Tirol) <i>Baujahr:</i> 1908 <i>Sanierung:</i> 1996-97 <i>Stichworte:</i> Wohnraumerweiterung, Korkdämmung, Solarthermie	9 MFH in Neu Guntramsdorf (NÖ) <i>Baujahr:</i> 1940 <i>Sanierung:</i> 1993-1996 <i>Stichwort:</i> Generalsanierung, Bauschäden
	6 MFH in Salzburg (Sbg.) <i>Baujahr:</i> 1957 <i>Sanierung:</i> 1997 <i>Stichworte:</i> vorgehängte Balkone, 12 (18) cm Dämmung	10 MFH in Wien, 5. Bezirk <i>Baujahr:</i> 1924-1926 <i>Sanierung:</i> 1993-1996 <i>Stichworte:</i> Fernwärme, historischer Bau
	7 MFH in Linz (OO) <i>Baujahr:</i> ca. 1965 <i>Sanierung:</i> 1995 - 2001 <i>Stichworte:</i> 10 cm Dämmdicke plus TWD	11 MFH in Mödling (NÖ) <i>Baujahr:</i> 1967 <i>Sanierungen:</i> 1996 <i>Stichworte:</i> Generalsanierung
	8 MFH in Graz (Stmk) <i>Baujahr:</i> 1961 <i>Sanierung:</i> 1999 - 2001 <i>Stichworte:</i> Contracting-Modell, Solarthermie	12 MFH in Wien, 12. Bezirk <i>Baujahr:</i> 1965 <i>Sanierung:</i> 1992/93 <i>Stichworte:</i> Generalsanierung

6.2.1 Fallstudie 1: Einfamilienhaus in Gablitz (NÖ)

6.2.1.1 Formale Kurzdarstellung



Abbildung 6.1: NW-Ansicht des Gebäudes

Gebäudetyp: Freistehendes Einfamilienhaus in massiver Bauweise, zweigeschossig.

Lage: Das Gebäude liegt in Nordhangelage in Gablitz bei Wien (Wienerwald).

Baujahr: 1935

Sanierung: 1991, 1997

Wohnfläche: vor Sanierung: 70 m², nach Sanierung: 105 m²

Chronologie der Sanierungsarbeiten:

1991 wurde der Dachboden ausgebaut, und das Dach sowie die Außenmauern im ersten Stock gedämmt. Weiters wurde ein neues Heizsystem sowie Solarkollektoren zur Warmwasserbereitung und teilsolaren Heizung installiert.

1997 wurden die Außenmauern im Erdgeschoss gedämmt und die Fenster (Kastenfenster mit Holzrahmen) neu isoliert.

Bauteilbeschreibung vor Sanierung:

Erdgeschoss: Vollziegel (30 cm) ungedämmt, Südwand (teilweise in Hang gebaut) Sandstein (50 cm).

Obergeschoss: Hochlochziegel (30 cm) mit vorgesetzter Sichtschalung aus Holz.

Oberste Geschossdecke: Holztramdecke (20 cm) ungedämmt.

Bauteilbeschreibung nach Sanierung:

Außenwände im Erdgeschoss mit 8 cm Polystyrol im Obergeschoss mit 12 bis 14 cm Zellulose (eingebblasen) gedämmt.

Dachschräge mit 14 cm Hanf (zwischen Dachsparren) gedämmt. Zusätzlich wurden drei Dachflächenfenster (U=1,8) eingebaut.

Heizung und Warmwasserbereitung vor der Sanierung:

Vier scheitholzbeheizte Einzelöfen; Warmwasserbereitung mit Elektroboiler.

Heizung und Warmwasserbereitung nach der Sanierung:

Teilsolare Warmwassererzeugung und Heizung mit Dachkollektoren (15 m² Fläche). 1000 Liter Pufferspeicher mit integriertem 150 Liter Warmwasserspeicher. Eine neue Gastherme (11 kW) ist ebenfalls an den Pufferspeicher angeschlossen. Die Wärmeverteilung erfolgt über Wandheizung bzw. Fußbodenheizung im Badezimmer. Im Dachgeschoss gibt es zusätzlich einen stückholzbeheizten Kaminofen.

Planung und Durchführung:

Die Sanierungsmaßnahmen wurden von der Hauseigentümerin, die als Energieberaterin tätig ist, selbst geplant und großteils selbst durchgeführt.

Bewohnerstruktur:

Die Bewohnerstruktur des Gebäudes hat seit den Sanierungsmaßnahmen häufig gewechselt: Das Gebäude wurde von der Hauseigentümerin ständig, teilweise allein und teilweise mit ein bis zwei MitbewohnerInnen bewohnt. Interviewpartnerin war die Hauseigentümerin.



Abbildung 6.2: S-Ansicht des Gebäudes

6.2.1.2 Qualitative Auswertung

Datengrundlage:

Es wurde ein qualitatives Interview mit der Hauseigentümerin vor Ort durchgeführt.

Motivation für die Sanierung

Das 1937 errichtete Gebäude wurde von der Interviewpartnerin im Jahr 1990 erworben, und war vorher nie in größerem Umfang saniert worden. Wesentliche Gründe für die Sanierung waren neben der Durchführung notwendiger Erhaltungsarbeiten vor allem der Wunsch nach einem zeitgemäßen Wohnkomfort und Behaglichkeit sowie eine Vergrößerung der Wohnfläche: „Es war ein wirklich altes Haus, das unseren Anforderungen und Zwecken überhaupt nicht mehr entsprochen hat. – Nicht nur wegen der Heizung, sondern auch wegen der Leitungen - Strom und Wasserleitungen... - und teilweise haben wir auch die Raumaufteilung etwas verändert. [...] Also Generalsanierung und Dachbodenausbau zur Wohnraumvergrößerung; Aber Wärmedämmung und Energieversorgung war jedenfalls von Anfang an ein wichtiges Thema.“

Gründe für die konkrete Auswahl der Maßnahmen

Die Interviewpartnerin, welche jetzt selbst im Bereich Umwelt- und Energieberatung tätig ist gibt an, dass dies zum Zeitpunkt der Sanierung völliges Neuland für sie war: „Das war eigentlich mein Einstieg, aber der war ziemlich heftig“. Sie bekam damals - eher zufällig - Informationen über Solaranlagen-Selbstbaugruppen und beschloss spontan, dass sie so etwas auch machen wolle. Dabei lernte sie Leute kennen, die sich auch mit Fragen der Energieeffizienz und Wärmedämmung beschäftigten. Durch Diskussionen mit ihnen sowie einem Beratungsgespräch bei einem Energieversorgungsunternehmen kristallisierte sich der später realisierte Maßnahmenmix heraus.



Abbildung 6.3: Selbstbaukollektor, welcher im Zuge der Sanierung errichtet wurde

Eine weitere wesentliche Zielsetzung der Interviewpartnerin war die Beibehaltung des ursprünglichen Charakters des alten Gebäudes. In diesem Sinne wurde auch die Erscheinungsform der Fassade (Kalkzementputz am Untergeschoss bzw. vorgehängte Holzpaneele am Obergeschoss) beibehalten. Die Art der Wärmedämmung (eingeblassene Zellulose im Obergeschoss) wurde diesen Randbedingungen entsprechend gewählt.

Auch die vor der Sanierung vorhandenen Fenster wurden belassen. Die Kastenfenster der Wohnräume wurden im Zuge der Sanierung mit Silikondichtlippen ausgestattet, die einscheibigen Gangfenster erhielten eine vorgesetzte zweite Scheibe.



Abbildung 6.4: Einscheibiges Gangfenster mit vorgesetzter Zusatzscheibe

Bewohnerzufriedenheit

-mit der Sanierung allgemein

Die Interviewpartnerin ist mit den durchgeführten Sanierungsmaßnahmen im großen und ganzen sehr zufrieden, gibt aber an, dass sie aus heutiger Sicht und mit den ihr jetzt zur Verfügung stehenden Informationen einiges anders machen würde. So würde sie für die Oberste Geschossdecke heute höhere Dämmdicken wählen: „Zum Beispiel wurde mir schon damals geraten, die Oberste Geschossdecke mit 20 cm zu dämmen, und ich hab mir gedacht: ..., 14 cm müssen auch reichen. ... Heute weiß ich auch aus eigener Erfahrung, dass es Sinn gemacht hätte; das Dachgeschoss ist echt mies gedämmt...“ Darüber hinaus wurde für die Dämmung der Dachschräge loses Hanfmaterial verwendet, und die Interviewpartnerin nimmt an, dass sich dieses inzwischen gesetzt hätte und daher im oberen Bereich keine Dämmwirkung mehr bestünde.

Ein weiteres Problem ist mangelnde Dichtigkeit im Übergangsbereich zwischen erstem Stock und dem neu ausgebauten Dachgeschoss. Besonders bei starkem Wind sei für das Dachgeschoss aus diesem Grund eine deutlich erhöhte Heizlast feststellbar.

-mit dem Heizsystem

Das Heizsystem ist relativ komplex aufgebaut und wird über ein im Wesentlichen selbst gebasteltes Steuerungssystem betrieben. Die Interviewpartnerin ist mit dem System hoch zufrieden, räumt jedoch ein, dass dies nicht unbedingt für ihre MitbewohnerInnen gelte, da sie die einzige sei, die das Heizsystem richtig bedienen könne.



Abbildung 6.5: Steuerung des Heizsystems

-mit der Wohnsituation allgemein

Die allgemeine Wohnsituation wird als äußerst zufrieden stellend empfunden. Die Interviewpartnerin fühlt sich in ihrem Haus sehr wohl und identifiziert sich stark mit dem Gebäude und den von ihr geplanten und - größtenteils - selbst durchgeführten Sanierungsmaßnahmen.



Abbildung 6.6: Isolierung des Pufferspeichers

Benutzerverhalten vor und nach der Sanierung

Das Gebäude wurde ein Jahr vor Beginn der Sanierungsarbeiten angekauft und in dieser Zeit auch bewohnt, allerdings sehr provisorisch - so wurden zum Beispiel während der Heizsaison nur wenige Räume beheizt - und ein Vergleich vorher/nachher scheint daher nicht sinnvoll.

Die Interviewpartnerin ist auch in ihrem Nutzerverhalten durchaus energiebewusst und bevorzugt mit 18°C eine relativ geringe Raumtemperatur. Auch das Lüftungsverhalten ist in der Heizsaison mit kurzen Lüftperioden auf effizienten Luftwechsel ausgelegt. Das Nutzerverhalten der (wechselnden) MitbewohnerInnen weicht jedoch teilweise deutlich ab. So haben diese in ihren Zimmern meist höhere Durchschnittstemperaturen und lüften zum Teil deutlich mehr. Temperaturabsenkungen bei Nacht und während Abwesenheitsphasen werden ebenfalls über Raumthermostate individuell durchgeführt. Beim Warmwasserverbrauch wird auf solare Einträge Rücksicht genommen. Steht ausreichend solar erwärmtes Wasser zur Verfügung wird außerdem auch die Waschmaschine mit Warmwasser gespeist.

Wissen/Bewusstsein

Die Interviewpartnerin kann als sehr umweltbewusst eingestuft werden und verfügt, nicht zuletzt aufgrund ihrer langjährigen einschlägigen Berufserfahrung über überdurchschnittliches Wissen bezüglich Energieeffizienz und erneuerbare Energieträger.

Reboundeffekt qualitativ

Qualitativ diskutierbare Beiträge zum Reboundeffekt sind im vorliegenden Fall:

- Wohnraumvergrößerung: Wie oft bei Einfamilienhäusern wurde auch hier mit der thermischen Sanierung eine Wohnraumvergrößerung (Dachbodenausbau) durchgeführt. Ein Teil der Einsparungen, die sich aus verbesserten flächenspezifischen Energiekennzahlen ergeben, gehen daher durch Vergrößerung des beheizten Volumens wieder verloren.
- Umstellung des Heizsystems von Einzelofenheizung auf Zentralheizungssystem: Mit Einzelöfen werden in der Regel Wohnräume nur dann beheizt, wenn sie aktuell benutzt werden, während in zentral beheizten Häusern auch Räume geheizt werden in denen man sich (im Moment, aber auch generell) nicht aufhält. Auch hier liegt im Prinzip eine Vergrößerung des tatsächlich beheizten Volumens vor.
- Ausführungsmängel: Speziell die Gebäudeundichtigkeit im Bereich des Dachgeschosses führt zu erhöhten Energieverbräuchen, aber auch die (von der Interview-

partnerin vermutete) Setzung des Dämmmaterials in der Dachschräge trägt wahrscheinlich dazu bei.

- Bedienungsfehler durch mangelnde Vertrautheit mit dem Heizsystem seitens der MitbewohnerInnen: Aufgrund des Steuerungssystems, das nach Angaben der Interviewpartnerin nur von dieser selbst wirklich verstanden wird, kann es zu Bedienungsfehlern durch die MitbewohnerInnen kommen, die ebenfalls zur Erhöhung des Heizenergieverbrauchs führen können.

Datenlage zur Kalkulation von Reboundeffekten

Bei der gegenständlichen Fallstudie liegen vom Zeitraum vor der Sanierung keine Daten über Brennstoffverbräuche vor. Eine Berechnung des energetischen Sanierungserfolges basierend auf Verbrauchsdaten, sowie von Reboundeffekten ist aus diesem Grunde nicht möglich. Weitere hindernde Faktoren sind der Nutzerwechsel knapp vor der Sanierung sowie die wechselnden Personenbelegungen des Gebäudes, welche ein ständig wechselndes Benutzerverhalten bedingen.

6.2.2 Fallstudie 2: Zweifamilienhaus in Neckenmarkt (Bgl.)

6.2.2.1 Formale Kurzdarstellung



Abbildung 6.7: SO-Ansicht des Gebäudes

Gebäudetyp: Ursprünglich freistehendes Einfamilienhaus in massiver Bauweise, im Zuge der Sanierungsmaßnahmen Verdopplung der Wohnfläche und Umbau in Zweifamilienhaus mit dreigeschossigem Wintergarten. Die neuen Gebäudeteile wurden als Holzriegelkonstruktion in Fertigteilbauweise ausgeführt.

Lage: Das Gebäude liegt erhöht auf dem Burghügel von Neckenmarkt, dadurch optimale Besonnung des Wintergartens und einer Solar-Thermischen Anlage am Dach.

Baujahr: 1968

Sanierung: 1995

Wohnfläche: vor Sanierung: 115 m², nach Sanierung: 240 m²

Chronologie der Sanierungsarbeiten:

1990 bis 1995: umfangreiche Planungs- und Dimensionierungsarbeiten verschiedener Sanierungsvarianten.

1995: Sanierung und Umbau nach den Plänen des Eigentümers, Innenausbau zu diesem Zeitpunkt auf für Bewohnbarkeit erforderliches Ausmaß beschränkt.

1995 bis heute: schrittweiser Innenausbau.

Bauteilbeschreibung vor Sanierung:

Außenwände: Hochlochziegel (30 cm), Ziegeldecke und Eternitdach ohne Isolierung. Energiekennzahl (inklusive Warmwasserbereitung) ca. 390 kWh/m²a.

Bauteilbeschreibung nach Sanierung:

Wo die Außenmauer bestehen blieb Dämmung mit 5 bis 7 cm EPS; Dämmung der Kellerdecke mit 5 cm EPS; Neue Außenwände: gedämmte Holzriegelkonstruktion in Fertigteilbauweise ($U = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$); Oberste Geschossdecke und Dach in Fertigteilkonstruktion ($U = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$); Zweischeibenverglasung des Wintergartens und der neuen Holzfenster: $U_{\text{Glas}} = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$

Heizung und Warmwasserbereitung vor der Sanierung:

Die Wärme für Raumheizung und Warmwasserbereitung wurde mit einem Holzstückgutkessel (Nennleistung 26 kW) ohne Pufferspeicher bereitgestellt. Als Wärmeverteilungssystem dienten Hochtemperaturradiatoren.

Heizung und Warmwasserbereitung nach der Sanierung:

Kernstück des Wärmesystems sind ein 2000 Liter Pufferspeicher und ein über einen Wärmetauscher damit verbundener 750 Liter Warmwasserspeicher. Der Pufferspeicher wird von einer Solarkollektoranlage mit 24 m² Kollektorfläche, dem bestehenden Stückgutkessel, sowie (als Backupsystem) einer neuen Gastherme (12 kW) gespeist, wobei letztere außer bei längerer Abwesenheit während der Heizsaison kaum verwendet wird. Die Wärmeverteilung erfolgt über ein Niedertemperatursystem, teilweise mit Fußbodenheizung und teilweise mit großflächigen Radiatoren.

Planung und Durchführung:

Die Planung erfolgte durch die Hauseigentümer (der Hausherr ist aufgrund seiner Ausbildung und beruflichen Erfahrung mit Fragen der Energieoptimierung bestens vertraut) in Zusammenarbeit mit befreundeten Architekten.

Interviewpartner/Bewohnerstruktur:

Das Gebäude besteht aus zwei Wohneinheiten: Der größere Teil (ca. 190 m²) wird von den Hauseigentümern (einem Ehepaar mit 4 Kindern) bewohnt. In der kleineren Wohneinheit (ca. 50 m²) wohnt die Mutter des Hausherrn.



Abbildung 6.8: W-Ansicht des Gebäudes

6.2.2.2 Qualitative Auswertung

Datengrundlage

Es wurde ein qualitatives Interview mit den beiden Hauseigentümern vor Ort durchgeführt.

Motivation für die Sanierung

Das sanierte Gebäude war das Elternhaus des Interviewpartners und jetzigen Eigentümers. Die Familie (ein Ehepaar mit damals zwei Kindern) lebte vorher in einer Wiener Mietwohnung und wollte jedenfalls den Wohnsitz aufs Land verlegen. Es galt also zu entscheiden zwischen kompletten Neubau und Sanierung sowie Ausbau des bestehenden Elternhauses. Obwohl sich der IP in seiner Kindheit in diesem Haus nie besonders wohl gefühlt hatte, fiel letztlich die Entscheidung für letzteres. Ausschlaggebend hierfür war die sehr gute Lage des Gebäudes: „In einem Vortrag von Martin Treberspurg hatte ich gehört, dass die Lage des Grundstücks das wichtigste an einem Gebäude sei.“

Ausgehend von dieser Überlegung wurde beschlossen einen umfassenden Umbau bzw. eine umfassende Sanierung des bestehenden Gebäudes durchzuführen: „Wenn sanieren, dann nicht nur ein bisschen, sondern wirklich komplett.“

Gründe für die konkrete Auswahl der Maßnahmen

Erklärte Ziele waren ein Höchstmaß an Lebensqualität verbunden mit dem möglichst weitgehenden Einsatz erneuerbarer Ressourcen. Das fertig sanierte Gebäude sollte eine hohe Energieeffizienz aufweisen, und die für Heizung und Warmwasser benötigte Energie weitgehend aus erneuerbaren Energieträgern abgedeckt werden.

Die Planung der Gesamtsanierung erfolgte dann in einem langwierigen Prozess – „Die Planungsphase dauerte länger als die Sanierung selbst.“ – unter Einbeziehung befreundeter Architekten. Ein wesentliches Kriterium war die Südorientierung des Gebäudes mit möglichst hoher aktiver und passiver Sonnenenergienutzung und hocheffizienter Belichtung. Das Heizsystem wurde vom Interviewpartner, der ja selbst Energieexperte ist, konzipiert.

Bewohnerzufriedenheit

-mit der Sanierung allgemein

Die Zufriedenheit mit der Sanierung ist ausgesprochen hoch. Beide Ehepartner geben an, sich in dem Gebäude sehr wohl zu fühlen, und auch für die Kinder sei es ideal. Besonders der große zweigeschossige Wintergarten wird als Bereicherung empfunden. Durch die sorgfältige und langwierige Planung sei letztendlich ein Gebäude entstanden, das die Wünsche und Bedürfnisse der Bewohner in idealer Weise erfüllt



Abbildung 6.9: Innenansicht des 2-geschossigen Wintergartens

-mit dem Heizsystem

Auch das Heizsystem wird durchaus positiv bewertet. Es sei ein relativ komplexes System mit drei verschiedenen unabhängigen Wärmequellen (Solaranlage, Stückgutkessel und Gastherme), die alle in den großen 2000 Liter Puffer heizen. Wichtig sei daher auch ein effizientes Steuerungssystem. Damit könne das Haus unter bevorzugter Nutzung erneuerbarer Energieträger (Sonne und Biomasse) optimal beheizt werden. Die Gastherme ist als Backupsystem gedacht und wird hauptsächlich bei längerer Abwesenheit zur Wohnraumtemperierung genutzt.



Abbildung 6.10: Solarkollektoren des Projektes

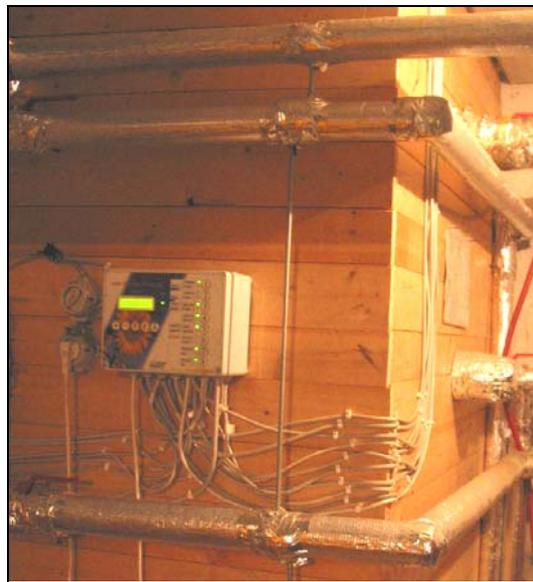


Abbildung 6.11: Steuerung der gesamten Heizungs/Solaranlage

-mit der Wohnsituation im Allgemeinen

Beide Ehepartner sind mit der Wohnsituation für sich und ihre vier Kinder sehr zufrieden. Das Gebäude selbst, der große Wintergarten, und die Südhanglage am Ortsrand von Neckenmarkt schaffen eine Atmosphäre, die als sehr angenehm empfunden wird. Der Interviewpartner bezeichnet das Gebäude als „Wohlfühlhaus“, und dies zu erreichen war zentrales Anliegen der Sanierungsmaßnahmen.

Benutzerverhalten vor und nach der Sanierung

Die größere, von der Familie des Interviewpartners bewohnte Wohneinheit wird in der Heizperiode auf einer gleichmäßigen Temperatur von ca. 21° C gehalten. Liegt die Temperatur im Wintergarten in der Heizsaison deutlich über diesem Wert, wird er zum Gebäude geöffnet und damit auch zur Wärmegewinnung herangezogen. Nachtabsenkungen werden nicht durchgeführt, wohl aber Absenkungen bei längerer Abwesenheit (Urlaub). Im Badezimmer gibt es einen kleinen elektrischen Badstrahler, der gelegentlich benutzt wird. Gelüftet wird eher unregelmäßig. Der Warmwasserverbrauch für die sechsköpfige Familie sei recht hoch, könne aber aufgrund der günstigen Klimabedingungen zum größten Teil über die Solaranlage gedeckt werden.

Die von der Mutter des Interviewpartners bewohnte kleinere Wohneinheit ist zwar an das Zentralheizungssystem angeschlossen, wird aber derzeit ausschließlich über einen alten Holzherd beheizt.

Vor der Sanierung wurde das gesamte Gebäude mit dem noch heute in Verwendung befindlichen Stückgutkessel zentral beheizt. Aufgrund der schlechten Außenhülle reichte damals die Leistung des Kessels (26 kW) kaum zur Beheizung des Gebäudes aus. Heute sei trotz doppelter Wohnfläche im Vergleich zu früher nur mehr die halbe Heizleistung erforderlich.

Wissen/Bewusstsein

Der Interviewpartner verfügt aufgrund seiner beruflichen Erfahrung über fundiertes Wissen im Energiebereich. Umweltbewusstes und ressourcenschonendes Verhalten ist für den Interviewpartner ein sehr wichtiges Thema. Übertriebenes Energiesparen aus Prinzip sei jedoch nicht seine Sache. Es sei zwar sehr wichtig, Energie möglichst effizient zu nutzen, und einen hohen Anteil erneuerbarer Energieträger anzustreben, aber: „Ich bin keiner von denen, die ständig auf der Suche sind, wo sie vielleicht noch ein paar Watt einsparen können, die Lebensqualität ist mir wichtiger. ...Und eine hohe Lebensqualität lässt sich am besten mit einer möglichst nachhaltigen Lebensweise erreichen.“

Reboundeffekt qualitativ

Es handelt sich beim gegenständlichen Projekt um eine gelungene Sanierung, das Gebäude funktioniert in der Praxis im Wesentlichen so, wie es geplant war. Abweichungen, die zu erhöhten Verbräuchen führen sind:

- Der hohe Warmwasserverbrauch: dieser ist zwar zum Großteil über die Solaranlage gedeckt, es steht aber dadurch weniger solare Wärme für die Heizung zur Verfügung.
- Die Heiz- und Kochgewohnheiten der Mutter: Die Mutter des Interviewpartners kocht (und heizt damit) auch im Sommer mit dem großen alten Holzherd, was zu erhöhtem Brennholzverbrauch führt.
- Keine Nachtabsenkung: Durch Nachtabsenkungen ließe sich ebenfalls weitere Heizenergie einsparen.

Weiters ist anzumerken, dass durch die Verdopplung der Wohnfläche durch die Sanierung ein starker struktureller Reboundeffekt auftritt.

Datenlage zur Kalkulation von Reboundeffekten

Ein rechnerischer Vergleich der Energieverbräuche des ursprünglichen Gebäudes mit jenen des Gebäudes nach der Sanierung ist nicht sinnvoll, da der Umbau dermaßen weitreichend war, dass nicht mehr von ein und demselben Gebäude gesprochen werden kann. Überdies hat sich durch den Zuzug der nunmehrigen Eigentümerfamilie die Bewohnerstruktur grundlegend geändert. Einen weiteren hemmenden Faktor stellen die ungenauen oder fehlenden Angaben bezüglich der eingesetzten Brennstoffmengen (Brennholz), vor allem für den Zeitraum vor der Sanierung, dar.

6.2.3 Fallstudie 3: Einfamilienhaus, Müllendorf (Bgld)

6.2.3.1 Formale Kurzdarstellung



Abbildung 6.12: Straßenansicht des Gebäudes

Gebäudetyp: Einfamilienhaus in Häuserzeile, geschlossene Bauweise.

Lage: zentrale Lage im Dorf.

Baujahr: 1953

Sanierung: 1990, 1992/93

Wohnfläche: 140 m², durch Sanierung unverändert

Chronologie der Sanierungsarbeiten:

1974: Zubau von 50 m² Wohnfläche, Fenstertausch

1990: Tausch von Fenstern und Türen

1992: Dämmung der Außenmauern

Bauteilbeschreibung vor den Sanierungen (1990):

Außenwände (1953 errichtetes Mauerwerk): Vollziegel (20 cm) mit Kalkzement-Außenputz; Außenwände (1974 errichtete Mauer des Zubaus) Hochlochziegel (20 cm) mit Thermoputz; Fenster: Holzfenster, 2-scheibig (teilbar), BJ 1974; Dachgeschossdecke: Holztramdecke (ca. 20 cm) mit 2,5 cm Polystyrolämmung und 1 cm Holzverschalung;

Bauteilbeschreibung nach den Sanierung (1993):

Außenwände zusätzlich mit 3 cm Polystyrol gedämmt;

Fenster: Kunststoff, 2-Scheiben Isolierverglasung;

Heizung und Warmwasserbereitung vor der Sanierung:

Mehrere Nachtspeicheröfen a 5-6 kW, Warmwasserbereitung mittels 150 Liter Boiler;

Heizung und Warmwasserbereitung nach der Sanierung:

Mehrere Stromkonvektoren a 2-2,5 kW, Warmwasserbereitung wie vor der Sanierung, ab 1995 zusätzlich Untertischspeicher;

Planung und Durchführung:

Planung: Beratung durch Baufirma; Durchführung: Baufirma

Bewohnerstruktur:

Das Gebäude wird nach Auszug der Tochter (1995) vom Ehepaar allein bewohnt.

6.2.3.2 Qualitative Auswertung

Datengrundlage

Es wurde ein qualitatives Interview mit dem Bewohnerehepaar vor Ort durchgeführt.

Motivation für die Sanierung

Hauptgrund für die Sanierung des Gebäudes waren die alten Holzfenster, die zu diesem Zeitpunkt extrem undicht geworden waren. Die Fenster des 1953 errichteten Gebäudes waren zwar im Jahr 1974 schon einmal getauscht worden, aber die Fensterrahmen aus Mahagoniholz hatten sich aufgrund der Witterungseinflüsse stark verzogen. Die Sanierung wurde in zwei Schritten vollzogen: Im Jahr 1990 wurden die Fenster und die Eingangstür getauscht, 1993 die Fassade gedämmt. Die zweistufige Vorgangsweise war primär durch finanzielle Überlegungen motiviert, da der Interviewpartner prinzipiell keine Kredite aufnehmen will.



Abbildung 6.13: Neue Fenster mit Kunststoffrahmen, darunter ein Stromkonvektor

Gründe für die konkrete Auswahl der Maßnahmen

Die Wahl der Fenster wurde in einem Beratungsgespräch mit Vertretern des Herstellers festgelegt. Aufgrund negativer Erfahrungen mit den alten Fenstern – "Ich würde keine Holzfenster mehr einbauen lassen, es ist zwar schön, aber..." - fiel die Wahl auf Kunststoffrahmen mit Zweischeiben-Isolierverglasung. Die Renovierung der Fassade und die Dämmung derselben mit drei Zentimeter Polystyrol war vom Baumeister empfohlen worden, der dann auch für die Durchführung der Sanierungsarbeiten verantwortlich war. Auf die Oberste Geschossdecke (Holztraverse) wurden 2,5 cm Polystyrol-Dämmung aufgebracht. Die Heizung wurde gleichzeitig von elektrischen Nachtspeicheröfen auf Tagstromdirektheizung umgestellt. Dieser Schritt wurde einerseits durch das Alter der Geräte und andererseits durch höheren Bedienungskomfort begründet. Strom als Energieträger ist nach Meinung des Interviewpartner, der bei der BEWAG arbeitet und daher sehr günstige Stromtarife bekommt, für jede Anwendung vorzuziehen.

Die Sanierung wurde ohne Inanspruchnahme von Fördermitteln durchgeführt: „Wir haben nichts genommen; Ich habe mich gar nicht bemüht: Wir haben immer gespart, und einmal einen Teil gemacht und dann weitergespart und den nächsten Teil gemacht.“

Bewohnerzufriedenheit

-mit der Sanierung allgemein

Der Interviewpartner ist mit den Sanierungsmaßnahmen sehr zufrieden. Besonders wird auf die größere Behaglichkeit und auf die nach der Sanierung deutlich geringeren Stromkosten hingewiesen.

-mit dem Heizsystem

Auch mit dem Heizsystem ist der Interviewpartner höchst zufrieden. Nach seiner Meinung zeichnet sich die Heizung mit Stromkonvektoren durch sehr geringe Anschaffungskosten verbunden mit einem extrem hohen Bedienungskomfort aus. Auch die höhere Flexibilität des Heizsystems im Vergleich mit den früher verwendeten Nachtspeicheröfen wird als sehr positiv bewertet.

Das Heizen mit Strom scheint für ihn als Mitarbeiter eines Elektrizitätsversorgungsunternehmens selbstverständlich, und lässt sich in diesem Fall wohl auch wirtschaftlich argumentieren, da die Stromkosten hier deutlich unter den Marktpreisen für normale Privatkunden liegen.



Abbildung 6.14: Stromkonvektor im Eingangsbereich des sanierten Gebäudes

-mit der Wohnsituation im Allgemeinen

Der Interviewpartner fühlt sich in seinem Haus sehr wohl. Die Raumaufteilung, die Lage des Gebäudes und der Wohnkomfort werden als sehr zufrieden stellend empfunden.

Benutzerverhalten vor und nach der Sanierung

Das Temperaturniveau in den Wohnräumen ist in der Heizperiode mit 23°C relativ hoch. Das Schlafzimmer wird auf 18°C und das Vorzimmer auf 15°C geheizt. Auch im Badezimmer ist ein Konvektor montiert, der bei Bedarf auch verwendet wird. Das nicht mehr bewohnte Zimmer der Tochter, die etwa 1988 ausgezogen ist wird auf 5°C (Frostwächter) temperiert. Bei Abwesenheit wird die Temperatur im Wohnbereich um zwei bis drei Grad abgesenkt.

Vor der Sanierung war das Temperaturniveau im Wohnbereich etwas geringer, und der Vorraum wurde nicht beheizt.

Das Haus wird mehrmals täglich für 5 bis 10 Minuten gelüftet. Das Lüftungsverhalten war auch vor der Sanierung ähnlich.

Wissen/Bewusstsein

Der Interviewpartner weiß relativ genau über seine Energiekosten Bescheid, und kann diese auch dem Verbrauch zuordnen. Er kann auch recht gut abschätzen, wie groß die Einsparungen sind, die sich aus den Sanierungsmaßnahmen ergeben haben: „Insgesamt sind die jährlichen Gesamtstromkosten durch die beiden Sanierungsschritte von ca. 26000 Schilling auf ca. 18000 Schilling gesunken.“

Der Interviewpartner ist überzeugt, dass Strom die optimale Energieform zum Heizen ist: „Wenn die Wasserkraft nur etwas mehr genutzt würde könnten in Österreich alle mit Strom heizen. [...] und das Wasser kann man auch auf die Berge hinaufpumpen um später damit Strom zu gewinnen, so was lässt sich heutzutage leicht machen.“

Reboundeffekt qualitativ

Reboundeffekte ergeben sich im vorliegenden Fall vor allem durch die Vergrößerung der beheizten Flächen (Vorraum wird jetzt mitgeheizt), sowie durch eine Anhebung des Temperaturniveaus in den Wohnräumen. Das geänderte Heizsystem (Tagstrom-Direktheizung statt Nachtspeicheröfen) verleitet auch dazu, einzelne Räume kurzfristig stärker zu beheizen, da die thermischen Trägheiten des Systems sehr gering sind. Kurzfristigen Wünschen nach höherer Raumtemperatur kann somit aus zeitlicher und räumlicher Sicht jederzeit entsprochen werden.

Datenlage zur Kalkulation von Reboundeffekten

Für den Zeitraum vor der Sanierung ist durch die Beheizung mittels Nachtstrom-Speicheröfen eine Konstellation gegeben, in der exakt gemessene (Zählerdaten) Energieverbräuche, welche nur den Energiedienstleistungsbereich der Raumheizung betreffen, vorliegen könnten, wenn die entsprechenden Daten archiviert worden wären. Nach der Sanierung ist durch die Umstellung auf Tagstrom als Heizenergieträger eine Aggregation mit allen anderen Energiedienstleistungsbereichen (Warmwasserbereitung, Elektrogeräte) gegeben, wodurch eine entsprechende Analyse verhindert wird.

6.2.4 Fallstudie 4: Einfamilienhaus, Wien 21. Bezirk

6.2.4.1 Formale Kurzdarstellung



Abbildung 6.15: O-Ansicht des Gebäudes

Gebäudetyp: Einfamilienhaus, an NW-Seite an Nachbarhaus angebaut.

Lage: locker bebautes Ein-/Zweifamilienhausgebiet in Wien 21 mit hohem Grünflächenanteil.

Baujahr: 1936

Sanierung: 1997

Wohnfläche: 118,5 m², durch Sanierung unverändert.

Chronologie der Sanierungsarbeiten:

1961/62: Zubau zur Erweiterung der Wohnfläche (Familiengründung)

1989: Anbau eines 20 m² großen Wintergartens

1997: thermische Sanierung: Dämmung der Außenwände mit 6 cm Polystyrol,

Bauteilbeschreibung vor den Sanierungen (1990):

Außenwände: Vollziegel (25 cm, alter Teil 1936 errichtet), Hochlochziegel (25 cm, 1961 errichtete Mauer des Zubaus); Fenster: Holzkastenfenster (Baujahr 1962); Dachgeschossdecke: Holzdecke (10 cm Dicke mit 10 cm Mineralwolle isoliert, Eternitplatte); Kellerdecke: Betonplatte (20 cm), Holzträger (10 cm), Zwischenräume mit Schlacke gefüllt, Holzboden alt, Parkettboden;

Bauteilbeschreibung nach den Sanierung (1997):

alle Bauteile wie vor 1997 außer:

- Außenwände mit 6 cm Polystyrol gedämmt
- Kellerdecke: wie vorher, aber zusätzlich mit neuem Parkettboden

Heizung und Warmwasserbereitung vor der Sanierung:

vor 1983: Öl-Einzelöfen mit zentralem Tank, seit 1983: Gaskombitherme für Raumwärmebereitstellung und Warmwasserbereitung mit Hochtemperaturradiatoren als Wärmeverteilsystem;

Heizung und Warmwasserbereitung nach der Sanierung:

neue Gastherme seit 1997 (11 kW), Anbringung von Thermostatventilen;

Planung und Durchführung:

Planung: Eigenplanung, Beratung durch Baufirma und durch Familienmitglied (Tochter, Energieberaterin). Durchführung durch Baufirma

Bewohnerstruktur:

Das Gebäude wird nach Auszug der Kinder (1993) vom Ehepaar allein bewohnt. Beide Partner sind in Pension. beim Interview waren beide Partner anwesend.



Abbildung 6.16: SW-Ansicht des Gebäudes

6.2.4.2 Qualitative Auswertung

Datengrundlage

Ein qualitatives persönliches Interview wurde mit den beiden Ehepartnern (Alter: 72/62), welche das Haus alleine bewohnen, im Oktober 2003 durchgeführt.

Motivation für die Sanierung

Das wesentliche auslösende Moment für die Sanierung der Außenhülle des Gebäudes lag am Wunsch, die Eternitfassade zu entfernen. Als Grund dafür sind in erster Linie gesundheitliche Bedenken (Asbestgehalt) sowie Unzufriedenheit mit dem optischen Erscheinungsbild anzuführen. Nachdem bekannt wurde, dass die Entsorgung von Eternit bald mit relativ hohen Kosten belastet werden würde, wurde rasch mit den Sanierungsarbeiten begonnen. (Zum Sanierungszeitpunkt konnte Eternit noch kostenlos bei der Deponie abgegeben werden.)

Der Wunsch nach einer neuen Fassade legte die Vorgangsweise nahe, im Zuge der Erneuerungsarbeiten auch den Wärmeschutz der Fassade zu verbessern: „Das war einer der Hauptgründe eigentlich, warum wir dann gesagt haben, wenn wir das machen, dann lassen wir auch gleich eine ordentliche Dämmung machen.“ Unterstützend kam hinzu, dass die Tochter, tätig als Energie- und Umweltberaterin, eine Empfehlung für die Dämmung der Fassade abgab. Außerdem wurde im betreffenden Zeitraum gemäß der Wahrnehmung der Interviewpartner relativ viel Werbung für Wärmeschutzmaßnahmen gemacht: „Vor allem ist damals die viele Reklame gemacht worden für das Dämmen. [...] Man hat's im Fernsehen ständig gehört, man hat's überall gelesen, es hat dann auch die Möglichkeit gegeben einer Sanierung über einen Kredit von der Gemeinde Wien.“ Der Einfluss der Empfehlungen der Tochter wird aber höher eingestuft als die externen Werbemaßnahmen.

Gründe für die konkrete Wahl der Maßnahmen

Für die Auswahl des Dämmstoffes (Polystyrol) wurde der Ratschlag des Baumeisters befolgt, der von Kork, wie von der Tochter vorgeschlagen, abriet. Die Gründe, die der Baumeister anführte, sind den Interviewpartnern nicht mehr bekannt. Bei der Wahl der Dämmdicke standen die Optionen 5, 6 oder 8 cm Dicke zur Diskussion. Die Dicke von 8 cm wurde von der Tochter vorgeschlagen, 5 oder 6 cm von verschiedenen Baufirmen. Die Wahl fiel schließlich auf 6 cm der Empfehlung einer Baufirma oder einer nicht mehr eruierbaren Informationsquelle folgend. Die Begründung bestand darin, dass bei einer Dämmdicke von 6 cm der Taupunkt innerhalb der Dämmung, bei 5 cm dieser allerdings zwischen Mauerwerk und Dämmung zu liegen käme.

Im Zuge der Sanierung wurde auch überlegt, eine thermische Solaranlage zu errichten, dieses Vorhaben wurde jedoch wieder aufgegeben, da sich weder für den Solarspeicher noch für die Solarkollektoren geeignete Plätze finden ließen. Die Empfehlung, bei der Wahl der neuen Gastherme ein Modell mit 11 kW (statt vorher 21 kW) zu wählen, kam vom Installateur.

Zufriedenheit

- mit der Sanierung

Die Zufriedenheit mit der Wärmedämmung ist zwar gegeben, wird aber nicht besonders betont, in diesem Zusammenhang wird stärker auf die Zufriedenheit mit der ausführenden Firma hingewiesen, welche auch Leistungen erbrachte, die ursprünglich gar nicht im Kostenvoranschlag vorgesehen waren. Als Vorteil der Wärmedämmung wird gesehen, dass der Auskühlvorgang in der Nacht verlangsamt wird, was daran beobachtbar ist, dass sich in der Nacht bei eingestellter Nachtabsenkung die Gastherme seltener einschaltet als vor der Sanierung.

Die nicht mehr wahrnehmbaren Temperaturschwankungen während des Tages werden in erster Linie mit der verbesserten Regelbarkeit des Heizsystems in Verbindung gebracht, nicht mit den besser gedämmten Außenwänden. Ein Fenstertausch erfolgte im Zuge der Sanierungsarbeiten nicht. Die Zufriedenheit mit den anfangs der 60er-Jahre eingebauten Holzkastenfenstern ist nach wie vor sehr hoch. Die relativ hohe Qualität der Fenster in Bezug auf Dichtheit wird u.a. auf sorgfältige Auswahl des Holzes und sorgfältige Verarbeitung zurückgeführt.



Abbildung 6.17: ein für das Haus repräsentatives Holzkastenfenster mit Außenjalousie.

- mit dem Heizsystem

Das Heizsystem wurde etwa zeitgleich mit der thermischen Sanierung erneuert. Eine Gas-therme mit geringerer Leistung (11 kW statt vorher 21 kW) wurde installiert, Thermostatventile an den bestehenden Heizkörpern angebracht, ein Raumthermostat wurde entfernt. Die Regelung der Heizanlage erfolgt jetzt einerseits über Einstellungen der Thermostatventile sowie über Einstellmöglichkeiten an der Gastherme selbst, welche Außentemperaturgesteuert ist.

Die Zufriedenheit mit dem Heizsystem ist sehr hoch, wenn es auch zu Beginn einer Gewöhnungs- und Experimentierphase bedurfte, um die gewünschten Effekte erzielen zu können: „Wenn man einmal weiß, wie sich das bedienen lässt, das war nur für mich kompliziert, sehr kompliziert, bis ich das bedienen hab können, dass ich mich ausgekannt habe, wie man jeden einzelnen Raum heizt und so weiter, bis ich das hingbracht habe“.

Der relativ konstante Temperaturverlauf im Haus wird in erster Linie auf die verbesserte Regelbarkeit der Heizung zurückgeführt: „Die konstante Temperatur das war bei dem anderen auch nicht so, die Therme springt viel mehr an, also die senkt nicht soweit ab, und dadurch ist der Heizkörper gleichmäßiger warm. [...] Wahrscheinlich ist der Impuls [des Raumthermostats] schlecht gewesen, der wird nicht für das ganze Haus so optimal gewesen sein, weil das von einem Raum ausgegangen ist“. Die thermische Behaglichkeit hat sich nach der Sanierung verbessert: „Aber ich muss ehrlich sagen, mit der neuen Therme fühl ich mich wohler in den Räumen, ich habe nicht mehr das Gefühl, wenn ich von einem Raum in einen anderen gehe, ist eine unterschiedliche Temperatur“. Die Steigerung der Behaglichkeit wird also in erster Linie auf Erneuerungen des Heizsystems und nicht auf die Wärmedämmung zurückgeführt.

- mit der Wohnsituation allgemein

Die allgemeine Wohnsituation wird als sehr befriedigend erlebt. Ein unmittelbarer Änderungsbedarf wird nur im Bereich der Küche, die vor einigen Jahren erneuert wurde, gesehen. Der zurzeit vorhandene Dispersionsanstrich absorbiert zu wenig Luftfeuchte, weshalb auch im Winter in der Küche oft gelüftet werden muss, was als unangenehm erlebt wird. Mittel- bis langfristiger Änderungsbedarf wird nur für den Fall einer zunehmenden Gebrechlichkeit im Alter als relevant erachtet. Die Schlafzimmer müssten in diesem Fall ins Erdgeschoss verlegt werden.

Benutzerverhalten vor und nach der Sanierung

Wie bereits oben unter „Zufriedenheit mit dem Heizsystem“ erwähnt, hat sich die Art der Heizungsregelung nach der Sanierung verändert (vorher Raumthermostat, jetzt Thermostatventile plus Außentemperatursteuerung). Die Einstellungen an den einzelnen Heizkörper-Thermostatventilen sowie an der Therme bleiben dabei während der Heizperiode weitgehend unverändert. Die Temperaturverteilung in den einzelnen Räumen während der Heizperiode gestaltet sich zurzeit dermaßen: in den Wohnräumen im Erdgeschoss 21 bis 22 Grad, im Badezimmer 23 Grad, in allen Räumen des Obergeschosses 15 bis 16 Grad. Die Räume im Obergeschoss (außer dem Schlafzimmer) waren vor der Sanierung gänzlich unbeheizt und werden nach der Sanierung auf 15 bis 16 Grad temperiert. Außerdem war die im Erdgeschoss gelegene Küche vor der Sanierung unbeheizt und wird seit der Sanierung ebenfalls auf 15 bis 16 Grad temperiert, um eine gleichmäßigere Temperaturverteilung zu ermöglichen.

Nachtabsenkung der Temperatur wird über Einstellung an der Therme selbst vorgenommen. Auch bei längerer Abwesenheit im Winter wird eine Temperaturabsenkung um einige Grad über Änderung der Einstellungen an der Therme durchgeführt.

Das Lüftungsverhalten während der Heizperiode hat sich im Vergleich vor/nach der Sanierung nicht verändert. In einigen Räumen (Küche, Bad) wird häufig und kurz gelüftet, in anderen Räumen (Wohn-, Schlafzimmer) wird ein- bis wenige Male pro Tag kurz gelüftet.

Wissen / Bewusstsein

Eine bewusste Wahrnehmung der (Heiz-)Energieverbräuche ist insofern gegeben, als vom (männlichen) Interviewpartner der Gaszähler regelmäßig (meistens einmal pro Monat) abgelesen wird. Der Effekt einer Energie- bzw. Kosteneinsparung nach der Sanierung wurde nicht bemerkt: „Es hat sich nur insofern bemerkbar gemacht, weil wir ab dem Zeitpunkt wo wir alles gedämmt haben, dann haben wir angefangen oben auch zu heizen, und dadurch sind die Heizkosten ziemlich gleich geblieben, also der Verbrauch ziemlich gleich geblieben“

Die Höhe der Heizkosten wird in Relation zu Freunden und Verwandten bewertet: „Wir haben immer das Gefühl, wenn wirs mit anderen vergleichen, also natürlich redt man mit den Freunden und mit den Verwandten auch, dann haben wir immer das Gefühl, dass wir selbst gegenüber in Wohnung wohnenden Personen wenig zahlen für a Trum Haus“. Sparsames Verhalten in Bezug auf Energieverbrauch, welches früher (vor der Sanierung) stärker ausgeprägt war, wird nicht mit ökonomischer Notwendigkeit, sondern mit einer grundsätzlich sparsamen Einstellung begründet, die noch „von der Erziehung her“ rührt.

Reboundeffekt qualitativ

Ein Reboundeffekt resultiert daraus, dass nach der Sanierung mehr Räume (im Obergeschoss, Küche) geheizt werden bzw. zumindest auf 15 bis 16 Grad temperiert werden. Gemäß Selbsteinschätzung würde der Reboundeffekt sogar bei 100% zu liegen kommen: „Das hat sich in Wirklichkeit dann so ausgewirkt, dass praktisch das Mehrheizen durch die Dämmung wieder ausgeglichen worden ist. Was die Dämmung eigentlich hätte bringen sollen ungefähr, haben wir mehr geheizt. So dürfte sich das ausgegangen sein dann laut den Aufzeichnungen.“

Datenlage zur Kalkulation von Reboundeffekten

Erdgas als Heizenergieträger impliziert zwar eine exakte Messung der Verbräuche (dezentraler Gaszähler), diese betreffen jedoch in aggregierter Weise die Energiedienstleistungssektoren Raumwärme und Warmwasserbereitung. Daten, welche eine Abspaltung des Energieverbrauches für die Warmwasserbereitung⁸ gestatten würden (z.B. monatliche Ableesungen) sind nicht verfügbar.

⁸ Basierend auf einer gemessenen Energieverbrauchs-Zeitreihe auf Monatsbasis kann durch einen einfachen Modellansatz und statistischer Schätzung mittels linearer Regression der Warmwasseranteil als konstantes Glied aus den Daten gefiltert werden.

6.2.5 Fallstudie 5: Mehrfamilienhaus in Innsbruck (Tirol)

6.2.5.1: Formale Kurzdarstellung



Abbildung 6.18: Straßenansicht des Gebäudes

Gebäudetyp: fünfgeschossiges Mehrfamilienhaus in massiver Bauweise.

Lage: Altstadthaus in Straßenflucht (2 Wände zu angrenzenden Wohngebäuden).

Baujahr: 1908

Sanierung: 1996-97

Anzahl der Wohnungen: 10, nach Sanierung 12

Chronologie der Sanierungsarbeiten:

1996-97 wurde eine Generalsanierung durchgeführt. Diese umfasste die Dämmung der Fassade, Aufstockung eines Dachgeschosses mit gedämmten Dach ($U = 0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$), Installierung einer thermischen Solaranlage, Niedertemperatur-Wandheizung mit Gas-Brennwertkessel für zwei neue Wohneinheiten im Dachgeschoss.

Bauteilbeschreibung vor Sanierung:

Außenmauern: straßenseitig: Vollziegel (45 bis 90 cm), mineralischer Putz außen/innen; hofseitig: ungedämmte Glasveranden; Oberste Geschossdecke: ungedämmt; Fenster: Kunststofffenster doppelt verglast (Baujahr etwa 1990)

Bauteilbeschreibung nach Sanierung:

Außenmauern: straßenseitig: 8 cm Korkdämmung ($U = 0,33 \text{ W/m}^2\text{K}$); hofseitig: Wandelemente gedämmt ($U_{\text{neu}} = 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$), alte Einfachverglasung durch zweischeiben- Isolierverglasung ersetzt ($U_{\text{Glas}} = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$); Dach: gedämmt ($U = 0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$); Fenster: Fenster wurden nicht getauscht;

Heizung und Warmwasserbereitung vor der Sanierung:

Individuell, meist Gasetagenheizung oder elektrisch;

Heizung und Warmwasserbereitung nach der Sanierung:

ebenfalls individuell, wie vor der Sanierung; die neu errichteten Dachgeschosswohnungen: werden mittels eines Gas- Brennwertkessels und 1800 Liter Pufferspeichers mit Wärme versorgt. Die Wärmeverteilung erfolgt über eine Wandheizung.

Planung und Durchführung:

privater Hausbesitzer in Zusammenarbeit mit Zivilingenieur (Baubiologie und Innenarchitektur).

Bewohnerstruktur:

Es liegt eine gemischte Bewohnerstruktur vor.



Abbildung 6.19: Hofansicht des Gebäudes mit den vorgesetzten (sanierten) Balkonen

6.2.5.2 Qualitative Auswertung

Datengrundlage

Drei qualitative Interviews wurden mit Bewohnern des Mehrfamilienhauses vor Ort durchgeführt. Folgende Tabelle bietet eine Übersicht über Merkmale der Interviews bzw. der Interviewpartner. Zusätzlich zu den Bewohnerinterviews wurde ein Interview mit dem für die Sanierung verantwortlichen Hauseigentümer, welcher mit seiner Familie eine der beiden im Zuge der Sanierung errichteten Dachgeschosswohnungen bewohnt, durchgeführt.

Tabelle 6.2: Datengrundlage zu Fallstudie 5

Bewohner-Interview Nr.	Geschlecht des / der Interviewten	Anzahl d. Haushaltsmitglieder	Alter des / der Interviewten	Anmerkungen
1	W	2	60	Lage unter ausgebauten Dachgeschoss, persönliches Interview, Wohnungsgröße ca. 88 m ²
2	M, W	2	70/56	Lage im 2. Obergeschoss, persönliches Interview, Wohnungsgröße 87 m ²
3	M, W	2	63/57	Lage im Erdgeschoss, persönliches Interview, Wohnungsgröße 84 m ²

Motivation für die Sanierung

Ende der 1980er-Jahre wurden bereits bautechnische Mängel offensichtlich, die Sanierungsarbeiten innerhalb der nächsten zehn Jahre (aus damaliger Sicht) erforderlich machten. Zu diesen Mängeln zählten ein schadhaftes, d.h. undichtes Dach, sowie bautechnische Schäden an den Balkonen.

Der jetzige Hauseigentümer, der das Haus von seiner Mutter geerbt hatte, zog 1992 in eine leerstehende Wohnung im Haus ein und begann mit Planungen für einen Dachgeschossausbau. Um Synergieeffekte bei der Durchführung zu nutzen, wurde entschieden, neben dem Ausbau von zwei Dachgeschosswohnungen gleichzeitig das gesamte Gebäude möglichst umfassend zu sanieren. Zitat Bauherr: „Es ist nicht nur zweimal der Lärm und der Schmutz und der Ärger, sondern es sind auch schon einfach die Synergieeffekte, wenn das fast gleichzeitig gemacht wird“.

Sowohl die Anhebung des energetischen Standards des Hauses als auch der Anspruch, die Sanierung bzw. den Dachgeschossausbau nach baubiologischen Kriterien durchzuführen, wurzeln im ökologischen Bewusstsein des Bauherrn.

Gründe für die konkrete Auswahl der Maßnahmen

Generell wurde bei der Auswahl von Baumaterialien sehr großes Augenmerk auf Kriterien der Baubiologie⁹ bzw. Ökologie gelegt. Daher wurde auch entschieden, Kork als Dämmstoff für die Außenfassade zu verwenden. Ursprünglich war vom Bauherrn eine Dämmdicke von 12 cm für die Außenwände vorgesehen, die Dicke wurde jedoch auf 8 cm reduziert, da der mitplanende Architekt darauf verwies, dass von der Stadt nicht mehr erlaubt wäre, um die Gehsteigbreite nicht zu sehr zu verkleinern¹⁰.

Da es – wie oben bereits erwähnt – bautechnisch notwendig war, wurden die Balkone saniert und weitestgehend einheitlich ausgeführt¹¹. Nach der Sanierung der Balkone werden diese von einigen Mietparteien als ganzjähriger Wohnraum genutzt. Die Fenster wurden nicht getauscht, da Anfang der 1980er-Jahre ein Fenstertausch erfolgte und die Fenster ihre Funktion noch zufrieden stellend erfüllten. Aus Kostengründen wurde die Dämmung der Kellerdecke aufgeschoben. Erst 2008 werden aus den Mieteinnahmen wieder Mittel für weitere nennenswerte Sanierungsmaßnahmen frei. Neben der Dämmung der Kellerdecke sind der Austausch aller Fenstergläser auf das beste Zwei-Scheibenglas sowie Dämmung der Fensterlaibungen zur Vermeidung von Wärmebrücken¹² vorgesehen. Weiters ist geplant, das Stiegenhaus bis zum ersten Stock zu dämmen und die einscheibige Verglasung der Eingangstür durch eine zweiseibige Variante auszutauschen. Die Dämmung des Stiegenhauses soll auch schallschützend ausgeführt werden.

Im Zuge der Errichtung der beiden Dachgeschosswohnungen wurde auch eine Solaranlage errichtet, die neben einem Großteil des Warmwasserbedarfs für insgesamt vier Wohnungen (beide Dachgeschosswohnungen, zwei weitere „Alt“-Wohnungen) auch Teile des Heizenergiebedarfs für die beiden Dachgeschosswohnungen abdeckt. Grundsätzlich wurde allen Mietern angeboten, sich an der Solaranlage anzuschließen, um einen Teil ihres Warmwasserbedarfs solar zu decken, da Anschlusskosten jedoch von den Mietern zu bezahlen

⁹ Der Bauherr absolvierte auch 1993/94 eine Ausbildung für Baubiologie am Institut für Baubiologie (IBO).

¹⁰ Auch in Wien besteht eine ähnliche Regelung, lediglich straßenseitige Dämmdicken bis 7 cm sind ohne Einschränkung erlaubt. Es ist allerdings möglich, durch Bezahlen einer im Vergleich zu den Gesamtkosten eines sanierten Wohngebäudes moderaten Gebühr höhere Dämmdicken zu verwenden. Der Frage, ob dies in Innsbruck ähnlich gehandhabt wird, wurde nicht nachgegangen.

¹¹ Ausstattung mit Fenstern und Holzverkleidung inkl. 10 cm Mineralwolldämmung

¹² Der Bauherr überlegt hier unter Umständen, Vakuumdämmung zu verwenden aufgrund der geringen Breite der Fensterlaibung.

und diesbezüglich zusätzliche Handwerksarbeiten nötig gewesen wären, wurde dieses Angebot nur von einem kleinen Teil der Mietparteien in Anspruch genommen. Weiters wurde vom Bauherrn auch der Bau einer Hauszentralheizung¹³ überlegt, auch dieser Vorschlag fand nicht ausreichende Zustimmung bei den Mietern, da Mehrkosten für die Errichtung dieser Heizanlage für die Mieter angefallen wären.



Abbildung 6.20: Ausgebautes Dachgeschoss mit Solaranlage

Maßnahmen zur Bewohnerinformation

Die Information der Bewohner durch den Eigentümer bzw. Bauherrn erfolgte und erfolgt vergleichsweise ambitioniert. Vor dem Beginn der Sanierungsarbeiten gab es eine Mieterversammlung, bei der die Mieter mit dem geplanten Vorhaben vertraut gemacht wurden. Daneben gab und gibt es periodisch schriftliche Information und fallweise mündliche Kommunikation zwischen Eigentümer und Mietern, was aufgrund der überschaubaren Größe des Hauses (12 Mietparteien) möglich ist. Alle befragten Bewohner fühlen sich ausreichend bis sehr gut informiert, eine der befragten Mietparteien lobt ausdrücklich das Bemühen des Eigentümers, Information ausreichend und verständlich zu vermitteln: „Er ist da sehr super, er schreibt uns da immer alle an oder bringt uns das selber vorbei [...] das macht er immer perfekt“.

Bewohnerzufriedenheit

- mit der Sanierung allgemein

Aus den Bewohner-Interviews lässt sich kein einheitliches Bild bezüglich Zufriedenheit mit den Ergebnissen der Sanierung erkennen. In zwei Fällen wird ausreichende bzw. hohe Zufriedenheit bekundet, in einem Fall ist die Zufriedenheit merkbar gedämpft, wenn auch keine deutliche Unzufriedenheit ausgedrückt wird.

In den beiden Fällen der zufriedenen Interviewpartner werden insbesondere Sanierungsmaßnahmen, die nicht der thermischen Verbesserung dienen, positiv beurteilt. Hierzu zählen der Einbau eines Aufzugs und die Errichtung von Kellerabteilen. Die Effektivität der thermischen Maßnahmen wird unterschiedlich wahrgenommen. Während im Fall der unter der neu errichteten Dachgeschosswohnung wohnenden Interviewpartnerin die warme Geschossdecke eine besondere Rolle spielt: „Es ist sicherlich wärmer geworden, oben ist zu und auf der Seite haben sie was reingetan, es kommt aber auch sicher der psychologische Moment dazu dass man sagt okay oben ist jetzt wer“, wird von den in einem mittleren

¹³ In Form eines Gasbrennwertkessels. Eine Biomasseheizung (Pellets, Hackschnitzel) schied aufgrund fehlenden Lagerraums aus.

Stockwerk Wohnenden die Wirkung der Außendämmung deutlich positiv bewertet, obgleich vor der Sanierung die Wirkung der Dämmung bezweifelt wurde: „Es war hauptsächlich wegen der Isolation, ich muss ganz ehrlich sagen, wir waren zuerst am Anfang alle ein bisschen skeptisch, weil wir gesagt haben ob das wirklich so [viel bringt], aber wir haben dann alle müssen sagen, es war super und es bringt natürlich schon sehr viel“. Im Fall der in einer Erdgeschosswohnung wohnenden Interviewpartner wird keine Verbesserung der thermischen Qualität nach der Dämmung der Außenmauern wahrgenommen. Hier handelt es sich auch um die am wenigsten zufriedenen Mieter. Der nicht wahrgenommene Effekt der Wärmedämmung lässt sich in diesem Fall auf mehrere Faktoren zurückführen: - die Sinnhaftigkeit der Dämmung wurde von vornherein bezweifelt, da die Dicke der Ziegelwand im Erdgeschoss 90 cm beträgt. Die Auffassung der mangelnden Sinnhaftigkeit wurde auch von einem befreundeten Baumeister bestätigt.

Etwa zeitgleich mit der Außendämmung wurde im Wohnzimmer einer Mietpartei eine Holzdecke eingezogen und Holzvertäfelungen an den Wänden angebracht. Verbesserungen in der thermischen Behaglichkeit werden nur diesen Maßnahmen zugeordnet: „Da ist es dann wärmer geworden, jetzt geht es nicht mehr so kalt von den Wänden weg“ - die nicht durchgeführte Dämmung der Kellerdecke dämpft die Zufriedenheit mit den Sanierungsmaßnahmen. Die Dämmung habe „keine Auswirkung“, „weil's [die Kälte] von unten raufkommt“. Trotz gedämpfter Zufriedenheit mit der Sanierung resultiert hier aber auch keine Unzufriedenheit: „Ich war zuvor zufrieden und bin jetzt auch zufrieden“. Die Durchführung der Sanierung erfolgte gemäß Wahrnehmung der Mieter relativ schnell und reibungslos.

- mit dem Heizsystem

Die Art der Beheizung der Wohnungen liegt individuell bei den Mietern. Eine zentrale Beheizung des Hauses wurde zwar vom Hauseigentümer vorgeschlagen, fand aber bei den Mietern keine Zustimmung, weil dies temporär mit Zusatzkosten verbunden gewesen wäre und die Zufriedenheit mit den bestehenden Heizsystemen (zumindest für die interviewten Mieter) ausreichend ist. Änderungen bei den jeweiligen Heizsystemen sind daher grundsätzlich unabhängig von der Haussanierung, teilweise wurde aber auch die Sanierung genutzt, um am eigenen Heizsystem etwas zu ändern, wie im Fall einer Interviewpartnerin, wo auch das Warmwasserbereitungssystem in die Gasetagenheizung integriert wurde. In zwei Fällen wird eine Gasetagenheizung eingesetzt (einmal in Kombination mit einem Kachelofen), in einem Fall erfolgt die Beheizung mit Strom (Nachtspeicheröfen, ölbefüllter Heizkörper).

Bei den interviewten Mietern ist durchwegs hohe bzw. zumindest ausreichende Zufriedenheit mit den jeweiligen Heizsystemen vorhanden. Besonders hoch ist die Zufriedenheit bei den Mietern, die von Einzelofenheizung (ein Ölofen, mehrere E-Heizlüfter) auf eine Gasetagenheizung umgestellt haben und es wird bedauert, diesen Wechsel nicht schon früher vorgenommen zu haben: „Ich muss sagen [...], da hat man erst den Luxus kennen gelernt, den Komfort“.



Abbildung 6.21: in Eigeninitiative getauschte Heizkörper mit Thermostatventilen und der etwa 20 Jahre alte Bestand an Kunststofffenstern.

Im Fall der zweiten Mieterin, die mit Gas heizt, wurde der vor etwa einem Jahr durchgeführte Austausch der Heizkörper und das Anbringen von Thermostatventilen als spürbare Verbesserung des Heizsystems erlebt. Auch im Fall der elektrisch beheizten Wohnung ist die Zufriedenheit mit dem Heizsystem gegeben, die Regelbarkeit wird als ausreichend empfunden („wir machen uns das so“). Allerdings wird von der Frau die Behaglichkeit in der Küche als unzureichend empfunden („Da geht's jetzt eh überall, aber in der Küche ist es schon noch arg kalt“), weshalb sie sich wünscht, dass eine im Vergleich zu jetzt tiefergesetzte Holzdecke eingezogen wird.

- mit der Wohnsituation allgemein

Die befragten Mieter bekunden ausreichende bis hohe allgemeine Zufriedenheit mit der Wohnsituation. Positiv wird die zentrale, aber doch ruhige Lage beurteilt („Ich muss auch sagen, da ist es wirklich ideal wohnen, da ist man in der Stadt und lärmäßig ist es doch verhältnismäßig sehr ruhig“), negativ wird in einem Fall (Erdgeschosswohnung) der im Innenhof stehende Nadelbaum gewertet, der einen nicht unbeträchtlichen Anteil der Nachmittagssonne wegnimmt. Dies trägt aber nicht zur Wahrnehmung einer deutlichen Minderung der Wohnqualität bei, was auch daran liegt, dass die Möglichkeit besteht, auf einen Zweitwohnsitz auszuweichen.

Benutzerverhalten vor und nach der Sanierung

Die Temperaturen im engeren Wohnbereich (Wohnzimmer) liegen zwischen 20 und 22 Grad, einzelne Räume wie Schlafzimmer oder ehemalige Kinderzimmer sind bis auf Ausnahmefälle unbeheizt. Auch in den nicht beheizten Räumen fallen die Temperaturen nicht unter 16 Grad Celsius. In zwei Fällen wird nach der Sanierung das Balkonzimmer¹⁴ im Winter häufiger genutzt (in einem Fall als an die Küche angrenzender Wohn- und Essraum, im anderen Fall als Arbeitszimmer). In einem Fall wurde das Balkonzimmer auch bereits vor der Sanierung häufig als Wohn- und Essraum genutzt (im Winter allerdings nur sporadisch). Die Umstellung auf ganzjährige Nutzung erfolgte hier nicht direkt nach der Sanierung, sondern nach der Umstellung des Heizsystems von Einzelofenheizung auf Gas-tagenheizung im Jahr 2000. Im anderen Fall wurde im Zuge der Sanierung durch Einbau neuer Fenster und gedämmter Holzverschalung erst eine Nutzung des Balkonzimmers im

¹⁴ Die Balkone befinden sich auf der Hofseite (Westseite). In Innsbruck kommt es häufig vor, dass diese Balkone verglast und mit Holzwänden verkleidet und auch bewohnt werden.

Winter als Arbeitszimmer ermöglicht. In zwei Fällen wird angegeben, dass sich die Temperaturen in der Wohnung im Schnitt erhöht haben, wenn auch nicht angegeben werden konnte, um wie viel: „Es wird sich sicher verändert haben, dass es wärmer ist“; zumindest im engeren Wohnbereich (Wohnzimmer) wurde aber auch vor der Sanierung immer versucht, ein komfortables Temperaturniveau zu erreichen: „Da haben wir auch geschaut, dass wir auf die Temperaturen kommen“. Die Verkürzung der Heizperiode wird in einem Fall deutlich wahrgenommen und der Wirkung der Dämmung zugeschrieben: „Früher wenn's ein bisschen kühler geworden ist, haben wir schon eingeheizt, damit die Mauern sich erwärmen und jetzt natürlich durch die Isolation, da braucht man einfach einheizen, wenn's kalt ist, wenn man das Gefühl hat, es ist einem zu kalt“.

Das Lüftungsverhalten wurde gemäß Angaben der Bewohner von der Sanierung nicht beeinflusst. In zwei Wohnungen, in denen auch geraucht wird, wird häufig gelüftet, in einem Fall werden auch Fenster im Winter längere Zeit gekippt. Hier kam es auch zu einer Erhöhung der Lüftungsintensität im Laufe der letzten Jahre, die aber gemäß den Aussagen der Bewohnerin in keinem Zusammenhang mit der Sanierung steht: „Das hat sicher nichts mit der Wohnung zu tun, sondern hat mit mir was zu tun, dass ich einfach lufthungriger bin [...], ich habe früher sicher nicht hint und vorn und überall alles offen gehabt“.

Wissen / Bewusstsein

Eine deutliche Wahrnehmung einer Heizenergie- bzw. Heizkostensparnis nach der Sanierung wird nur in einem Fall bekundet, ohne allerdings diese Ersparnis quantifizieren zu können. Der hauptsächlich eingesetzte Energieträger war in diesem Fall bis zum Jahr 2000 Heizöl, es wurden allerdings keine Aufzeichnungen über den Verbrauch gemacht, die Verringerung des Verbrauchs war aber merkbar. In einem zweiten Fall geht die Befragte zwar von einer Reduktion des Energieverbrauchs aus, konnte diesen aber nicht direkt wahrnehmen, weil im Zuge der Sanierung auch ihr Heizsystem umgestellt wurde, in dem die Warmwasserbereitung ins Heizsystem integriert wurde: „Aber die Heizkostensparnis ist ganz sicher da, ich kann's nur nicht ganz genau ermessen, weil ich hab dann ein Zusatzventil machen lassen, dass auch gleich der Boiler geheizt wird“. Im dritten Fall wurden keine Änderungen im Energie- bzw. Stromverbrauch¹⁵ bemerkt, wenn auch eingeräumt wird, dass auf Änderungen im Energieverbrauch nicht besonders geachtet wurde: „Bittschön, ich mein, wir haben auch nicht aufgepasst“. Es handelt sich hier um die Mieter, die von vornherein die Wirkung der Dämmung der Außenmauern sehr skeptisch beurteilt hatten und dies nach wie vor tun (siehe auch oben unter „Bewohnerzufriedenheit“).

Die ungefähren monatlichen Kosten für Strom und/oder Gas konnten in zwei Fällen von Befragten angegeben werden ohne nachzusehen, in einem Fall konnte auch der Gasverbrauch ungefähr angegeben werden. Die laufenden monatlichen Kosten für Miete und Betriebskosten inkl. Energiekosten sind in der Wahrnehmung der Befragten in den Jahren nach der Sanierung etwa gleich geblieben bzw. geringfügig gestiegen.

Vor der Sanierung wurde vom Hauseigentümer (in der Erinnerung der befragten Mieter) klar thematisiert, dass Heizenergieeinsparungen zu erwarten sind, aber nicht, in welchem Ausmaß diese Einsparungen ausfallen können: „Ich glaub, das [Ausmaß der zu erwartenden Heizenergieeinsparungen] hat er uns gar nicht gesagt, aber er hat gesagt, wir werden das [die Energieeinsparungen] merken“.

Reboundeffekt qualitativ / Maßnahmen zur Begrenzung des Reboundeffekts

¹⁵ In diesem Fall handelt es sich um einen allelektrischen Haushalt.

Wie auch bereits unter „Benutzerverhalten vor und nach der Sanierung“ beschrieben, ergeben sich in zwei Fällen Reboundeffekte aus der intensiveren Nutzung des Balkonzimmers im Winter nach der Sanierung, wobei in einem Fall diese intensivere Nutzung erst nach der Umstellung des Heizsystems von Einzelofenheizung auf Gasetagenheizung erfolgte.



Abbildung 6.22: Innenansicht eines ausgebauten Balkons, welcher ganzjährig genutzt wird.

Die zusätzlich beheizten Balkonzimmer sind auch insofern in energetischer Hinsicht bedeutsam, da laut Auskunft des Eigentümers/Bauherrn der Anschluss der Balkone an die Hausmauer teilweise mangelhaft ist. Der Bauherr überlegt deshalb, den Einfluss dieser Kältebrücke durch konstruktive Maßnahmen wie Überdämmung zu reduzieren.

Den zusätzlich beheizten Räumen stehen andererseits Räume gegenüber, die weniger bis nicht beheizt werden, da Kinder ausgezogen sind. Die Temperaturen im engeren Wohnbereich (Wohnzimmer) haben sich gemäß Bewohnerangaben nicht (wesentlich) verändert, im Schnitt empfundene höhere Temperaturen in den Wohnungen haben wahrscheinlich weniger mit einer bewussten Erhöhung des Komfortniveaus als mit höherer thermischer Behaglichkeit durch wärmere Außenwände (bzw. Decken) und gleichmäßigerer Temperaturverteilung aufgrund der Wirkung der Dämmmaßnahmen zu tun.

Datenlage zur Kalkulation von Reboundeffekten

Durch die individuelle Wärmebereitstellung im gegenständlichen Mehrfamilienhaus verursacht die Berechnung der in der Praxis aufgetretenen Reboundeffekte des Gesamtprojektes bereits aufgrund dieser Struktur einen hohen Aufwand bei der Datenerhebung. Einen erst-rangigen Hinderungsgrund stellt jedoch erst die Aggregation der Energiedienstleistungsbe-reiche Raumheizung und Warmwasserbereitung dar, die sowohl beim Einsatz von Erdgas-Kombithermen als auch bei allelektrischen Haushalten gegeben ist. Eine Analyse wäre dennoch denkbar, wenn beispielsweise monatliche Verbrauchszeitreihen aus einem Zeit-raum vor und nach der Sanierung erhoben worden wären.

6.2.6 Fallstudie 6: Mehrfamilienhaus in Salzburg

6.2.6.1 Formale Kurzdarstellung



Abbildung 6.23: Außenansicht des Gebäudes

Gebäudetyp:	viergeschossiges Mehrfamilienhaus in massiver Bauweise
Lage:	freistehend
Baujahr:	1957
Sanierung:	1997
Anzahl der Wohneinheiten:	zwölf

Chronologie der Sanierungsarbeiten:

Im Zeitraum von September bis Dezember 1997 wurde die gesamte Außenhülle des Gebäudes gedämmt und neue Fenster wurden eingebaut. Zusätzlich wurden überdachte Balkonanbauten vorgehängt (von Gebäudehülle thermisch getrennt).

Bauteilbeschreibung vor Sanierung:

Außenwände: Steinsplittbeton beidseitig verputzt (insgesamt ca. 35 cm dick)
Oberste Geschossdecke und Kellerdecke: ungedämmt
Fenster: Holz- Verbundfenster, 2-scheibig

Bauteilbeschreibung nach Sanierung:

Außenwände: mit 12 cm Steinwollgedämmplatten mit beidseitiger magnesitgebundener Deckschicht gedämmt.
Oberste Geschossdecke: mit Steinwolle- Dämmelementen (18 cm) gedämmt.
Kellerdecke: Holzunterkonstruktion mit 10 cm Steinwolleelementen, Deckenuntersicht aus 10 mm Gipsfaserplatten.
Fenster: neue Kunststofffenster doppelt verglast ($U_{\text{Glas}} = 1,1$).
Außerdem wurden alle Wohnungen an das Fernwärmenetz angeschlossen.

Heizung und Warmwasserbereitung vor der Sanierung:

Heizung und Warmwasserbereitung individuell (Öl und feste Brennstoffe, Warmwasserbereitung auch elektrisch).

Heizung und Warmwasserbereitung nach der Sanierung:

Heizung und Warmwasserbereitung mittels Fernwärme.

Planung und Durchführung:

Durch die Stadtgemeinde Salzburg.

Bewohnerstruktur:

Es liegt eine gemischte Bewohnerstruktur vor.



Abbildung 6.24: Außenansicht des Gebäudes

6.2.6.2 Qualitative Auswertung

Datengrundlage

Drei qualitative Interviews wurden mit Bewohnern der Mehrfamilienhäuser in Salzburg, Friedensstraße durchgeführt. Folgende Tabelle bietet eine Übersicht über Merkmale der Interviews bzw. der Interviewpartner. Zusätzlich zu den Bewohnerinterviews wurde ein Interview mit dem während des Zeitraums der Sanierungen zuständigen Bauleiter (Stadtgemeinde Salzburg)¹⁶ durchgeführt.

Tabelle 6.3: Datengrundlage zu Fallstudie 6

Bewohner-Interview Nr.	Geschlecht des / der Interviewten	Anzahl d. Haushaltsmitglieder	Alter des / der Interviewten	Anmerkungen
1	M	2	40	tel. Interview; Wohnfläche 28 m ²
2	W	2	49	tel. Interview; Wohnfläche 53 m ²
3	M	2	75	tel. Interview; Lage im obersten Geschoss; Wohnfläche 48 m ²

Die Interviews wurden im November 2003 / Jänner 2004 (Bewohner) bzw. Februar 2004 (Bauleiter, Stadtgemeinde Salzburg) durchgeführt.

¹⁶ Die Wohnungen sind im Besitz der Stadtgemeinde Salzburg und werden von dieser verwaltet. Der Interviewpartner war zum Zeitpunkt der Sanierungen im Amt für Wohnungsverwaltung als Bauleiter verantwortlich für die Sanierung der Häuser in der Friedensstraße, arbeitet zur Zeit aber in einer anderen Abteilung der Stadtverwaltung.

Motivation für die Sanierung

Der Hauptgrund für die Sanierung bestand in der nötig gewordenen Verbesserung des bauphysikalischen Zustands der drei Häuser in der Friedensstrasse. Dächer und Fenster waren bereits undicht, die aus Steinsplittbeton errichteten Wände wiesen einen sehr schlechten U-Wert von 1,49 W/m²K auf. Die Gebäude wurden 1957 im Rahmen eines UNESCO-Projekts als Flüchtlingswohnhäuser errichtet, und seit dieser Zeit wurden keine nennenswerten Verbesserungsarbeiten an den Gebäuden vorgenommen. Unmittelbarer Anlass, die Sanierung in Angriff zu nehmen, war ein Vorstoß der Grünen Partei / Bürgerliste im Rahmen einer Klimaforumssitzung der Stadt Salzburg, woraufhin beschlossen wurde, für die nächsten drei Jahre das Sanierungsbudget der Stadt Salzburg um jeweils 5 Millionen ATS (entspricht ca. 363.000,- EUR) pro Jahr aufzustocken und pro Jahr jeweils eines der Häuser zu sanieren.

Gründe für die konkrete Auswahl der Maßnahmen

Mitentscheidend für die konkrete Auswahl der Maßnahmen war das Motiv, das Projekt im Rahmen der Salzburger Wohnbauförderung möglichst gut zu platzieren. Im konkreten Fall wurde die Wahl des vergleichsweise guten Dämmstandards (12 cm Dämmdicke für Außenwände, 20 cm für die oberste Geschossdecke, 10 cm für die Kellerdecke) sowie die Wahl der Fenster (Holz-Alu Wärmeschutzfenster) von den Förderbestimmungen beeinflusst.

Als Dämmmaterial wurde ausschließlich Mineralwolle gewählt, die Bevorzugung von Steinwolle im Vergleich zu EPS wird vom Bauleiter mit ökologischer Motivation begründet: „Weil man gesagt hat, man schaut auf Nachhaltigkeit und nicht einfach nur günstig oder billig das machen, sondern wenn, dann soll das gescheit gemacht werden, vor allem auch im Hinblick auf Recyclebarkeit, da sind wir immer auf Steinwolle gegangen“. Mittlerweile wird von der Stadtverwaltung aus Gründen einer einfacheren Bauabwicklung nicht mehr Steinwolle, sondern Dämmstoffplatten auf mineralischer Basis als Dämmstoff eingesetzt.

Nachdem sich herausstellte, dass bei Durchführung der geplanten Sanierungsmaßnahmen die pro Objekt budgetierten 5 Mio. ATS nicht zur Gänze ausgeschöpft werden müssen, wurde entschieden, Balkone zu errichten – eine Maßnahme, die von den Mietern sehr positiv aufgenommen wurde. Für die Bewohner kam es zu einer geringfügigen Erhöhung der Mieten (um 8,60 ATS/m² und Monat), diese Erhöhung wurde im Rahmen einer Kategorieanhebung durchgeführt und von den Mietern aufgrund der Verbesserung des Wohnstandards akzeptiert¹⁷.

Da etwa zeitgleich mit der Planungsphase in der Umgebung der Objekte das Fernwärmenetz ausgebaut wurde, wurde vom Fernwärmeversorger (Salzburg AG) der Stadtverwaltung das Angebot unterbreitet, die Häuser in der Friedensstraße mitanzuschließen. Das Angebot wurde angenommen und mit den Mietern Verträge in Form eines „Fernwärmedirektservice“ abgeschlossen, was für die Hausverwaltung den Vorteil bietet, dass alle Arbeiten, die mit der Beheizung der Objekte in Verbindung stehen (wie Wartungsarbeiten, Verrechnung) von der Salzburg AG direkt übernommen werden.

Maßnahmen zur Bewohnerinformation

Vor Beginn der Sanierung jedes Hauses wurde von der Stadtverwaltung jeweils eine Mieterversammlung veranstaltet. Die Pläne wurden vorgelegt und die Mieter um ihre Zustimmung

¹⁷ Einkommensschwache Mieter hatten die Möglichkeit, um Wohnbeihilfe anzusuchen, wobei sie in dieser Hinsicht von der Hausverwaltung unterstützt wurden.

mung gefragt. Da die geplanten Maßnahmen – insbesondere die zusätzlichen Balkone - bei gleichzeitiger moderater Anhebung der Mieten als wohnqualitätserhöhend wahrgenommen wurden, war es für die Stadtverwaltung relativ problemlos, die Zustimmung der Mieter zu gewinnen. Dies gilt insbesondere für die Sanierung des zweiten und dritten Hauses: „Das wichtigste war das erste Objekt, bei den nachfolgenden war's ja kein Problem mehr, die haben ja bei dem ersten schon gesehen, was gemacht worden ist und bei den anderen Objekten war's dann nur mehr eine Formsache“ (Bauleiter). Zusätzlich wurde schriftliches Informationsmaterial versandt. Alle befragten Bewohner fühlen sich ausreichend informiert.

Laut Auskunft des zuständigen Bauleiters wurden die Bewohner auch über die, in etwa zu erwartenden Heizkosten nach der Sanierung informiert. Die Richtwerte für die Kosten pro m² wurden von der Salzburg AG berechnet.

Bewohnerzufriedenheit

- mit der Sanierung allgemein

Die Zufriedenheit der befragten Bewohner mit den Ergebnissen der Sanierung ist als hoch bis sehr hoch einzustufen und wird beispielsweise durch folgendes Zitat illustriert: „Schöner könnten wir es gar nicht haben, [...] weil es ist wirklich gut“. Die Verbesserung der thermischen Qualität, neue dichte Fenster, ein komfortables Heizsystem und die neu errichteten Balkone schlagen positiv zu Buche. Die hohe Zufriedenheit deckt sich auch mit den Eindrücken aus den Rückmeldungen an die Hausverwaltung: „Was schon gekommen ist von den Mietern, dass sie halt so happy waren, dass es so schön warm immer ist, dass sie so wenig heizen brauchen, dass es so klass ist und so komfortabel“ (Bauleiter). Auch die Durchführung der Sanierungsarbeiten ist aus Sicht der befragten Bewohner relativ problemlos und zügig verlaufen.

Nur im Fall einer Interviewpartnerin wird die Zufriedenheit dadurch gedämpft, dass die Heizkosten in der letzten Periode deutlich gestiegen sind¹⁸: „Wir haben ja schlechte Fenster gehabt, keine Balkone, Heizung war noch mit Ölöfen, es ist alles gegangen, aber es hat unsere Lebensqualität sehr verbessert trotz dem steigenden Preis“.

- mit dem Heizsystem

Vor der Sanierung wurden die Wohnungen in der Friedensstraße zum überwiegenden Teil mit Einzelofenheizungen beheizt. Diese Form der Beheizung kam auch bei allen befragten Bewohnern zum Einsatz, wobei in zwei Fällen Öl als Brennstoff eingesetzt wurde, in einem Fall Holz.

Die Zufriedenheit mit der Fernwärmeversorgung ist sehr hoch. Gedämpft wird diese Zufriedenheit im bereits oben erwähnten Fall durch die als ungerechtfertigt empfundene Heizkostenerhöhung. Der erhöhte Heizkomfort durch den Wegfall der individuellen Brennstofflogistik stellt die deutlichste Verbesserung dar - insbesondere für ältere Bewohner: „in den dritten Stock das Holz rauftragen mit 75 Jahren, was willst“. Als weitere Verbesserung ist der Wegfall der unangenehmen Geruchsentwicklung bei Ölöfen zu nennen. Im Fall des Holzheizers wird der positive Aspekt eines Holzofens zwar erwähnt: „Mit dem Holz, eine Geschichte ist das, die Wärme ist ganz anders und die Feuerung wennst siehst, das ist alles ganz anders“, die Vorteile der komfortableren Heizung überwiegen aber ein-

¹⁸ Da das Interview telefonisch durchgeführt wurde, konnte nicht genau festgestellt werden, ob die Steigerung auf erhöhten Verbrauch oder erhöhte Tarife oder eine Kombination aus beidem zurückzuführen ist. Einem weiteren Interviewpartner ist zwar aufgefallen, dass er eine Nachzahlung für die Heizkosten hatte, er führt dies aber darauf zurück, dass seit einem Jahr seine Frau ebenfalls in der Wohnung wohnt.

deutig: „Es ist halt besser, weil man nichts hertragen braucht, man braucht nur einschalten und fertig aus“. Ausreichende Raumtemperaturen konnten von den Befragten aber auch vor der Sanierung erreicht werden: „Da hab ich die Temperaturen schon zusammengebracht, wissens, weil wir haben da so kleine Räume, wennst da eingeheizt hast, da war's schon ganz schön warm“.

Eine zentral gesteuerte Nachtabsenkung der Heizung wird durchgeführt. Laut Auskunft des Bauleiters führte diese zentrale Nachtabsenkung zumindest in der Anfangsphase fallweise zu Kritik von Seiten der Bewohner bezüglich des Zeitraums der Absenkung: „Da hat's am Anfang ein bisserl Diskussionen gegeben, wie halt immer bei diesen Geschichten, dem einen ist's zu früh, dem einen zu spät“.

- mit der Wohnsituation allgemein

Die allgemeine Wohnsituation wird als befriedigend erlebt, nach der Sanierung hat sich die Wohnqualität aufgrund der durchgeführten Maßnahmen erhöht. In einem Fall wird auch die Lage der Häuser als positiv hervorgehoben.

Benutzerverhalten vor und nach der Sanierung

Laut Angaben der Bewohner waren (in allen drei Fällen) vor der Sanierung die Raumtemperaturen im Schnitt etwas höher, wobei gleichzeitig jedoch stärkere Schwankungen beobachtbar waren. Die etwas tieferen Raumtemperaturen nach der Sanierung hängen wahrscheinlich damit zusammen, dass aufgrund der wärmeren Außenwände nach der Sanierung eine geringere Innenraumtemperatur notwendig ist, um ein vergleichbares Komfortniveau zu erreichen. Die größeren zeitlichen und räumlichen Temperaturschwankungen sind auf die Charakteristik der Einzelofenheizungen (intermittierender Betrieb, ungleichmäßigere Wärmeabgabe) und die schlechtere thermische Qualität der Gebäude zurückzuführen. Die Angaben der Bewohner über Temperaturen sind vor dem Hintergrund der unterschiedlichen Wärmeabgabecharakteristik der Heizsysteme zu relativieren: „Das kann man auch nicht vergleichen, diese Hitze“.

Das Lüftungsverhalten ist in einem Fall als kontrolliert sparsam (mehrmals täglich ca. 5 Minuten Stoßlüftung), in den beiden anderen Fällen als eher verschwenderisch anzusehen. In einem Fall sind die Fenster im Schlafzimmer¹⁹ immer gekippt, im anderen Fall sind in der Einzimmerwohnung die Fenster täglich zumindest mehrere Stunden lang – wenn die Bewohner außer Haus sind – gekippt. Im Fall des Interviewpartners, bei dem die Fenster im Schlafzimmer ständig gekippt sind, besteht ein interessanter Aspekt darin, dass trotz dieses Lüftungsverhaltens oft kein einziger Heizkörper aufgedreht ist, ansonsten nur der Heizkörper im Wohnzimmer („Da muss es aber schon kalt sein draußen“). In zwei Fällen wird von den Bewohnern explizit angeführt, dass nach der Sanierung mehr gelüftet wird.

Wissen / Bewusstsein

Keiner der befragten Bewohner konnte angeben, wie hoch die momentanen Heizkosten sind. Die bewusste Wahrnehmung der Heizkosten wird auch dadurch erschwert, dass Strom- und Fernwärmeversorger ident sind und gleichzeitig Fernwärme- und Stromrechnungen zugestellt werden²⁰. Ein Bewohner, der vorher mit Öl geheizt hatte, bezifferte seine Kosten für Öl mit 1000-1200 ATS/Monat (während der Heizperiode). Der Interviewpartner, der mit Holz geheizt hatte, hatte die Möglichkeit, kostenlos Holz zu bekommen. Wie bereits oben erwähnt, ist einer Interviewpartnerin negativ aufgefallen, dass die aktuellen

¹⁹ bei abgedrehtem Heizkörper im Schlafzimmer

²⁰ Da die Interviews telefonisch durchgeführt wurden, ist das genaue Design von Strom- und Fernwärmeabrechnungen nicht bekannt.

Heizkosten²¹ im Vergleich zur Vorperiode deutlich gestiegen sind, hier schwingt die Enttäuschung mit, dass trotz der Energiesparmaßnahmen die Heizkosten nicht gesunken, sondern wahrscheinlich gestiegen sind²². Für die beiden anderen Interviewpartner ist die Höhe der Heizkosten unauffällig. Für diese ist auch eine allfällige Erhöhung der monatlichen Gesamtbelastung²³ gering bis nicht wahrnehmbar.

Mangelndes Wissen über die Entwicklung von Heizkosten und Heizenergieverbräuche nach der Sanierung gibt es auch bei der Stadtverwaltung, da die Abrechnung der Heizkosten zur Gänze von der Salzburg AG durchgeführt wird und kein Datenaustausch erfolgt: „Wir haben überhaupt keine Kennzahlen, wo wir dort liegen im Verbrauch, weil wir keine Daten haben [...] wissens eh, wenn ich es nicht selber zahl, dann interessiert es mich auch nicht, sag ich einmal so ganz offen“. Für die Zukunft ist jedoch geplant, im Rahmen eines Facility-Management Projekts über alle von der Stadt verwalteten Gebäude u.a. auch Daten zu Heizkosten und Heizenergieverbräuche zu sammeln und Vergleiche zwischen den Objekten durchzuführen.

Reboundeffekt qualitativ / Maßnahmen zur Begrenzung des Reboundeffekts

Ein Reboundeffekt aufgrund erhöhter Raumtemperaturen oder mehr beheizter Räume nach der Sanierung lässt sich aus den Aussagen der befragten Bewohner nicht ableiten – im Gegenteil, gemäß Bewohnerangaben sind die durchschnittlichen Raumtemperaturen sogar etwas gesunken.

Ein fallweise verschwenderisches Lüftungsverhalten, das einen Luftwechsel wahrscheinlich deutlich über dem Normluftwechsel impliziert, dürfte einen gewissen Reboundeffekt hervorrufen. Dieses Lüftungsverhalten steht jedoch nicht in erster Linie in Zusammenhang mit der Sanierung, sondern mit individuellen Vorlieben: „Bei uns ist ja das Fenster im Zimmer [Schlafzimmer] immer offen, ich mein, weil das mag ich einfach“.

Zusätzliche Einsparungen (also ein "negativer" Reboundeffekt) dürfte daraus resultieren, dass erstens vom Fernwärmebetreiber der zu erwartende Heizenergiebedarf ermittelt wurde und die Heizungs- bzw. Wärmeverteilanlage auf diesen Bedarf ausgelegt wurde und zweitens eine zentral gesteuerte Nachtabenkung der Heizung durchgeführt wird.

Datenlage zur Kalkulation von Reboundeffekten

Eine quantitative Auswertung von Reboundeffekten scheitert beim gegenständlichen Sanierungsprojekt wohl in jedem Fall an der Situation vor der Sanierung, wo feste Brennstoffe und Öl in individuellen Einzelofenfeuerungen zur Raumwärmebereitstellung eingesetzt wurden. Den Energieverbrauch solcher Strukturen in der, für die Kalkulation von Reboundeffekten nötigen Exaktheit zu dokumentieren, ist im Regelfall nicht möglich. Die Wärmeversorgung des Projektes nach der Sanierung mittels Fernwärme eröffnet zumindest die Möglichkeit den aggregierten Wärmeverbrauch des Gesamtgebäudes in gemessener Form bereitzustellen, bringt jedoch das Problem mit sich, dass Raumwärme und Warmwasserbereitung in aggregierter Form vorliegen.

²¹ Da Strom und Fernwärme gleichzeitig abgerechnet werden, könnten bei dieser Erhöhung auch gestiegene Stromkosten einen Anteil haben.

²² Da weder für den Fall vorher noch für den Fall nachher genaue Daten vorhanden sind, ist eine Überprüfung nicht möglich.

²³ Leicht erhöht wurde auf jeden Fall die Miete (8,60 ATS/m² und Monat), wie bereits oben erwähnt.

6.2.7 Fallstudie 7: Mehrfamilienwohnhäuser in Linz

6.2.7.1 Formale Kurzdarstellung



Abbildung 6.25: Balkonansicht der Gebäude

Gebäudetyp: mehrere parallel angeordnete ähnlich strukturierte Mehrfamilienhäuser mit mindestens 12 Wohnungen pro Gebäude.

Lage: die NW-Seiten (Schmalseiten) der Häuser grenzen an eine Hauptverkehrsstraße, die SO-Seiten an eine Nebenstraße, in der Nähe befindet sich ein Sportstadion.

Baujahr: ca. 1965

Sanierung: 1995 - 2001

Anzahl der Wohneinheiten: ≥ 12 pro Gebäude

Chronologie der Sanierungsarbeiten:

Die einzelnen Gebäude werden seit 1995 sukzessive saniert. Die Sanierung des ersten Gebäudes wurde 1996 abgeschlossen. Die Gebäude, in denen Befragungen durchgeführt wurden, wurden 2000/2001 saniert.

Bauteilbeschreibung vor der Sanierung:

Außenwände: 25 bzw. 30 cm Schlackenbeton und Vollziegel

Fenster: Holzverbundfenster (60er Jahre), 2-scheibig, die Fenster wurden teilweise bereits vor Anbringung der Dämmung getauscht.

Oberste Geschossdecke und Kellerdecke: weitgehend ungedämmt.

Bauteilbeschreibung nach der Sanierung:

Außenwände: Anbringung von 10 cm Wärmedämmplatten und transparenter Wärmedämmung (Elemente).

Fenster: Kunststofffenster, U-Wert (Glas) = $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$, die Fenster wurden teilweise bereits vor Anbringung der Dämmung getauscht.

Oberste Geschossdecke: Dämmung mit 20 cm Wärmedämmplatten.

Kellerdecke: Dämmung mit 10 cm mineralischer Wärmedämmung.

Heizung und Warmwasserbereitung vor der Sanierung:

Heizung mit Fernwärme, alte Heizkörper (BJ ca. 1965), Warmwasserbereitung: pro Wohnung individuell (Erdgas-Durchlauferhitzer oder Elektroboiler).

Heizung und Warmwasserbereitung nach der Sanierung:

Die zentrale Heizwärmeversorgung und die individuelle Warmwasserbereitung wurde unverändert belassen. Teilweise wurden neue Heizkörperventile installiert.

Planung und Durchführung:

Für Planung und Durchführung verantwortlich: Wohnungsanlagen Ges. m.b.H. (WAG), fachliche Begleitung: OÖ. Energiesparverband.

Bewohnerstruktur:

Ursprünglich waren die Wohngebäude für Bedienstete eines Krankenhauses vorgesehen und von diesen zunächst bewohnt, mittlerweile ist eine Durchmischung der Bewohnerstruktur eingetreten.



Abbildung 6.26: SO-Ansicht der Gebäude mit den TWD-Flächen

6.2.7.2 Qualitative Auswertung

Datengrundlage

Drei qualitative Interviews wurden mit Bewohnern der Mehrfamilienhäuser am Grundbachweg durchgeführt. Zusätzlich zu den Bewohnerinterviews wurde ein Interview mit dem für die Sanierung verantwortlichen Bauleiter der zuständigen Genossenschaft durchgeführt.

Tabelle 6.4: Datengrundlage für Fallstudie 7

Bewohner-Interview Nr.	Geschlecht des / der Interviewten	Anzahl d. Haushaltsmitglieder	Alter des / der Interviewten	Anmerkungen
1	M/W	2	63/63	persönliches Interview, Lage im 3. Obergeschoss, Wohnfläche ca. 80 m ²
2	W	1	61	persönliches Interview, Lage im 1. Obergeschoss, Wohnfläche ca. 80 m ²
3	M	1	55	tel. Interview, Lage im Erdgeschoss, Wohnfläche ca. 22 m ²

Die Interviews wurden im November 2003 (Bewohner) bzw. Jänner 2004 (Bauleiter) durchgeführt.

Motivation für die Sanierung

Seit der ursprünglichen Errichtung der Gebäude (1964/65) wurden an den Gebäuden abgesehen von kleineren Reparaturen keine Renovierungsarbeiten durchgeführt, weshalb bereits verschiedene bauliche Mängel zutage traten. Zu offensichtlich schadhafte Teile des Baukörpers zählten die Dacheindeckung, Teile des Außen- und Innenputzes, schadhafte Balkone und Hauseingangstüren. Weiters gab es immer wieder Beschwerden der Bewohner von Wohnungen in exponierten Lagen²⁴, dass gewünschte Raumtemperaturen nicht erreicht werden konnten, was eine thermische Sanierung notwendig erscheinen ließ. Neben der Behebung baulicher Mängel stellte also auch die Verbesserung des thermischen Komforts der Bewohner ein wesentliches Motiv für die Durchführung der Sanierung dar.

Die befragten Bewohner gaben an, nicht unmittelbar über die Motivation für die Sanierung informiert worden zu sein, nur ganz allgemein, dass die Sanierung durchgeführt wird: „Es hat geheißen, die Häuser werden saniert“. Der Zustand des Gebäudes vor der Sanierung wird von den befragten Bewohnern nicht als besonders schlecht, aber dem Alter des Gebäudes entsprechend verbesserungswürdig beschrieben: „Nur einfach alt, abgewohnt, desolat kann man nicht sagen“. Der Zustand der Fenster vor der Sanierung wird von einem Interviewpartner als höchst mangelhaft beschrieben: „Die Fenster waren fürchterlich“, von den anderen beiden interviewten Mietparteien wurde bereits einige Jahre vor der Sanierung (im Jahr 1999) veranlasst, die Fenster zu tauschen. Die Qualität der Fenster vor dem Tausch wird in diesen beiden Fällen auch als schlecht beschrieben, wenn auch nicht derart hervorgehoben wie im erstgenannten Fall.

Gründe für die konkrete Auswahl der Maßnahmen

Bei den Maßnahmen zur Verbesserung der thermischen Qualität orientierte sich die zuständige Genossenschaft an den damaligen Förderrichtlinien (1995), wobei die vorgeschriebene Energiekennzahl²⁵ nicht nur erreicht, sondern auch etwas unterschritten werden sollte: „Dass man gleich nicht wieder grenzwertig [ist], und das Nachhaltigkeitsdenken hat sich eigentlich da durchgesetzt in der Entscheidungsfindung“ (Bauleiter). Die gewählten Dämmdicken liegen daher etwas über den bei Sanierungen üblichen Werten (10 cm Außenfassade und Kellerdecke, 20 cm Dachgeschossdecke). Seit Beginn der Planungsphase war auch der Oberösterreichische Energiesparverband (Oö. ESV) in die Konzeption der Sanierungsmaßnahmen mit eingebunden, auch mit der Motivation, Erfahrungswerte für zukünftige Förderungsrichtlinien zu sammeln. Seitens des Oö. ESV wurde der Vorschlag gemacht, die Sanierung der Häuser am Grundbachweg als Projekt mit Pilotcharakter anzulegen. Der Pilotcharakter bezieht sich auf die Anwendung von transparenter Wärmedämmung (TWD) im mehrgeschossigen Wohnbau.

Die durch die relativ teure transparente Wärmedämmung bedingten Mehrkosten konnten durch zwei begünstigende Faktoren eingedämmt werden: erstens machte der TWD-Hersteller der Genossenschaft ein preislich günstiges Angebot, zweitens kam bedingt durch Einflussnahme des Energiesparverbands ein attraktives Fördermodell zur Anwendung, so dass für die Bewohner keine Mehrkosten durch die Sanierungsmaßnahmen entstanden. Mit dem schon vor der Sanierung eingehobenen Maximum des Erhaltungs- und Verbesserungsbeitrags konnte das Auslangen gefunden werden.

Als Dämmstoffe kamen Polystyrol (Außenfassaden, oberste Geschossdecke) und Mineralwolle (Kellerdecke) zum Einsatz. Der Bauleiter räumt ein, dass aus Kostengründen „punk-

²⁴ Eckwohnungen im obersten Geschoss und im Erdgeschoss.

²⁵ Für die Häuser am Grundbachweg wurde eine Energiekennzahl von 50 kWh/m²a berechnet, die Grenze für die Gewährung der Förderung lag damals bei 65 kWh/m²a.

to Baubiologie da eigentlich noch nicht der hundertprozentige Gedanke durchgeschlagen“ ist.

Fenster wurden auf Wunsch der Bewohner teilweise schon vor der Sanierung getauscht, mit der Sanierung kam es dann zum flächendeckenden Fenstertausch. Das Heizsystem wurde auf den niedrigeren Wärmebedarf angepasst, in dem pro Gebäude neue Regulierungsventile eingebaut wurden. Abgesehen vom ersten sanierten Objekt wurden an den Heizkörpern zusätzlich Thermostatventile angebracht. Die Sanierungsarbeiten erfolgten in zwei Etappen. 1995/96 wurde das erste Gebäude saniert, 1998-2000 die restlichen Gebäude.

Maßnahmen zur Bewohnerinformation

Bei der ersten Etappe der Sanierung wurde eine etwas ambitioniertere Vorgangsweise zur Informationsvermittlung im Vergleich zur zweiten Etappe gewählt. Hier wurde eine Mieterversammlung abgehalten, auf der gemäß Auskunft des Bauleiters über alle geplanten Maßnahmen ausführlich berichtet wurde, auch über eine damals geplante und letztlich aus Kostengründen nicht installierte Solaranlage zur Warmwasserbereitung.

Bei der zweiten Etappe der Sanierung erfolgte die Informationsvermittlung nur auf schriftlichem Weg, wobei aus Bewohnersicht die Detaillierungsgrad der Information nicht ausreichend war: „Es wird eine Sanierung durchgeführt, aber im Detail, welche Art der Sanierung, [...] da sind wir nicht informiert worden“. Beispielsweise gab es gemäß Aussagen der befragten Bewohner vorab keine Informationen über die TWD-Felder, was insofern bemerkenswert ist, da es sich in diesem Aspekt um ein Pilotprojekt handelte: „Dann sind wir benachrichtigt worden, dass das in Angriff genommen wird, aber nicht weiter über diese Solarfelder, die sie uns da aufgesetzt haben“. In der Erinnerung der Interviewpartner sind Heizenergie-/Heizkosteneinsparungen in den Informationsschreiben nicht thematisiert worden.

Bewohnerzufriedenheit

- mit der Sanierung allgemein

Die Zufriedenheit mit der Sanierung wird – zumindest für einen Teil der Bewohner - entscheidend von den Auswirkungen der transparenten Wärmedämmung im Sommer beeinflusst. In den südöstlich/südwestlich gelegenen Wohnungen, an deren Außenwände Felder mit transparenter Wärmedämmung angebracht sind, kommt es im Sommer zu einer deutlichen Überhitzung, die als sehr störend wahrgenommen wird und zu einer Unzufriedenheit mit der Sanierung insgesamt führt. Die südöstlich und –westlich gelegenen Außenwände mit nicht beschatteter transparenter Wärmedämmung erreichen eine Temperatur über Körpertemperatur und strahlen diese Wärme in den Raum. Dieser Effekt wird im Winter und in der Übergangszeit als angenehm empfunden: „Es ist angenehm im Herbst, im Spätherbst und im Frühling, da ist es angenehm, da ist es, wie wenn man einen Kachelofen drinnen hätte“, im Sommer aber naturgemäß als höchst unangenehm: „Es ist da ein Horror, muss ich schon sagen“. Die Bewohner reagieren auf diese sommerliche Überhitzung beispielsweise mit Verlegen des Schlafzimmers in einen etwas kühleren Raum oder mit der Nutzung eines Zweitwohnsitzes, falls diese Möglichkeit vorhanden ist.

Die Planer innerhalb der Genossenschaft und des projektbegleitenden Oö. Energiesparverbands waren sich der Überhitzungsproblematik bewusst, dies war auch mit ein Grund, warum in der Planungsphase das Fraunhofer-Institut in Stuttgart mit Simulationsrechnungen für den Sommer- und Winterfall beauftragt wurde. Ein Ergebnis dieser Berechnungen war, dass in exponierten Lagen im Sommer maximal 1,5 bis 2 Grad höhere Rauminnentemperaturen aufgrund der transparenten Wärmedämmung zu erwarten sind. Ein Ergebnis, das die

Planer beruhigte, wenn auch im nachhinein vom Bauleiter zugegeben wird, dass die Bedeutung der sommerlichen Überhitzung unterschätzt wurde: „Erkannt wurde es schon, dass es zur Überhitzung kommt, dass die zwei Grad [mehr Raumtemperatur], die an exponierten Stellen berechnet wurden, derartiges Unbehagen oder das Gefühl seitens der Mieterschaft, dass das so was Negatives sein sollte, [auslösen würde], das wurde eigentlich unterschätzt“.

Laut Auskunft des Bauleiters sind keine konstruktiven Sonnenschutzmaßnahmen geplant, weil diese als zu wartungsintensiv erachtet werden. Mittelfristig soll aber durch bereits gepflanzte Laubbäume an den exponierten Stellen eine Linderung der sommerlichen Überhitzung erreicht werden.

In der Wohnung eines Interviewpartners wurden von der Genossenschaft Temperaturmessungen während der Sommermonate durchgeführt, der Hinweis der Genossenschaft auf entsprechendes Lüftungsverhalten wird aber als unzureichend angesehen: „Sie müssen lüften, dann bringens das weg, so auf die Art“. Von Seiten der Interviewpartner wird auch darauf verwiesen, dass möglicherweise nicht hartnäckig genug eine Beschattungsmöglichkeit von der Genossenschaft eingefordert wurde: „Wir haben uns aber auch damals zu wenig - mein ich dann - vehement eingesetzt, weil wir weichen immer aus, wenn's warm ist, ziehen wir weg, wir haben heuer im Sommer vielleicht dreimal geschlafen da, weil's einfach nicht tragbar ist“.

Von einer Interviewpartnerin wird als weiterer unangenehmer Aspekt im Sommer Geruchsbelästigung angeführt, die nach ihrer Ansicht wahrscheinlich von Ausdünstungen des Klebers, mit dem das Dämmmaterial befestigt wurde, herrührt: „Also wenn die Sonne her scheint auf die Mauer, ich brauch nur das Fenster aufmachen, dann stinkts herinnen derart unangenehm, [...] das ist der Kleber, weil das habe ich drüben dann im Schlafzimmer nicht, den Geruch, weil da brennt die Sonne nicht hin“.

Zwei der befragten Mietparteien sind von den sommerlichen Auswirkungen der transparenten Wärmedämmung betroffen und entsprechend unzufrieden, der dritte Interviewpartner, der in einer westseitig gelegenen Erdgeschosswohnung lebt, an deren Außenwand keine transparente Wärmedämmung angebracht wurde, hat keine Probleme mit sommerlicher Überhitzung und ist sich nicht einmal bewusst, dass das Haus mit TWD ausgestattet ist.

Die von den sommerlichen Auswirkungen der transparenten Wärmedämmung betroffenen Interviewpartner sind abgesehen von ebendiesen Auswirkungen mit den übrigen Effekten der Sanierung zufrieden, für den Winterfall wird die Verbesserung der thermischen Behaglichkeit gelobt: „Also im Winter bringt die Isolierung schon was, auf jeden Fall [...], jetzt sind auch die Wände nicht mehr so kalt, wenn man sie angreift, früher [...] waren die Wände ja schon eiskalt“. Nach der Sanierung ist es möglich, während der Heizperiode überall in den Wohnungen das gewünschte Temperaturniveau zu erreichen, was vor der Sanierung bisweilen nicht der Fall war: „Es war zu kalt, da haben viele gejammert, ich weiß auch noch, wie unsere Kinder klein waren, die erste Zeit, da war's schon, dass man sich gesagt hat, es hätte ein bisschen wärmer sein können“. Dieser Umstand führte auch zu Interventionen bei der Hausverwaltung: „Aber es hat auch Zeiten gegeben, wo es nicht so warm war, dass wir bombardiert haben, drehts mehr auf“. Besonders dramatisch war die zu geringe Wärmeabgabe über die Fernwärmeversorgung im Fall des in einer kleinen Erdgeschosswohnung wohnenden Interviewpartners, in dessen Wohnung im Winter trotz voll aufgedrehten Heizkörpers Temperaturen von um die 10 °C keine Seltenheit waren: „Es war ja eiskalt herinnen, mit Anorak oder mit Mantel hat man sitzen müssen“. Ein interessanter Aspekt ist in diesem Fall, dass dieser Bewohner die Verbesserung der thermischen Situation in seiner Wohnung nur den neuen Fenstern, nicht aber den übrigen Wärmeschutzmaßnahmen (Dämmung der Außenwände und der Kellerdecke) zuschreibt, was mit dem offen-

bar besonders schlechten Zustand seiner Fenster vor der Sanierung zu tun hat. Auch die anderen befragten Mieter stellen die schlechte Qualität ihrer Fenster vor dem Fenstertausch (welcher einige Jahre vor der Gesamtsanierung erfolgte) fest, wenn auch nicht in diesem Ausmaß: „Außerdem haben wir Holzfenster gehabt, wenn der Westwind gegangen ist, hat man direkt gesehen, wie sich der Vorhang bewegt hat, das hat dann auch eingewirkt darauf, dass es nicht so warm war in der Wohnung“.

Für den in der Erdgeschosswohnung wohnenden Interviewpartner hat sich die Wohnzufriedenheit nach der Sanierung merklich verbessert, einerseits durch die deutliche Verbesserung der thermischen Behaglichkeit im Winter, andererseits dadurch, dass er in eine innenrenovierte Wohnung gleicher Größe nach der Sanierung umgezogen ist²⁶.

In der Wahrnehmung der von der transparenten Wärmedämmung direkt betroffenen Bewohner hat sich die Situation für die Wohnungen, die nicht mit TWD-Elementen ausgestattet sind, auch im Sommer verbessert: „Die zwischen liegenden Wohnungen also die haben kein Problem, [...] die profitieren auch im Sommer, weil früher war nur die Wand da und die ist aufgeheizt und jetzt haben wir die Isolierungen drauf, in der Küche merkt man es, dass es kühler ist gegenüber früher, hättens da das auch alles gemacht, also wäre es ideal gewesen“.

- mit dem Heizsystem

Sowohl vor wie auch nach der Sanierung wurden die Häuser am Grundbachweg mit Fernwärme versorgt, wobei in den letzten Jahren ein Versorgerwechsel stattfand. In den meisten Wohnungen wurden die alten Heizkörper belassen, aber zusätzlich Thermostatventile angebracht.

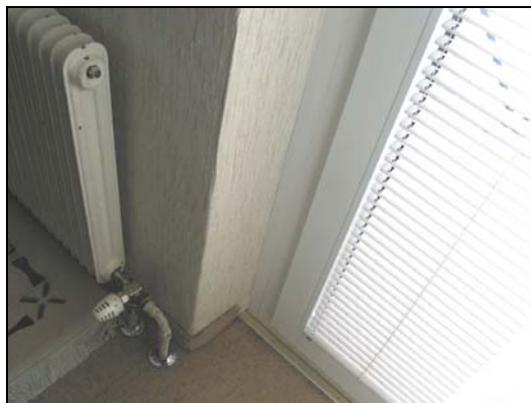


Abbildung 6.27: Alte Heizkörper mit neuen Thermostatventilen, daneben die neue Kunststoff-Balkontüre

Die Regelbarkeit der Heizung nach der Sanierung wird als zufrieden stellend empfunden, vor der Sanierung war es - wie bereits oben angeführt - nicht immer möglich, die gewünschten Temperaturen zu erreichen. Die Verbesserungen in diesem Aspekt sind aber in erster Linie den thermischen Sanierungsmaßnahmen zuzuschreiben, möglicherweise auch einer verbesserten gebäude- und wohnungsweisen Einregulierung. Für die Mieter ist es spürbar, dass trotz geringerer Vorlauftemperaturen ein höherer thermischer Komfort er-

²⁶ Die Wohnungen werden erst nach Auszug der Mieter innen renoviert. Im konkreten Fall zog der Interviewpartner in eine Wohnung gleicher Größe, gleicher Lage und gleichen Typs wie die Vorwohnung um.

reicht werden kann: „Sie tun auch wesentlich weniger heizen, das spürt man, wenn man da sitzt und am Nachmittag hingreift“.

- mit der Wohnsituation allgemein

Für die von der sommerlichen Überhitzung betroffenen Interviewpartner ist dieser Umstand das größte Problem, das sich negativ auf die Zufriedenheit mit der allgemeinen Wohnsituation auswirkt. Weiters wird noch von den im dritten Stockwerk Wohnenden bemängelt, dass kein Aufzug existiert. Eine Interviewpartnerin klagt über Risse an den Wohnzimmerwänden, wobei unklar ist, ob diese mit der sommerlichen Überhitzung in Zusammenhang stehen. Während der Heizperiode und der Übergangszeit hat sich für alle Befragten – wie bereits oben ausgeführt – die thermische Behaglichkeit verbessert. Für den im Erdgeschoss wohnenden Interviewpartner hat sich die Wohnzufriedenheit verbessert, es ist auch davon auszugehen, dass eine ähnliche Verbesserung der Zufriedenheit bei den anderen Mietern, die nicht von der sommerlichen Überhitzung betroffen sind, eingetreten ist²⁷.

Benutzerverhalten vor und nach der Sanierung

Das Benutzerverhalten in den beiden größeren Wohnungen²⁸, welche abgesehen von der Stockwerkslage gleichen Typs und gleich groß sind, weist einige Ähnlichkeiten auf. Während der Heizperiode sind meistens nur in zwei Räumen (Wohnzimmer, Bad) Heizkörper aufgedreht, die anderen Räume (Schlafzimmer, Küche, Vorzimmer) werden durch geöffnete Türen mitgeheizt, hier wird auch ein geringeres Temperaturniveau akzeptiert. Die Temperaturverteilung nach der Sanierung ist auch in beiden Wohnungen ähnlich: 20-23 Grad im Wohnzimmer, 22-24 Grad im Badezimmer, deutlich unter 20 Grad im Schlafzimmer (15-18 Grad). Vor der Sanierung war es im Schnitt kühler (etwa 1 bis 2 Grad) und es musste auch mehr geheizt werden (mehr Heizkörper aufgedreht werden), um ein ähnliches bzw. ein niedrigeres Temperaturniveau wie nach der Sanierung zu erreichen. Während in diesen beiden Wohnungen vor der Sanierung bisweilen kein ausreichendes Komfortniveau trotz voller Beheizung erreicht werden konnte, sich aber dieser Mangel noch im Rahmen hielt, herrschte in der Wohnung des dritten Interviewpartners ein drastisch niedriges Temperaturniveau trotz voll aufgedrehter Heizkörper vor – wie bereits oben unter „Zufriedenheit mit der Sanierung“ beschrieben. Nach der Sanierung bewegen sich die Temperaturen in der Kleinwohnung um 20-22 Grad.

Das Lüftungsverhalten nach der Sanierung bzw. nach dem Fenstertausch hat sich insofern verändert, dass mehr gelüftet wird. Vor der Sanierung bzw. Fenstertausch waren die Fenster auch undicht bzw. sehr undicht, wie oben bereits ausgeführt. In den beiden größeren Wohnungen werden in einzelnen Räumen (Schlafzimmer, Küche) Fenster längere Zeit in gekipptem Zustand belassen, in den anderen Räumen wird mehrmals pro Tag wenige Minuten bis zu etwa einer Viertelstunde gelüftet.

Wissen / Bewusstsein

Da die Heizkosten ausschließlich flächenbezogen abgerechnet werden und daher der Verbrauch in den einzelnen Wohnungen nicht gemessen wird, ist es für die Bewohner nicht direkt nachvollziehbar, ob bzw. in welchem Ausmaß ihr Heizenergieverbrauch nach der Sanierung gesunken ist. Es wird aber angenommen, dass insgesamt Heizenergieeinspa-

²⁷ Siehe auch oben unter „Zufriedenheit mit der Sanierung“. Der im Erdgeschoss wohnende Interviewpartner merkt auch an, dass andere Bewohner weniger zufrieden sind als er, da ihnen die Wohnungen zu klein sind.

²⁸ Es handelt sich auch um die beiden Wohnungen, welche von der sommerlichen Überhitzung betroffen sind.

rungen erzielt werden konnten bzw. können, da einerseits weniger Heizkörper aufgedreht werden müssen und auch die Vorlauftemperatur merkbar geringer ist, was sich beispielsweise auch dadurch für die Bewohner bemerkbar macht, dass Kleidungsstücke auf den Heizkörpern langsamer trocknen.

Die Heizkosten werden den Bewohnern monatlich gemeinsam mit Miete und sonstigen Betriebskosten verrechnet. Im Bewusstsein der befragten Mieter existiert die gesamte monatliche Belastung, die Höhe der Heizkosten konnte aber in keinem Fall ad hoc genannt werden: „Habe ich auch nie geachtet, das wird abgebucht, registriere ich alles nicht“. Ein Interviewpartner konnte immerhin angeben, dass die Heizkosten nach der Sanierung etwa gleich geblieben sind, während sie vorher linear gestiegen sind, überschätzte aber den Anteil der Heizkosten an der Gesamtbelastung²⁹. Die anderen befragten Bewohner hatten keine Vorstellung von der Höhe ihrer Heizkosten. Eine intensivere Auseinandersetzung mit der Abrechnung wird teilweise als Überforderung erlebt: „Das schau ich mir auch gar nicht an, das ist ja alles so kompliziert, ich rechne das ja nicht nach“. Erwähnenswert in Zusammenhang mit den Wohnungskosten ist noch, dass diese insgesamt sehr moderat sind³⁰.

Das Wissen über die durchgeführten Maßnahmen, insbesondere über die transparente Wärmedämmung, hängt auch vom Grad der Betroffenheit ab. Der Interviewpartner, der nicht von der TWD betroffen war, war sich dieser Maßnahme nicht bewusst, war sich allerdings auch nicht sicher, ob die Außenwände gedämmt wurden. Einer der Interviewpartner hat sich in Eigenregie Wissen über transparente Wärmedämmung angeeignet. Wie bereits oben angeführt, wird beklagt, dass nicht bzw. nicht ausreichend von Seiten der Genossenschaft insbesondere über die TWD informiert wurde.

Reboundeffekt qualitativ / Maßnahmen zur Begrenzung des Reboundeffekts

Vor der Sanierung gab es bedingt durch die schlechte thermische Qualität der Gebäudehülle ein niedriges bis unbefriedigendes Komfortniveau. Die Hebung auf ein befriedigendes Komfortniveau bewirkt daher einen Reboundeffekt.

Trotz einer rein flächenbezogenen Abrechnung der Heizkosten bewegt sich das Nutzerverhalten bezüglich Heizenergieverbrauch in einem Bereich, der nicht als verschwenderisch einzustufen ist. Die Ermöglichung einer wohnungsweisen Ablesung des Heizenergieverbrauchs wurde überlegt, aber aufgrund zu hoher Ablesekosten unterlassen.

Eine Begrenzung des Reboundeffekts kann durch die nach der Sanierung neu auf den geringeren Wärmebedarf einregulierte Fernwärmeanbindung erwartet werden. Die Heizungsregelung erfolgt außentemperaturgesteuert und beinhaltet eine Nachtabsenkung.

Datenlage zur Kalkulation von Reboundeffekten

Beim gegenständlichen Projekt wäre eine rechnerische Ermittlung der tatsächlich aufgetretenen Reboundeffekte aufgrund von Wurzelmessungen der Fernwärmeversorgung möglich. Die Struktur der Raumwärmebereitstellung und Warmwasserbereitung ist vor bzw. nach der Sanierung ident, Raumwärme und Warmwasser sind nicht aggregiert. Für einzelne Wohneinheiten liegen jedoch keine Energieverbrauchsmessungen vor, was die Berechnung von Reboundeffekten auf individuellem Niveau verhindert.

²⁹ Eine genauere Nachforschung ergab, dass die Heizkosten nach der Sanierung um etwa 10% gesunken sind, der relative Anteil an der monatlichen Gesamtbelastung sank von 16,5 % auf 13,9 %.

³⁰ Etwa 310 Euro für eine 80 m² Wohnung inkl. Betriebs- und Heizkosten.

6.2.8 Fallstudie 8: Wohnhausanlage in Graz

6.2.8.1 Formale Kurzdarstellung



Abbildung 6.28: Straßenansicht des mittleren Baukörpers

Gebäudetyp: Drei um 90 Grad versetzte um eine Grünanlage angeordnete 6-geschoßige Baukörper.
Lage: Wohn- und Gewerbegebiet in Bahnhofsnahe
Baujahr: 1961
Sanierung: 1999 - 2001
Anzahl der Wohneinheiten: 150
Gesamtwohnfläche: 7485 m²

Chronologie der Sanierungsarbeiten:

Vor 2001: nur vereinzelte Maßnahmen wie Kaminsanierung, vereinzelt Fenstertausch, vereinzelt Wärmedämmung.

1999 - 2001: Generalsanierung: Wärmedämmung von Außenmauern, oberster Geschossdecke und Kellerdecke; Fenstertausch; Errichtung einer zentralen Heizungs- und Warmwasseranlage inkl. Solaranlage.

Es wurde ein Contracting-Modell mit garantiertem Wärmepreis umgesetzt.

Bauteilbeschreibung vor der Sanierung:

Außenwände: 30 cm Vollziegel.

Fenster: Holzverbundfenster (60er Jahre), 2-scheibig.

Oberste Geschossdecke: Stahlbetondecke ungedämmt.

Bauteilbeschreibung nach der Sanierung:

Außenwände: Dämmung mit 8 cm.

Fenster: Kunststofffenster, U-Wert (Glas) = 1,1 W/m²K.

Oberste Geschossdecke: Dämmung mit 20 cm.

Kellerdecke: Dämmung mit 8 cm.

Heizung und Warmwasserbereitung vor der Sanierung:

Individuelle Wärmebereitstellung; Einzelofenheizungen mit verschiedenen Energieträgern oder Gas-Etagenheizungen.

Heizung und Warmwasserbereitung nach der Sanierung:

Zentrale Heizungs- und Warmwasserbereitungsanlage; die Warmwasserbereitung wird von einer Solaranlage unterstützt.

Planung und Durchführung:

Planung: Grazer Gemeinnützige Wohnungsgenossenschaft (GGW), Grazer Energieagentur (fachliche und organisatorische Betreuung).

Durchführung: Steirische Ferngas AG, J. Kern & Co Baugesellschaft m.b.H.

Bewohnerstruktur:

Überwiegend von eher einkommenschwachen Bevölkerungsschichten bewohnt.



Abbildung 6.29: Hofansicht der Gebäude

6.2.8.2 Qualitativer Teil

Datengrundlage

Vier qualitative Interviews wurden mit Bewohnern der Wohnhausanlage Daungasse/Asperngasse/Wagner Biro Straße durchgeführt. Zusätzlich zu den Bewohnerinterviews wurde ein Interview mit dem Leiter der Hausverwaltung (Gemeinnützige Grazer Wohnungsgenossenschaft, GGW) und einem Vertreter der Grazer Energieagentur durchgeführt.

Tabelle 6.5: Datengrundlage zu Fallstudie 8

Bewohner-Interview Nr.	Geschlecht des / der Interviewten	Anzahl d. Haushaltsmitglieder	Alter des / der Interviewten	Anmerkungen
1	M	2	ca. 60	tel. Interview
2	M	2	73	persönliches Interview, Lage im 3. Obergeschoss, Wohnfläche ca. 50 m ²
3	M/W	2	62/58	persönliches Interview, nicht an Hauszentralheizung angeschlossen; Lage im Erdgeschoss, Wohnfläche ca. 73 m ²
4	W	2	33	persönliches Interview, Lage im 1. Obergeschoss, Wohnfläche 35 m ²

Die Interviews wurden im November/Dezember 2003 durchgeführt.

Motivation für die Sanierung

Die Notwendigkeit einer Sanierung der Wohnhausanlage wird mit dem baulichen Zustand der Gebäude begründet, die dem typischen Baustandard der 60er-Jahre entsprochen haben. Insbesondere der Zustand der Fenster und die Art der Beheizung (zumeist Einzelöfen) ließen zu wünschen übrig.

„Wir standen auch vor dem Problem, dass, wenn wir nichts gemacht hätten, unter Umständen in 10, 15 Jahren die Siedlung hätte abgerissen werden müssen“ – mit diesen Worten wird die Dramatik der Situation vom Leiter der Hausverwaltung beschrieben. Auch von Seiten der Bewohner wurde der Wunsch nach Sanierungsmaßnahmen an die Hausverwaltung herangetragen.

Die Ansicht, dass eine Sanierung fällig war, wurde auch in den Bewohnerinterviews bestätigt, wenn auch der äußere Zustand des Gebäudes noch nicht als im engeren Sinne baufällig wahrgenommen wurde: „Es war nichts, das man sagen kann, es war so desolat, es war halt nur 40 Jahre alt und die Farbe war grau“.

Gründe für die konkrete Auswahl der Maßnahmen

Zunächst wurde im Gebäude Daungasse im Jahr 1999 aufgrund des offensichtlich schlechten Zustands der Fenster ein Tausch der Fenster durchgeführt. Es zeigte sich aber bereits nach relativ kurzer Zeit, dass alleiniger Fenstertausch nicht ausreichend ist und in einigen Wohnungen kam es auch zu Schimmelbildung: „Aber wir haben natürlich auch erkannt, dass es mit den Fenstern alleine es nicht bringt, wir haben auch damals gemerkt so wie bei vielen anderen Objekten, wenn man nur die Fenster tauscht und bei der Heizung nichts tut, wird man dort in dem Bereich dichter und soweit ich mich erinnern kann, ist es dort sogar zu Schimmelbildungen gekommen durch den Einbau der Fenster und das war ein bisschen schon der Auslöser, wir müssen ganzheitlicher an das ganze herangehen“ (Leiter der Hausverwaltung). Nach dem Fenstertausch im Gebäude Daungasse kamen auch zahlreiche Anfragen von Bewohnern der beiden übrigen zur Wohnhausanlage gehörenden Gebäude, wann bei ihnen ähnliche Maßnahmen durchgeführt würden. Dies wurde auch von Seiten der Hausverwaltung als Anlass genommen, die Bewohner nach ihren Bedürfnissen zu fragen. Hierbei stellte sich klar heraus, dass der Wunsch nach einer Hauszentralheizung gegeben war.

Nach den Erfahrungen mit dem Fenstertausch in der Daungasse und den Rückmeldungen der Bewohner wurde von der Wohnungsgenossenschaft klar ein ganzheitlicher Ansatz für die Sanierung der Wohnhausanlage favorisiert: „Wir haben recht rasch erkannt, wir müssen eigentlich beginnen bei einer Zentralheizung, wenn wir aber jetzt eine Zentralheizung bauen und die Hülle so lassen wie sie ist, müssen wir sie dementsprechend dimensionieren, wenn wir dann zuwarten und 5, 6 Jahre später vielleicht Dämmmaßnahmen und Fenstertauschaktionen machen, dann stimmt uns wieder die Heizung in der Dimensionierung nicht, und das hat uns immer wieder an den Anfang zurückgebracht, es wäre gut alles in einem und sinnvoll zu machen“ (Leiter der Hausverwaltung).

Einzig die Finanzierung des geplanten Maßnahmenpakets stellte sich zunächst als große Hürde dar, da im Rahmen des Gemeinnützigkeitsgesetzes operiert werden muss, welches die Einhebung eines Erhaltungs- und Verbesserungsbeitrags von maximal 1,32 Euro/m² und Jahr zulässt. Auch nach bestmöglichem Ausschöpfen der Landesfördermittel blieb eine Finanzierungslücke von etwa 290.000 Euro (4 Mio. ATS). Erst durch Anwendung eines Contracting-Modells konnte die Finanzierungslücke geschlossen werden. Die Anregung für ein Contracting-Modell kam von der Grazer Energieagentur, an welche der Leiter der Hausverwaltung eigentlich aufgrund eines Zufalls vermittelt wurde. Von der Grazer Energieagentur wurden Simulationsrechnungen durchgeführt und danach gemeinsam mit

der Wohnungsgenossenschaft ein Wettbewerb zur Findung des Contractors ausgeschrieben.

Da in den Ausschreibungsbedingungen relativ große Spielräume offengelassen wurden, lagen einige wesentliche Designentscheidungen beim Contractor. Die Wahl der Dämmdicke, die Wahl des Heizsystems und die Entscheidung, ob eine Solaranlage installiert werden soll, wurde dem Contractor bei der Formulierung seines Anbots offen gelassen. So wurde in den Simulationsrechnungen der Grazer Energieagentur eine höhere als die letztlich gewählte Dämmdicke von 8 cm im Bereich der Außenmauern als optimal ermittelt. Die suboptimale Wahl wird damit begründet, dass die Firmen, die am Wettbewerb teilgenommen haben, aus dem Bereich Heizungs- und Regelungstechnik kommen und mit der Sanierung von Wohngebäuden Neuland betreten: „Beim Pilotprojekt zeigte sich auch, dass die Optimierung der Haustechnik weitgehend umfassend gelöst wurde, dass eine Optimierung des Dämmstandards hingegen nur eingeschränkt erfolgte“ (Zitat aus „Wohngebäude-sanierung mit Einspargarantie“, Leutgöb et al. 2002)

Das Angebot der Steirischen Ferngas (in Kooperation mit einer Baufirma) bekam letztendlich den Zuschlag. Es ist durch die Eckpunkte 8 cm Wärmedämmung der Fassade mit Wärmedämmverbundsystem (Mineralwolle), Errichtung einer mit Erdgas betriebenen Hauszentralheizung sowie Errichtung einer Solaranlage mit 85 m² Kollektorfläche zur Unterstützung der Warmwasserbereitung gekennzeichnet bzw. von den übrigen Anboten abgrenzbar. Sonstige wichtige durchgeführte Maßnahmen sind Fenstertausch, Dämmung von Keller- und oberster Geschossdecke sowie die Errichtung von 7 Liftanlagen.



Abbildung 6.30: Die neu installierte Solaranlage auf dem Gebäude

Die Laufzeit des Contractingvertrags beträgt 15 Jahre. Der Contractor garantiert die maximale Höhe der Investitionskosten, die maximale Höhe der jährlichen Heizkosten³¹ und den Energiepreis für Warmwasser unter Einhaltung definierter Komfortstandards (Auslegung auf 22 °C Raumtemperatur, Regelfall 55 °C Warmwassertemperatur, Vorgaben bzgl. Störungsbehebung).

Maßnahmen zur Bewohnerinformation

Die Information der Bewohner erfolgte und erfolgt vergleichsweise sehr ambitioniert. Zu Beginn der Informationsaktivitäten standen schriftliche Informationen, die das geplante Vorhaben darstellten und eine vom Leiter der Hausverwaltung persönlich durchgeführte

³¹ Die Garantie der maximalen Heizkosten erfolgt klimabereinigt und für die Summe der Nutzer, nicht für eine einzelne Wohnung.

Hausbegehung, in der etwa ein Drittel der Wohnungen besucht wurden. Ziele der Hausbegehung waren neben der Informationsverbreitung auch, die Zustimmung der Bewohner zu den geplanten Maßnahmen zu erfahren sowie ein Gefühl zu bekommen, in welchem Bereich sich bisher die Heizkosten bewegt haben.

Nach diesen einleitenden Aktivitäten wurde ein Siedlungsfest durchgeführt, bei dem versucht wurde, die geplanten Vorhaben und das Finanzierungsmodell leicht verständlich aufbereitet, den Bewohnern zu vermitteln. Ein wesentlicher Punkt im Rahmen der Informationsvermittlung war, darauf hinzuweisen, dass sich die monatlichen Belastungen für die Mieter nach Durchführung der umfassenden Sanierung nicht bzw. nicht wesentlich ändern werden: „Der Mietzins - wenn man so will - hat sich nicht erhöht, der Erhaltungs- und Verbesserungsbeitrag ist geblieben, und das war auch die einfache Formel, die wir den Bewohnern dort sagen mussten, die konnten mit Contracting und spezieller Dämmung oder weiß ich kaum was anfangen, wir haben die Erklärung abgegeben, dass wir mit der monatlichen Belastung nicht hinaufgehen werden, aber mit einem ausgeklügelten Modell Maßnahmen vorziehen, über Contracting finanzieren, das einzige was sie aber bezahlen müssen sind die Heizkosten, die sie früher aber auch gehabt haben, aber nicht über die GGW laufend, sondern indem sie selber Kohle, Öl oder sonst was eingekauft haben“ (Leiter der Hausverwaltung).

Neben der ersten Informationsvermittlung zu Beginn des Projekts war insbesondere der Zeitraum nach der ersten Abrechnung von großer Bedeutung für die Vermittlung von Feedback-Information. Zunächst wurde ein Schreiben versandt, in dem mitgeteilt wurde, dass der Gesamtverbrauch unter dem prognostizierten Wert liegt und den Bewohnern ein allgemeines Lob ausgesprochen. Danach folgte ein zweites Schreiben, in dem all jene Mieter angeschrieben werden, deren Verbrauch 20 % über dem Durchschnittsverbrauch für Heizen oder Warmwasser lag. Diese wurden zu einer Versammlung eingeladen. Ziel der Veranstaltung war es, in Gesprächen Ursachen für die höheren Verbräuche herauszufinden, und – falls möglich – Anregungen zu geben, wie das Verhalten geändert werden könnte. Es wurde auch versucht, bereits vor der ersten Abrechnung, die nach etwas mehr als einem Jahr erfolgte, auf das Nutzerverhalten Einfluß zu nehmen: „Wir haben natürlich auch sensibilisiert, wir haben immer wieder schriftlich darauf aufmerksam gemacht, wir sind keine Zauberer, Sie als Bewohner können jetzt das, was wir gerechnet haben, beeinflussen, und wir können keine Garantie abgeben bei Missbrauch für jeden einzelnen“ (Leiter der Hausverwaltung).

Das Wahrnehmen einer Informations- und Kommunikationsfunktion ist Teil der Aufgaben des Contractors, zusätzlich nimmt die Hausverwaltung eine sehr aktive Rolle in der Informationsvermittlung, weshalb beispielsweise alle Informationsschreiben zwischen beiden Organisationen abgestimmt werden und fallweise die Informations- und Kommunikationsfunktion des Contractors auf Drängen von der Hausverwaltung eingefordert wurde. Aus den Bewohnerinterviews lässt sich bis auf einen Fall³² Zufriedenheit mit Qualität und Quantität der vermittelten Information erkennen.

Bewohnerzufriedenheit

- mit der Sanierung allgemein

Aus den Bewohnerinterviews lässt sich ein hohes Maß an Zufriedenheit mit den Ergebnissen der Sanierung erkennen. Dieser Eindruck wird auch vom Leiter der Hausverwaltung

³² In diesem Fall handelt es sich um Bewohner, die erst relativ kurz vor der Sanierung 2001 eingezogen sind und daher den Informationsfluss zu Beginn nicht mitbekommen haben bzw. schriftliche Informationen wenig beachten.

bestätigt. Neben dem gestiegenen Wohn- und Heizkomfort durch Einbau einer Hauszentralheizung, Dämmung der Gebäudehülle und Austausch der alten Fenster wird vor allem die Errichtung von Liftanlagen als positive Maßnahme hervorgehoben. Da auch zahlreiche ältere und teilweise gebrechliche Menschen in der Anlage wohnen, haben die Liftanlagen einen besonders hohen Stellenwert. Daneben trägt auch das neue optische Erscheinungsbild zu einer stärkeren Identifikation mit der Siedlung bei. Außerdem wurde von der Hausverwaltung durch entsprechende Aushänge versucht zu vermitteln, dass es sich um ein auch im internationalen Vergleich innovatives Vorzeigeprojekt handelt.

Die Durchführung der Sanierung selbst ist aus Sicht der Bewohner weitgehend reibungslos verlaufen, nur ein Interviewpartner merkte an, dass es beim Verlegen von Leitungen nicht in seiner, aber in anderen Wohnungen Ausführungsmängel gab. Die sehr kurze Bauzeit für die Sanierung von etwa dreieinhalb Monaten lässt sich auf gute und bereits frühzeitige Kooperation des Contractors mit den Baufirmen zurückführen („Wohngebäudesanierung mit Einspargarantie“, Leutgöb et al. 2002).



Abbildung 6.31: Vorgesetzte Liftschächte.

- mit dem Heizsystem

Das neue Heizsystem wird von den Bewohnern positiv bewertet, wenn auch einzelne Aspekte leicht kritisiert werden. Ein solcher Aspekt ist eine größere Trägheit im Vergleich zu vorher eingesetzten Heizungsformen: „So regelbar wie zum Beispiel ein Gasofen mit atmosphärischem Brenner ist es nicht, weil wenn ich da aufdreh, war's gleich warm, [...] beim Heizkörper ist das ein bisserl blöd, beim Heizkörper dauert das doch ein bisserl, [...] aber wie gesagt es ist nicht so ein Problem“. Aufgrund der zentral eingestellten Nachtabsenkung kann der Fall eintreten, dass Bewohner am Abend oder in der Nacht nicht mehr die gewünschte Raumtemperatur erreichen, falls sie tagsüber die Heizung abgedreht oder auf geringer Stufe betrieben hatten. Es wurde allerdings durch die Hausverwaltung darauf aufmerksam gemacht, dass es ungünstig ist, bei Tag die Heizkörper stark zurückzuregeln und eine gleichmäßigere Einstellung der Heizkörper im Tagesverlauf sinnvoll ist. Die

leichtere Beheizbarkeit aller Räume auf einem gleichmäßigen Temperaturniveau wird als Hauptvorteil der neuen Heizanlage gesehen³³.

Im Fall einer untersuchten Wohnung wurde die Umstellung auf das neue Heizsystem nicht vollzogen und die bereits existierende Gas-Etagenheizung beibehalten. Ein wesentlicher Grund für diese Entscheidung war ein Gefühl der Unsicherheit bezüglich der Entwicklung der zukünftigen Heizkosten bei einer Systemumstellung: „Ich weiß ja nicht wie es mit dem Preis ist und das hat mich wieder stutzig dann gemacht, das hat uns keiner sagen können richtig“. Außerdem existierte bereits ein Heizsystem, das die Komfortbedürfnisse der Bewohner erfüllte, und die Verlegung von freiliegenden Heizungsleitungen beim Anschluss an die neue Heizung wurde als ästhetisch unbefriedigend empfunden. Als einziger Nachteil der privaten Heizung wird die Notwendigkeit regelmäßiger Wartung empfunden. Die Option, später einmal an die Hauszentralheizung anzuschließen, wird allerdings nicht ausgeschlossen. Zurzeit sind 94% aller Wohnungen an das neue Heizsystem angeschlossen.



Abbildung 6.32: Neue Heizkörper mit Thermostatventil und Verdunstungsröhrchen; darüber die neuen Kunststofffenster;

- mit der Wohnsituation allgemein

Eine Verbesserung der Wohnsituation nach der umfassenden Sanierung wird von den Bewohnern wahrgenommen. Insbesondere die Errichtung von Liftanlagen wird – wie bereits oben erwähnt - in dieser Hinsicht als sehr positiv bewertet. Ein Interviewpartner ist der Ansicht, dass sich seine Wohnzufriedenheit „um 30% gebessert“ hat.

Benutzerverhalten vorher / nachher

In drei der Wohnungen, in denen Interviews durchgeführt wurden, erfolgte im Zuge der Sanierung ein Anschluss an die Hauszentralheizung, es erfolgte also ein Wechsel des Heizsystems³⁴. Wie bereits weiter oben angeführt, fand in einer untersuchten Wohnung kein Heizsystemwechsel statt.

Falls vor der Systemumstellung ein Einzelofen eingesetzt wurde, war dieser im Wohnzimmer positioniert, andere Räume konnten zumindest ansatzweise mitgeheizt werden oder wurden durch zusätzliche E-Heizgeräte beheizt.

³³ Der Vorteil des Wegfalls von der Mühe der Brennstoffbeschaffung und des – transports war für die interviewten Bewohner aufgrund der zuvor verwendeten Heizung nicht ausschlaggebend (einmal Gasofen, einmal E-Heizung, einmal Öfen mit einem großem Tank von 220 Litern).

³⁴ In einem Fall wurde vorher ein Gasofen sowie ein zusätzlicher E-Heizkörper verwendet, im zweiten Fall wurde nur mit Strom geheizt (mehrere Heizkörper), im dritten Fall wurde ein Öfen eingesetzt

Nach der Umstellung von Einzelofenheizungen auf die Hauszentralheizung gibt es zwei wesentliche Unterschiede im Vergleich zu vorher, die das Nutzerverhalten beeinflussen: Erstens ist es leichter, alle Räume zu beheizen, zweitens weist das Heizsystem nachher eine größere Trägheit auf.

In einem Fall wird nach der Sanierung die Küche zumindest auf kleiner Stufe mitgeheizt und dadurch auf etwa 17-18 Grad gehalten, was eine spürbare Verbesserung im Vergleich zur Situation vorher darstellt: „Es hat ja schon mit der Küche angefangen, [...] wenn man gekocht hat, war warm, aber wenn man draußen war, die Küche ist nordseitig und von der Verglasung her nicht besonders, da war's natürlich eiskalt, war wie ein Eiskeller“. In den anderen Fällen werden nicht mehr Räume beheizt als vorher, es wird aber in einem Fall festgestellt, dass die Temperaturschwankungen vorher größer waren und es praktisch nicht möglich war, eine im Zeitverlauf gleichmäßige Temperatur zu erreichen.

Die größere Tendenz zu Temperaturschwankungen vor der Sanierung und die schnellere Reaktion von Einzelofenheizungen auf Benutzereingriffe führten tendenziell zu einem Nutzerverhalten vor der Sanierung, das von oftmaligen Eingriffen in die Heizungsregelung gekennzeichnet war, während es nachher zweckmäßiger erschien, die Heizkörpereinstellungen weitgehend konstant zu halten. Es gibt aber Fälle, in denen Facetten des „alten“ Nutzerverhaltens (wie oftmaliges Ein-/Ausschalten bzw. Nachregeln oder Absenkung bei Tag und höhere Einstellung am Abend) auch in der neuen Situation beibehalten werden, was nachteilig sein kann, wie bereits oben unter „Zufriedenheit mit dem Heizsystem“ ausgeführt.

Die durchschnittlichen Temperaturen in den Räumen haben sich gemäß den Angaben der befragten Bewohner nach der Sanierung kaum verändert, wobei die Temperaturschwankungen früher höher waren. Bezüglich des Lüftungsverhaltens werden keine nennenswerten Änderungen berichtet, im Winter dominiert mehrmaliges kurzes Lüften pro Tag, die Häufigkeit hängt von der Anwesenheit von Rauchern ab.

Im Fall jener Wohnung, bei der keine Umstellung des Heizsystems erfolgte, werden keine Änderungen des Nutzerverhaltens im Vergleich vor/nach der Sanierung berichtet. Die Heizungsregelung erfolgt über Raumthermostat, das meistens um die 20 Grad eingestellt ist, bei größerer Kälte etwas höher. Nachtabsenkungen und Absenkungen bei längerer Abwesenheit werden durchgeführt.

Wissen / Bewusstsein

Die Hausverwaltung legte Wert darauf, dass die monatliche Belastung für die Bewohner nicht oder nur unwesentlich steigt. Dass diese Information zu den Bewohnern durchgedrungen ist, ließ sich im Fall der interviewten Personen bestätigen. Ein Interviewpartner formuliert dies folgendermaßen: „Eine Aussage war an und für sich, dass keine wesentlichen Mehrkosten entstehen aufgrund der Technik, die man da macht, [...] es wird eigentlich nicht so extrem teuer sein, man hat eine Zusage gemacht, die Kilowattstunde wird nur einen gewissen Betrag erreichen“.

Die tatsächlichen Heizkosten konnte jedoch keiner der Interviewpartner ad hoc nennen. Ein Interviewpartner wusste, dass keine bzw. nur eine unwesentliche Nachzahlung nach der ersten Abrechnung notwendig war. Ein anderer Interviewpartner konnte angeben, dass sich die gesamte monatliche Belastung (Miete + Betriebskosten inkl. Energiekosten) um etwa 300 Schilling erhöht hat. Im Fall der Wohnung, wo nicht auf die Hauszentralheizung umgestellt wurde, wurde von den Bewohnern versucht, von anderen Mietparteien die Heizkosten zu erfahren, sie bekamen aber nur unzureichende Angaben: „Ich habe mit ein paar schon geredet im Haus, da war ja die Heizungsabrechnung, habe ich sie gefragt, was habt ihr bezahlt oder was zahlt ihr im Monat 'ja ich weiß nicht, im gesamten, ja ich kenn mich nicht aus', sagen sie dann“. Ein interessanter Aspekt im Fall dieser Wohnung ist, dass die

die Bewohner zwar höchst sensibilisiert bezüglich möglicher Heizkosten bei Anschluss an die Hauszentralheizung waren, die eigenen momentanen Heizkosten aber nicht nennen konnten: „Ich muss ehrlich gesagt sagen, ich habe da noch nie so aufgepasst, weil wir ja das monatlich zahlen“³⁵. Angegeben werden konnte in diesem Fall, dass die Heizkosten nach der Sanierung leicht gefallen sind: „Wir haben ein bissl weniger bezahlt vergangenes Jahr glaub ich. aber nicht so wesentlich“, dies wird aber auch mit dem milden Winter in Zusammenhang gebracht.

Angaben bezüglich des Energie- bzw. Energieträgerverbrauchs vor der Sanierung konnten nur im Fall jener Wohnung gemacht werden, wo mit einem Ölofen, der mit einem großen Öltank von 220 Litern ausgestattet war, geheizt wurde.

Es ist wahrscheinlich, dass die monatliche Gesamtbelastung für Miete und Betriebskosten inklusive Energiekosten zumindest für einen Teil der Wohnungen moderat angestiegen ist³⁶, dieser Anstieg liegt aber entweder unterhalb der Wahrnehmungsschwelle oder er wird in den meisten Fällen in Kauf genommen, da mit der Sanierung eine merkliche Verbesserung der Wohnsituation einherging. Ein weiterer Aspekt, der möglicherweise die Wahrnehmung von Kosten im Vergleich vorher/nachher erschwert, ist dass der Zeitraum der Heizsystemumstellung mit der Euroumstellung zusammenfiel.

Reboundeffekt qualitativ / Maßnahmen zur Begrenzung des Reboundeffekts

Da vor der Sanierung ein großer Anteil der Wohnungen mit Einzelöfen beheizt wurde, und im Zuge der Sanierung eine zentrale Wärmeversorgung installiert wurde, ist vorweg mit deutlichen Reboundeffekten zu rechnen.

Der Wärmebedarf des sanierten Gesamtprojektes in der ersten Heizperiode deckt sich in der Praxis weitestgehend mit der durchgeführten Simulation unter Normbedingungen (z.B. EN 832), woraus geschlossen werden kann, dass zumindest keine übertriebene Überkompensation des Dienstleistungsanspruchs der Gebäudenutzer aufgetreten ist. Dies ist sicherlich auch durch die unterschiedlichen Maßnahmen des Contractors zur Begrenzung des Reboundeffekts erreicht worden. Folgende Maßnahmen wurden durchgeführt:

Technische Maßnahmen:

- Die Heizanlage wurde auf den veränderten Zustand der Gebäudehülle abgestimmt.
- Die Regelung der Vorlauftemperatur der Heizanlage erfolgt außentemperaturgesteuert, zusätzlich erfolgt eine zentral gesteuerte Nachtabsenkung. Durch die zentrale Regelung der Vorlauftemperatur sind also dem individuellen Nutzerverhalten Grenzen gesetzt³⁷.
- Das Gesamtkonzept der Heiz- und Warmwasserbereitungsanlage wurde optimiert (hinsichtlich Integration der Solaranlage, Abstimmung Heizung/Warmwasser, Auslegung von Pufferspeichern, Steuerung³⁸).

Vom Interviewpartner, der in der Grazer Energieagentur arbeitet, wurden die Bedeutung der technischen Maßnahmen zur Begrenzung des Reboundeffekts folgendermaßen einge-

³⁵ In der monatlichen Teilzahlung sind zudem auch die Kosten für Strom und Gas zusammengefasst, weil vom gleichen Energieversorger bezogen.

³⁶ Dies hängt von der Art der Heizung, dem verwendeten Energieträger und dem individuellen Dienstleistungsniveau vor der Sanierung ab. Da eine große Anzahl von Einzelofenheizungen vor der Sanierung zum Einsatz kam, ist im Schnitt mit einem unterdurchschnittlichen Servicefaktor zu rechnen. Der Heizenergiebedarf vor der Sanierung wurde nach Normbedingungen berechnet (EN 832), dieser berechnete Heizenergieverbrauch stellt eine Basis für die Berechnung der Heizkosten während der Laufzeit des Contractingvertrags (15 Jahre) dar.

³⁷ Wie bereits oben erwähnt, hat die Regelung auch zu gewährleisten, dass Komfortstandard von 22 Grad (im Schnitt über die Wohnanlage) eingehalten werden kann.

³⁸ Über Fernsteuerung kann vom Contractor jederzeit eingegriffen werden.

schätzt: „Ich sag einmal, das ist eine gute Grundlage für das ganze, ich würde sogar sagen, das macht wahrscheinlich rund 70 % von dem ganzen aus, und grad in dem Gebäude ist das sehr ausgetüftelt“

Organisatorische Maßnahmen:

- Wie bereits unter „Maßnahmen zur Bewohnerinformation“ ausgeführt, erfolgten relativ intensive Informations- und Kommunikationsaktivitäten, welche nicht nur vor Beginn des Sanierungsprojekts sondern auch danach weitergeführt wurden. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang die Feedbackrunde nach der ersten Abrechnung (siehe oben).

Datenlage zur Kalkulation von Reboundeffekten

Da aus dem Zeitraum vor der Sanierung keine Heizenergieverbräuche in der nötigen Qualität dokumentiert wurden, ist ein Vergleich der Verbräuche vor bzw. nach der Sanierung beim gegenständlichen Projekt schwierig bis unmöglich.

6.2.9 Fallstudie 9: Wohnhausanlage in Neu Guntramsdorf

6.2.9.1 Formale Kurzdarstellung



Abbildung 6.33: Ein Block der Wohnhausanlage mit 4 Stiegen

Gebäudetyp: Ausgedehnte Wohnhausanlage mit 2-geschossigen Reihenstrukturen.

Lage: Die Wohnhausanlage stellt den größten Teil des "historischen" Neu Guntramsdorf dar. Erst in den 80er und 90er Jahren erfolgt die Aufschließung von Industrie- und Gewerbetrieben in der Umgebung der Anlage. Ein als Badeteich ausgebauter Ziegelteich dient als unmittelbares Naherholungsgebiet. Zwischen den einzelnen Häuserzeilen befinden sich teils großzügige Grünflächen.

Baujahr: 1938

Sanierung: 1993-1996

Anzahl der Wohneinheiten: 4 pro Stiege, 16 pro Block, insgesamt ca. 200.

Chronologie der Sanierungsarbeiten:

1993-1996: Durchführung einer Generalsanierung, die Block für Block durchgeführt wurde. Die Maßnahmen reichen dabei von der Trockenlegung der Grundmauern über die Dämmung der Außenwände und der obersten Geschossdecke, einem Fenstertausch bis zur Kompletterneuerung der Dächer.

Bauteilbeschreibung vor der Sanierung:

Außenwände: Vollziegelmauer mit 30 cm Dicke und mineralischem Innen- und Außenputz.

Fenster: Holzkastenfenster.

Oberste Geschossdecke und Kellerdecke: ungedämmt.

Bauteilbeschreibung nach der Sanierung:

Außenwände: Wärmeschutz mit 5 cm Polystyrol, Kunststoffreibputz.

Fenster: 2-Scheiben Kunststofffenster, Wärmeschutzverglasung, $U_{\text{Glas}} = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$

Oberste Geschossdecke: 10 cm mineralische Dämmplatten, darauf Estrich.

Kellerdecke: Dämmung mit 10 cm mineralischen Dämmplatten.

Heizung und Warmwasserbereitung vor der Sanierung:

Individuell pro Wohnung unterschiedlich. Zumeist Festbrennstoff oder Öl Einzelofen-Heizsysteme (teilweise auch für die Warmwasserbereitung), in selteneren Fällen Strom-Direktheizung. Warmwasserbereitung zumeist mittels Elektroboiler.

Heizung und Warmwasserbereitung nach der Sanierung:

Wie vor der Sanierung individuell, im Sanierungszeitraum jedoch zumeist Umstellung auf Erdgas Einzelofen- oder Etagenheizung oder Strom-Direktheizung.

Planung und Durchführung:

Planung: Wohnbaugenossenschaft "Neue Heimat" in Kooperation mit der Gemeinde Guntramsdorf. Durchführung: Baumeisterbetriebe, verschiedene Gewerke.

Bewohnerstruktur:

Die Bewohnerstruktur ist von einem hohen Seniorenanteil und eher einkommensschwächeren Schichten geprägt.



Abbildung 6.34: Ein Teil der Wohnhausanlage, Blickrichtung Süden.

6.2.9.2 Qualitative Auswertung

Datengrundlage

Zwei qualitative Interviews wurden mit Bewohnern der Wohnhausanlage in Neu Guntramsdorf durchgeführt. Weitere Gespräche mit Bewohnern sowie ein persönlicher Bezug des Autors, welcher den Sanierungshergang über Jahre verfolgte, stehen ebenfalls für die Auswertung zur Verfügung.

Tabelle 6.6: Datengrundlage zu Fallstudie 9

Bewohner-Interview Nr.	Geschlecht des / der Interviewten	Anzahl d. Haushaltsmitglieder	Alter des / der Interviewten	Anmerkungen
1	W	1	78	persönliches Interview, Lage im Erdgeschoss, Wohnfläche 44 m ²
2	M	1	75	persönliches Interview, Lage im Erdgeschoss, Wohnfläche 50 m ²

Die Interviews wurden im Oktober 2003 durchgeführt.

Motivation für die Sanierung

An den im Jahr 1938 errichteten Gebäuden wurden bis zum Datum der Sanierung weder von Seiten des Wohnbauträgers oder der Gemeinde noch von Seiten der Mieter Verände-

rungen durchgeführt. Daraus ergaben sich wesentliche bautechnische Mängel und Bauschäden, wobei eine Interviewpartnerin die Mängel wie folgt reiht: 1.) aufsteigende Feuchtigkeit von den Grundmauern und in den nicht unterkellerten Bereichen der Erdgeschosswohnung; 2.) kaputtes undichtes Dach (Feuchtigkeit von oben, Schneewächten im Dachboden im Winter); 3.) Undichtheit und mangelnde Funktion der alten Kastenfenster: „Die alten Fenster hab ich nicht mehr putzen können, wären auseinander gefallen...; ...die Kerze hat am Tisch gebläht, wenn der Wind gegangen ist“ (eine Interviewpartnerin); oder: „wenn der Wind war, hab ich die Fenster mit schweren Decken verstopft und trotzdem hat der Vorhang gewackelt“ (ein Interviewpartner). Ein Interviewpartner klagte über massive Schimmelprobleme und nasse Wände vor der Sanierung: „Die Dachrinne war kaputt und das Wasser ist über die Wand runtergelaufen. Im Winter ist die Wand bis drinnen gefroren. Auch die Wäsche ist im Korb gefroren, wenn sie dort gestanden ist“.

Aufgrund dieser Umstände und den wachsenden Unmut der Bewohner ergab sich für den Wohnbauträger bzw. für die Gemeinde die Notwendigkeit eine Generalsanierung in Angriff zu nehmen.

Gründe für die konkrete Auswahl der Maßnahmen

Die Auswahl der Maßnahmen ergab sich teils zwingend aus den bautechnischen Notwendigkeiten. Am Beginn der Sanierungsplanung stand auch die Idee der Wohnbaugenossenschaft, das Dachgeschoß im Zuge der Sanierungsarbeiten auszubauen und auf diese Weise weitere Wohnungen zu schaffen. Dieses Vorhaben scheiterte jedoch am Widerstand der Mieter.

Wegen der starken Durchfeuchtung der Mauerwerke wurden in einem ersten Schritt Maßnahmen zur Mauertrockenlegung (Trocknungsbohrungen in den Grundmauern, Reparatur defekter Dachrinnen) durchgeführt. Die Dachkonstruktion musste komplett abgetragen und erneuert werden, da die Dacheindeckung undicht und die Unterkonstruktion morsch geworden war. Der Fenstertausch und die Anbringung eines Vollwärmeschutzes komplettierten die Generalsanierung.

Maßnahmen zur Bewohnerinformation

Es wurden mehrere Informationsveranstaltungen der Neuen Heimat und der Gemeinde angeboten, welche jedoch nach Aussage der interviewten Mieter von den Mitmietern kaum besucht wurden. Im Zuge dieser Veranstaltungen wurden die geplanten Sanierungsmaßnahmen vorgestellt, wobei es anfangs auch zu Widerständen von Mietern kam. Entsprechende Bedenken und Einwände bezüglich der Sanierungsmaßnahmen konnten im Zuge der Veranstaltungen und mittels Einzelgesprächen ausgeräumt werden. Eine geplante Aufstockung der Gebäude bzw. der Ausbau des Dachgeschosses scheiterte jedoch am kollektiven Widerstand aller Mieter. Mögliche individuelle Energieeinsparungen wurden nach Angaben der Mieter nicht quantifiziert.

Bewohnerzufriedenheit

-mit der Sanierung allgemein

Die Zufriedenheit mit der Sanierung ist bei den Bewohnern im Allgemeinen sehr hoch. Die Zufriedenheit bezieht sich dabei jedoch nicht auf Heizenergieeinsparungen, sondern auf eine substanzielle Verbesserung der Lebensqualität durch die weitgehende Beseitigung der Feuchtigkeitsproblematik sowie den Fenstertausch: „Die neuen Fenster sind so dicht, man hört die Straße nicht mehr“ (eine Interviewpartnerin); oder: „Die Sanierungsmaßnahmen sind alle ordentlich durchgeführt worden“ (ein Interviewpartner). Auch die Verbesserung des Raumklimas wird positiv hervorgehoben, wobei ein Interviewpartner interessanter

Weise die Trocknungsgeschwindigkeit seiner Wäsche als Maß für die Luftfeuchtigkeit heranzieht: „...meine Wäsche trocknet in der Wohnung in einem Tag total. Früher war das nicht möglich,...“. Nach Aussagen des Interviewpartners war vor der Sanierung das Wäschetrocknen in der Wohnung sogar von der Neuen Heimat untersagt worden.

-mit dem Heizsystem

Die Beheizung der einzelnen Wohneinheiten war vor der Sanierung von Festbrennstoff-Einzelofenheizungen bzw. vereinzelt Öl-Einzelöfen und Strom-Direktheizungen geprägt. Eine Zentralisierung der Raumwärmeverversorgung wurde im Zuge der Generalsanierung nicht geplant, da dies von den Mietern auch nicht gewünscht wurde. Im Zuge der Sanierungsarbeiten erfolgte jedoch der Anschluss der Gebäude an das Erdgasnetz und in die einzelnen Wohnungen wurde auf individuellen Wunsch der Mieter Erdgas oder ein für Heizzwecke dimensionierter Stromanschluss installiert. Von den Mietern wurde vor allem die Möglichkeit der Installation einer Stromheizung wahrgenommen. Gegenüber Erdgas bestehen, vor allem bei den älteren Mietern und Mieterinnen, gewisse Vorbehalte. Zumeist wurde auch der alte Festbrennstoff-Einzelofen belassen, wobei dieser im Regelfall nicht mehr betrieben wird.



Abbildung 6.35: Alter Festbrennstoff-Einzelofen, der vor der Sanierung im Einsatz war.

Aus Gründen der Sparsamkeit werden dabei mit der Strom-Direktheizung nur vergleichsweise geringe Temperaturniveaus in den Innenräumen erreicht: „Die neue Heizung ist viel sauberer, aber das alte war wärmer“ (eine Interviewpartnerin). Geheizt wird vorrangig ein zentraler Aufenthaltsraum, die Temperatur in den peripheren Räumen (Schlafzimmer, Toilette, Bad) sinkt teilweise unter 10 °C ab, was vereinzelt wiederum zu Kondensations- und in der Folge Schimmelproblemen führt.

Die Warmwasserbereitung, ebenfalls dezentral und individuell, sowohl vor, als auch nach der Sanierung, wurde in vielen Haushalten bereits lange vor der Sanierung von Festbrennstoff-Wasserkessel auf Elektroboiler umgerüstet. Auch in diesem Bereich wird Zufriedenheit wegen einfacherer Handhabung und höherem Bedienungskomfort geäußert. Die alten Systeme werden aber oftmals aus "Sicherheitsgründen" einsatzbereit an Ort und Stelle belassen.



Abbildung 6.36: Badezimmer mit Festbrennstoff-Wasserkessel und Elektroboiler.



Abbildung 6.37: Schimmelbildung und Abblättern der Wandfarbe wegen Kondensationsproblemen aufgrund partieller Wohnungsbeheizung.

-mit der Wohnsituation allgemein

Die Wohnsituation wird von den Mietern im Allgemeinen positiv erlebt. Nach der Beseitigung der bautechnischen Mängel und Bauschäden durch die Generalsanierung sehen die meisten Mieter ihre Wohnsituation aufgewertet. Im Zuge der Sanierung geschaffene Mietparkplätze werden ebenfalls positiv bewertet.

Nach der Sanierung erfolgte sukzessive der Zuzug jüngerer Mieter, was gewisse Reibungspunkte mit der älteren "Stammierschaft" bewirkte: „Das Schneeschaukeln und Stiegenwaschen funktioniert nicht mehr“ (ein älterer Mieter). Die Unzufriedenheit mit der Erledigung dieser Tätigkeiten dürfte aktuell dazu führen, dass ein externer Dienstleister mit der Durchführung dieser Arbeiten beauftragt wird.

Benutzerverhalten vor und nach der Sanierung

Das Benutzerverhalten der Mieterschaft war und ist von Sparsamkeit geprägt. Die Wohnungen werden entweder nur partiell beheizt oder werden insgesamt auf einem ver-

gleichsweise geringen Temperaturniveau gehalten (konkret z.B. 17°C im gesamten Wohnbereich). Jene finanziellen Mittel, die vor der Sanierung für feste Brennstoffe ausgegeben wurden, werden nach der Sanierung für den elektrischen Strom für die Strom-Direktheizung bereitgestellt. Durch die gestiegene thermische Qualität der Gebäudehülle und die, durch die Energieträgerumstellung gestiegenen spezifischen Wärmekosten wird nach der Sanierung in etwa das selbe thermische Komfortniveau erreicht wie vor der Sanierung, wobei dennoch ein Gewinn an Bedienungskomfort verbucht wird: „es ist ein viel saubereres Heizen und das Schleppen von dem Koks und Holz aus dem Keller ist weg...; ...das wäre jetzt gar nicht mehr möglich [aus gesundheitlichen/körperlichen Gründen]“ (eine Mieterin).

Die Konvektoren der Strom-Direktheizungen sind im Regelfall mit Thermostaten ausgestattet, die von einem Interviewpartner auch verwendet werden, von einem weiteren wegen der schlechten Zugänglichkeit der Thermostatsteller jedoch nicht. Im letztgenannten Fall werden die Heizkörper nur ein- bzw. ausgeschaltet.



Abbildung 6.38: schlecht zugängliche Thermostatsteller über Spiegel fotografiert.

Das Lüftungsverhalten in der Heizperiode hat sich bei den Mietern durch die Sanierung, vor allem jedoch durch den Einbau neuer, dichter Fenster verändert. War vor der Sanierung vor allem bei Wind überhaupt kein zusätzliches Lüften erforderlich, so werden nach der Sanierung bewusste Lüftungen, zumeist Stoßlüftungen durchgeführt.

Wissen/Bewusstsein

Bei den Interviewpartnern wurde ein hohes Kostenbewusstsein beobachtet: „die Kosten [für die Heizung, Strom direkt] sind jetzt nur gering höher als für Koks und Holz und Briketts vor der Sanierung“ und „die Mieterhöhung wurde angekündigt, von 1700 [ATS pro Monat] auf 2000 [ATS pro Monat]. Die Mieten sind nicht gestiegen, aber die Betriebskosten. Sollte vorübergehend sein, die steigen aber noch immer“ (ein Mieter). Auch über andere Kostenstellen konnte zumindest ein Mieter spontan und detailliert Auskunft geben. Die Durchführung von Energiesparmaßnahmen wird weniger auf einschlägiges Wissen begründet als auf intuitives (aber effektives) Handeln (niedrige Raumtemperaturen, kurze Stoßlüftungen).

Reboundeffekt qualitativ

Reboundeffekte werden in der gegenständlich diskutierten Struktur (ältere Mieterschaft, geringes Einkommensniveau, Umstellung von "billigen" auf "teuren" Heizenergieträger) kaum beobachtet. Wie bereits oben erläutert, haben die Mieter im diskutierten Fall ein gewisses individuelles "Heizbudget" zur Verfügung, welches vor der Sanierung im Regelfall

für den Ankauf von festen Brennstoffen verwendet wurde. Durch die thermische Sanierung wurde der Wärmebedarf entsprechend reduziert, durch die Umstellung des Heizsystems auf Strom-Direktheizungen wurde der spezifische Wärmepreis erhöht. Diese gegenläufigen Effekte bewirken, dass bei konstantem "Heizbudget" die Mieter ungefähr dasselbe thermische Komfortniveau erreichen, wie dies vor der Sanierung der Fall war. Da auch keine Veränderung der Wohnflächen erfolgte, kann angenommen werden, dass beim gegenständlichen Projekt Reboundeffekte im nennenswerten Ausmaß nicht aufgetreten sind.

Datenlage zur Kalkulation von Reboundeffekten

Eine quantitative Auswertung kann aufgrund fehlender Aufzeichnungen von Energieverbräuchen vor bzw. nach der Sanierung (individuelle Wärmebereitstellung, feste Brennstoffe) nicht durchgeführt werden. Weiters sind bei den, im gegenständlichen Projekt häufig anzutreffenden allelektrischen Haushalten, keine disaggregierten Heizenergieverbrauchswerte verfügbar.

6.2.10 Fallstudie 10: Wohnhausanlage der Gemeinde Wien

6.2.10.1 Formale Kurzdarstellung



Abbildung 6.39: Frontansicht des Gebäudes.

Gebäudetyp: Wohnhausanlage mit für die Zwischenkriegszeit typischer Architektur für Gemeindebauten, zwei Innenhöfe.

Lage: eine Seite des Gebäudekomplexes grenzt an den Wiener Gürtel, die innenhofseitigen Wohnungen sind von der Straße gut abgeschirmt.

Baujahr: 1924-1926

Sanierung: 1993-1996

Anzahl der Wohneinheiten: 460

Chronologie der Sanierungsarbeiten:

1993-1996: Generalsanierung: Wärmedämmung der Fassade, Dämmung der obersten Geschossdecke und der Kellerdecke; Fenstertausch, Wiederherstellung des historischen Wasserbeckens, Anschluss von weiteren 38 Wohnungen an die Fernwärmeversorgung (Fernwärmeanschluss bestand schon vor der Sanierung), Errichtung einer Tiefgarage.

Bauteilbeschreibung vor der Sanierung:

Außenwände: Vollziegelmauer mit unterschiedlicher Dicke (bis zu 64 cm)

Fenster: Holzkastenfenster

oberste Geschossdecke und Kellerdecke: ungedämmt

Bauteilbeschreibung nach der Sanierung:

Außenwände Obergeschosse: Anbringung von 5 cm Polystyrol, Erdgeschoss blieb ungedämmt

Fenster: dem historischen Vorbild angepasste Holz-Alu-Fenster, $U_{\text{Glas}} = 1,9 \text{ W/m}^2\text{K}$

oberste Geschossdecke: Dämmung mit 10 cm Klemmfilz

Kellerdecke: Dämmung mit 10 cm

Heizung und Warmwasserbereitung vor der Sanierung:

Individuell pro Wohnung unterschiedlich.

Heizung und Warmwasserbereitung vor der Sanierung:

Wie vor der Sanierung, die Tendenz geht jedoch zu Anschluss an die Fernwärme.

Planung und Durchführung:

Planung: Arch. Kiener, Arch. Rebernick
für Durchführung verantwortlich: Gemeinde Wien

Bewohnerstruktur:

Es liegt eine gemischte Bewohnerstruktur mit einem relativ hohen Seniorenanteil vor.



Abbildung 6.40: Seitenansicht des Gebäudes.

6.2.10.2 Qualitative Auswertung

Datengrundlage

Drei qualitative Interviews wurden mit Bewohnern des Reumannhofs durchgeführt. Zusätzlich wurde ein Interview mit dem Leiter des Architekturbüros³⁹, das die Baubetreuung innehatte, durchgeführt.

Tabelle 6.7: Datengrundlage für Fallstudie 10

Bewohner-Interview Nr.	Geschlecht des / der Interviewten	Anzahl d. Haushaltsmitglieder	Alter des / der Interviewten	Anmerkungen
1	M	2	73	Wohnungsgröße 54 m ² , 3. Stock Mittellage, pers. Interview
2	W	1	58	Wohnungsgröße 56 m ² , tel. Interview
3	M	2	73	Wohnungsgröße 59 m ² , 4. Stock, Mittellage, tel. Interview

Die Interviews wurden im November 2003 / Jänner 2004 durchgeführt.

Motivation für die Sanierung

Die Sanierung des Reumannhofs wurde im Zuge eines groß angelegten Programms der Renovierung von Gemeindebauten durchgeführt. So wurden beispielsweise am Gürtel drei weitere Gemeindebauten etwa zeitgleich mit dem Reumannhof saniert. Seit dem Bau des Reumannhofs (1924-1926) wurden an diesem Gebäude keine umfassenden Verbesserungsmaßnahmen vorgenommen. In optisch schlechtem Zustand befand sich die Fassade, die Fenster waren – sofern sie nicht von Mietern in Eigeninitiative getauscht wurden – noch im Grundzustand (Holzkastenfenster). Da bis 1993 keine koordinierte Renovierung

³⁹ Im folgenden als „Baubetreuer“ bezeichnet.

erfolgte, war es bis dahin den Mietern überlassen, initiativ zu werden oder nicht, was zu einem "Wildwuchs" an Maßnahmen und auch zu einem uneinheitlichen Erscheinungsbild führte (verschiedene Fenster, Balkonverbauungen): „Wenn Sie Fotos kennen wie der Reumannhof vorher ausgesehen hat, dann ist es ja nahe liegend, dass es saniert gehört, die ganzen Inneneckstiegen, die sind fürchterlich verbaut gewesen provisorisch teilweise von Mieterinitiativen, das hat sehr schlimm ausgesehen, es war abgewohnt“ (Baubetreuer).

Gründe für die konkrete Auswahl der Maßnahmen

Bezüglich der Auswahl an Maßnahmen zur Verbesserung der thermischen Qualität des Reumannhofs ist bemerkenswert, dass eine Wärmedämmung der Fassade ursprünglich nicht vorgesehen war. Die Initiative, die Fassade mit 5 cm Polystyrol zu dämmen, ging von der Baubetreuung aus und wird vom Baubetreuer für die damalige Zeit bei einem Gebäude dieser Art, das auch unter Denkmalschutz steht, als innovativ eingeschätzt: „Und im Zuge dessen haben wir uns entschlossen, [...], auch eine Wärmedämmung anzubringen, für heutige Verhältnisse ist das vielleicht wenig, aber dazumal war das eigentlich schon relativ fortschrittlich mit den 5 cm“. Bei der Renovierung des Karl-Marx-Hofes beispielsweise, die einige Jahre vor der Sanierung des Reumannhofs durchgeführt wurde, wurde in erster Linie aus Gründen des Denkmalschutzes keine Wärmedämmung angebracht, sondern nur der alte Putz durch einen Dämmputz ersetzt. Das unterste Geschoss durfte allerdings aus Denkmalschutzgründen nicht gedämmt werden, hier wurde zumindest in den leerstehenden Wohnungen eine Innendämmung angebracht. Generell wurde bezüglich thermischer Qualität das Ziel verfolgt, zumindest die damals gültigen Bauordnungsstandards für den Neubau zu erfüllen oder etwas bessere Werte zu erreichen (für Fassade, oberste Geschossdecke/Dach, Kellerdecke, Fenster).

Das Design der neuen Fenster orientiert sich aus Gründen des Denkmalschutzes an den Originalfenstern und sind als Holz-Alu Konstruktionen ausgeführt. Falls von Mietern Fenster in Eigenregie vor der Sanierung getauscht wurden, durften diese dann belassen werden, wenn sie optisch und technisch den Anforderungen genügten. Bei innenhofseitigen von Mietern getauschten Fenstern wurden die formal-optischen Anforderungen weniger streng gehandhabt, falls es möglich war, wurden Scheinsprossen montiert.



Abbildung 6.41: Beispiel für ein typisches neues Fenster im Erkerbereich.

Der Anschluss des Objekts an die Fernwärme war eine Vorgabe von „Wiener Wohnen“ (Hausverwaltung), im Zuge der Sanierung schlossen etwa ein Drittel der Wohnungen an die Fernwärme an.

Einige Maßnahmen wie Revitalisierung eines im Krieg zerstörten Brunnens oder Instandsetzung von gürtelseitig gelegenen Portalen konnten dank Denkmalförderung realisiert werden. Für diese Maßnahmen entstand keine zusätzliche Kostenbelastung für die Mieter. In den leerstehenden Wohnungen wurde der Standard angehoben, durch den partiellen Ausbau des Dachgeschosses entstanden 26 neue Wohneinheiten. Den Mietern stand es frei, im Zuge einer so genannten „Huckepack-Sanierung“ auch in ihren Wohnungen zusätzliche Maßnahmen durchführen zu lassen.



Abbildung 6.42: Revitalisierter Brunnen.

Insbesondere durch die Errichtung von Dachgeschosswohnungen gelang es auch, neue Mietergruppen (höheres Bildungs- und/oder Einkommensniveau) anzusprechen, wodurch die ursprüngliche Sozialstruktur der Wohnanlage (eher niedriges Bildungs- und Einkommensniveaus) etwas verändert wurde.

Maßnahmen zur Bewohnerinformation

Maßnahmen zur Bewohnerinformation erfolgten auf mehreren Ebenen. Vor jeder Veränderung der Außenanlagen gab es sowohl Mieterversammlungen als auch die Weitergabe von schriftlicher Information in Form von Aushängen oder über direkte Zustellung von Schriftstücken.

Darüber hinaus wurde eine permanente Mieterbetreuung und Bauaufsicht vor Ort installiert, wobei mindestens zweimal pro Woche für die Bewohner die Möglichkeit bestand, sich über die Geschehnisse zu informieren. Mietervertreter aus dem gewählten Mieterbeirat befanden sich in regelmäßigem Informationsaustausch mit der Baubetreuung.

Mögliche Heizenergie- bzw. Heizkosteneinsparungen wurden im Zuge der Informationsaktivitäten thematisiert, die Art der Aufbereitung dieser Thematik ließ sich aber nicht mehr nachvollziehen.

Bewohnerzufriedenheit

- mit der Sanierung allgemein

Aus der Befragung der Bewohner resultiert ein uneinheitliches Bild bezüglich Zufriedenheit mit der Sanierung. Nur eine Befragte ist mit der Sanierung sehr zufrieden, die beiden anderen Befragten sind zumindest mit Teilaspekten der Sanierung unzufrieden: einer beklagt die mangelhafte und schlecht koordinierte Durchführung, der andere ist höchst unzufrieden mit den neuen Fenstern.

Als positive Ergebnisse der Sanierung werden explizit angeführt:

- Anschluss an die Fernwärme (1x genannt)
- Wärmedämmung und neue Fenster (1x genannt)
- Verbesserung des optischen Erscheinungsbildes (1x genannt, wahrscheinlich auch von den beiden anderen Interviewpartnern positiv bewertet)
- Reaktivierung des Springbrunnens (1x genannt)

Bezüglich der Maßnahmen Wärmedämmung, neue Fenster sowie Reaktivierung des Springbrunnens gibt es allerdings unterschiedliche Einschätzungen durch die Interviewpartner. Während ein Befragter die positive Wirkung der Wärmedämmung anerkennt („Die Wärmedämmung, [...], die 6 cm Styropor machen schon was aus“) bezweifelt jener Interviewpartner, der mit den neuen Fenstern höchst unzufrieden ist, die Sinnhaftigkeit der Wärmedämmung: „Ich persönlich, wenn ich so sagen kann, ich finde keinen Unterschied mit dieser Mauerisolierung“. Dieser Zweifel ist auch in der Annahme begründet, dass Wärmedämmung bei einer dicken Ziegelwand nicht notwendig ist: „Für was die das Haus isoliert haben, das frag ich mich, die Mauern sind 60 cm stark, und da haben's isoliert“. Daneben färbt möglicherweise auch die ausgeprägte Unzufriedenheit dieses Befragten mit den neuen Fenstern auf die Einschätzung der Wärmedämmung ab. Dieser Befragte hatte einige Jahre vor der Sanierung in Eigeninitiative neue Fenster einbauen lassen, mit denen er hochzufrieden war: „Ich habe mir Super Fenster einbauen lassen“, musste aber diese im Zuge der Sanierung aus Gründen des Denkmalschutzes⁴⁰ ersetzen lassen. Neben dem als ungerechtfertigt empfundenen Fenstertausch werden vom Interviewpartner folgende (zumindest subjektiv wahrgenommene) Mängel der neuen Fenster angeführt:

- mangelnder Wärmeschutz: „Da glaubens, Sie haben keine Fensterscheibe drinnen, die laden sich mit Kälte auf und strahlens nach innen ab“;
- mangelnde Dichtigkeit: „Da ziehts kalt rein, das ist ein Wahnsinn“;
- Geräusche bei Temperaturänderung: „Wenn's warm wird, krachts und grammelts, wenns auskühlt, krachts genauso wieder“;
- hoher Geräuschpegel bei Regen: „Es hat gestern geregnet in der Nacht, da glaubens, wenn's im Vorzimmer sitzen, es macht einer einen [...] Trommelwirbel, so arbeitet das da drinnen“;
- erschwerte Bedienbarkeit: „Wir traun sichs gar nicht kippen, weil das kriegen wir nachher nie mehr zu oder nur mit Zufall mit ein oder zwei Stunden probieren“;



Abbildung 6.43: Hofansicht der Fenster; rechts oben im Bild ein Beispiel eines Fensters, welches vor der Generalsanierung von einer Mietpartei in Eigenregie getauscht wurde.

⁴⁰ Zum Fenstertausch siehe auch „Gründe für die konkrete Auswahl der Maßnahmen“.

Weiters wird ein geringes Fassungsvermögen der Dachrinne bemängelt, was dazu führt, dass gemäß Aussagen des Bewohners übermäßig viel Feuchtigkeit auf den Fenstern abrinnt und es bei einem Nachbarfenster schon zu Bildung von Schimmel oder Grünspan gekommen sein soll. Abgesehen von der massiven Unzufriedenheit mit dem Fenstertausch und der fehlenden Einsicht in die Sinnhaftigkeit der Wärmedämmung kann der Interviewpartner aber der Sanierung auch Positives abgewinnen: „Sonst, es gibt ja nichts zu sagen, das haben sie alles hergerichtet“.

Der befragte Bewohner, der vor der Sanierung keinen Fenstertausch in Eigenregie durchführte⁴¹, ist mit den neuen Fenstern durchaus zufrieden, empfindet diese als ausreichend dicht und deutlich besser als die alten Fenster.

Wie bereits oben erwähnt, kommt es auch bezüglich der Beurteilung des reaktivierten Springbrunnens zu unterschiedlichen Einschätzungen. Das Spektrum der Urteile reicht von deutlicher optischer Bereicherung: „Unten was wunderschön ist, es hat früher einmal [...] diesen Springbrunnen, diese Anlage gegeben im Hof und das ist wieder aktiviert worden“, bis zu fehlender Einsicht, auch diese Maßnahme bezahlen zu müssen, wobei diese Einschätzung auf mangelnder Information beruht, da laut Auskunft des Baubetreuers diese Maßnahme über Denkmalförderung finanziert wurde.

Neben der Unzufriedenheit mit den Fenstern liegt der zweite Schwerpunkt der Kritik an der Sanierung auf mangelhafter Baukoordination und –durchführung. Folgende Punkte wurden im Detail bemängelt:

- zu wenig qualifizierte Arbeitskräfte
- unerfahrener Bauleiter
- Wiederholung von Arbeitsschritten aufgrund fehlerhafter Durchführung
- große Unannehmlichkeiten wie z.B. lange Stromabschaltungen
- zu geringe Kontrolle des Bauablaufs durch die Gemeinde Wien
- auch jetzt noch hohe Kosten für Reparaturen, welche in Zusammenhang mit mangelhafter Ausführung der Sanierungsarbeiten gebracht werden.

Auch bezüglich der Wahrnehmung der Durchführung gibt es sehr unterschiedliche Standpunkte. Während diese einerseits intensiv kritisiert wird (siehe oben), hat andererseits diejenige Befragte, die mit der Sanierung insgesamt am zufriedensten ist, nichts Störendes an den Außenarbeiten wahrgenommen: „Uns haben ja die Außenarbeiten nicht so tangiert eigentlich“, etwas, aber nicht übermäßig unangenehm waren für sie nur die Innenarbeiten, die im Zuge des Anschlusses an die Fernwärme durchgeführt wurden. Laut Baubetreuer hielten sich die Probleme bei der Durchführung angesichts des Volumens des Projekts im Rahmen, die Arbeiten seien kosten- und termingerech durchgeführt worden.

- mit dem Heizsystem

Alle befragten Bewohner heizten vor der Sanierung mit Einzelofenheizungen (einmal Öl-ofen, zweimal Gaskonvektoren). In zwei Fällen wurde auf Fernwärme umgestellt; einmal im Zuge der Sanierung (von Öl auf Fernwärme), einmal einige Jahre nach Abschluss der Sanierung, als sich die Notwendigkeit ergab, aufgrund des nicht mehr funktionsfähigen Gaskonvektors das Heizsystem zu erneuern. Nachdem von der Fernwärme Wien ein günstiges Angebot (reduzierte Anschlusskosten) gemacht wurde, fiel die Entscheidung, keinen neuen Gaskonvektor zu kaufen, sondern auf Fernwärme umzustellen. Alle Befragten äußern Zufriedenheit mit ihrem momentanen Heizsystem und geben an, die gewünschten

⁴¹ Die dritte Interviewpartnerin durfte ihre vor der Sanierung getauschten Fenster belassen.

Raumtemperaturen erreichen zu können. Besonders zufrieden ist jene Interviewpartnerin, welche im Zuge der Sanierung von Öl-Einzelofenheizung auf Fernwärme umstellen ließ: „Sehr, sehr [zufrieden], die Heizung ist in Ordnung und zweitens ist es also vollkommen problemlos, bitte keine Wartung und nichts, da dreh ich irgendwann einen Knopf und dann wird's warm, also idealer geht das schon gar nicht mehr“. Die Bedienungsfreundlichkeit, der höhere thermische Komfort und der Wegfall der Notwendigkeit, Öl in die Wohnung zu transportieren, führen zu einer deutlichen Steigerung der Zufriedenheit im Vergleich zum alten Heizsystem. Der Bewohner, der von Gaskonvektorheizung auf Fernwärme umgestellt hat, war auch vor der Umstellung mit seiner Heizung zufrieden, als einzigen Nachteil führt er an, dass bei stärkerem Westwind die Flamme ausgeblasen wurde. Ein ähnliches Problem bestand auch bei der Befragten, die vor der Sanierung mit Öl heizte: „Wenn draußen Sturm war [...], habe ich mich nicht getraut zu heizen“.

Derjenige Interviewpartner, der sein Heizsystem nach der Sanierung nicht geändert hat, gibt zwar an, von der Fernwärme Wien „belagert“ zu werden, will aber vorerst nicht auf Fernwärme umstellen. Die Kosten für den Anschluss, das Vermeiden von Unannehmlichkeiten bei der Einleitung der Fernwärme sowie die Befürchtung, dass sich laufende Kosten nach dem Fernwärmeanschluss erhöhen könnten, sind ausschlaggebend für diese Einstellung.

Benutzerverhalten vor und nach der Sanierung

Die Raumtemperaturen in den Wohnzimmern der Befragten nach der Sanierung bewegen sich im Bereich von 20 bis 22° C, wobei sich in dieser Hinsicht im Vergleich zur Situation vor der Sanierung wenig verändert hat. Die Wohnungsdurchschnittstemperatur dürfte sich zumindest bei einer Befragten erhöht haben. Diese gibt an, dass nach der Sanierung alle Räume bis aufs Schlafzimmer „irgendwie geheizt, temperiert“ sind, während sie die Situation vor der Sanierung folgendermaßen charakterisiert: „Der Ölofen war im Kabinett, hat also Kabinett und Wohnzimmer [beheizt], sonst war's angenehm kühl“. Es ist wahrscheinlich, dass sich in diesem Fall auch die Temperatur im Wohnzimmer nach der Sanierung leicht erhöht hat. Die Schlafzimmer werden in allen Fällen nicht direkt beheizt, sowohl vor wie nach der Sanierung.

Die Nutzung der Fensterlüftung während der Heizperiode dürfte bei den Befragten in einem überdurchschnittlichen Ausmaß erfolgen, in zwei Fällen wird das Schlafzimmerfenster sehr lange in gekipptem Zustand belassen (einmal während des Schlafens, einmal mindestens mehrere Stunden tagsüber). Im Fall des dritten Interviewpartners wird zwar kein Fenster längere Zeit gekippt, aber doch relativ häufig und ausgiebig gelüftet (etwa stündlich, 10-15 Minuten). Dies wird auch mit einer ausreichenden Luftzufuhr für den Gaskonvektor begründet. In einem Fall wird angeführt, dass nach der Sanierung mehr gelüftet wird, in den beiden anderen Fällen wird von den Befragten angegeben, dass das Lüftungsverhalten eher gleich geblieben ist.

Wissen / Bewusstsein

Keiner der Befragten konnte die aktuellen Heizkosten beziffern - es existiert in diesem Bereich nur relatives sowie qualitatives Wissen. Der Befragte, der einige Jahre nach der Sanierung von Gaskonvektor auf Fernwärme umgestellt hat, nimmt an, dass sein Heizenergieverbrauch nach der Sanierung bei gleichzeitiger Verbesserung des thermischen Komforts gesunken ist: „Es ist auf alle Fälle, es ist wärmer, ich brauch nicht soviel heizen, ich heiz nicht soviel wie vorher war“. Nach der Umstellung von Gaskonvektoren auf Fernwärme hätten sich in diesem Fall die Heizkosten nur unwesentlich erhöht. Die Befragte, die zeitgleich mit der Sanierung auf Fernwärme umstellen ließ, betont, dass ihre Heizkosten „sich absolut im Rahmen halten“ und nimmt an, dass sich ihre Heizkosten bei

gleichzeitiger Komforterhöhung nicht wesentlich verändert haben: „Und ich habs ja auch warm bitte, und das Öl [der Ölpreis] hat ja auch immer geschwankt [...] aber jedenfalls ist es nicht so jetzt bei der Fernwärme, dass ich das Gefühl habe, um Gottes willen, ich derpacks nicht“. Nur derjenige Interviewpartner, der mit den neuen Fenstern sehr unzufrieden ist, gibt an, dass sich sein Gasverbrauch nach der Sanierung erhöht hat, wenn er auch das Ausmaß dieser Erhöhung nicht beziffern kann.

Die gesamten laufenden Kosten für Wohnen haben sich aufgrund des im Rahmen der Sockelsanierung eingehobenen Sanierungsbeitrags erhöht, ein Befragter konnte diese Erhöhung mit 1000 ATS pro Monat (entspricht ca. 73 EUR pro Monat oder 1,3 EUR pro m²) quantifizieren.

Reboundeffekt qualitativ / Maßnahmen zur Begrenzung des Reboundeffekts

Zumindest in einem Fall geht aus dem Interview klar hervor, dass sich die durchschnittliche Raumtemperatur in der Wohnung nach der Sanierung erhöht hat. In einem zweiten Fall wird angegeben, dass nach der Sanierung mehr gelüftet wird, wobei in allen Fällen ein tendenziell verschwenderisches Lüftungsverhalten besteht.

Da im Zuge der Sanierung Balkone geschlossen wurden und somit zumindest für einen Teil der Wohnungen⁴² zusätzlicher Wohnraum geschaffen wurde, ergibt sich ein Reboundeffekt aus der Vergrößerung der beheizten Fläche.

Datenlage zur Kalkulation von Reboundeffekten

Eine Berechnung von Reboundeffekten wird für einzelne Haushalte der Wohnhausanlage mit entsprechend günstigen Konstellationen sicherlich möglich sein, sofern die Verbrauchsdaten von den Bewohnern auch archiviert wurden. Die Berechnung des tatsächlich auftretenden Reboundeffektes für das Gesamtprojekt ist jedoch wegen der gemischten Versorgungsstruktur kaum vorstellbar. Durch den fortschreitenden Anschluss der Wohnungen an die Fernwärmeversorgung kann selbst aus der Auswertung einer eventuell vorhandenen Wurzelmessung der Fernwärmeversorgung des Projektes kein Rückschluss auf den Reboundeffekt erfolgen.

⁴² Nicht alle Wohnungen besaßen vor der Sanierung Balkone. Teilweise wurden auch schon vor der Sanierung von Mietern in Eigenregie Balkone zu zusätzlichem Wohnraum umgebaut.

6.2.11 Fallstudie 11: Mehrfamilienhäuser in Mödling (NÖ)

6.2.11.1 Formale Kurzdarstellung



Abbildung 6.44: SW-Ansicht des Gebäudes.

- Gebäudetyp:** Mehrere ähnlich strukturierte viergeschossige Mehrfamilienhäuser der gemeinnützigen Bau- und Wohnungsgenossenschaft Mödling in massiver Bauweise.
- Lage:** Ehemals am Ortsrand errichtet, mittlerweile in einem ausgedehnten Wohngebiet gelegen. Teilweise an älteren Baubestand angebaut.
- Baujahr:** 1967
- Sanierung:** 1996
- Anzahl der Wohnungen:** 8 Stiegen mit je 8 Wohnungen pro Stiege.

Chronologie der Sanierungsarbeiten:

Im Zuge einer Generalsanierung (1996) wurde ein Vollwärmeschutz (Fassade, oberste Geschosdecke, Kellerdecke) angebracht, sowie ein Fenstertausch durchgeführt.

Bauteilbeschreibung vor Sanierung:

Außenmauern: 30 cm Hochlochziegel, mineralischer Putz außen und innen. Oberste Geschosdecke: ungedämmt. Kellerdecke: ungedämmt. Fenster: Teilbare Holzfenster doppelt verglast (Baujahr 1967).

Bauteilbeschreibung nach Sanierung:

Außenmauern: mit 5cm Polystyrolämmung/Wärmedämmverbundsystem versehen. Oberste Geschosdecke: 10 cm mineralisch gedämmt. Kellerdecke: 10 cm mineralischer Dämmstoff unter Lattenkonstruktion und Abdeckung mittels Gipsfaserplatten. Fenster: Kunststofffenster ($U_{\text{Glas}} = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$).

Heizung und Warmwasserbereitung vor der Sanierung:

Individuell je Wohnung, zumeist Gas-Etagenheizungen. Vermehrte Umstellungen auf Gas-Etagenheizungen wurden bereits vor der Sanierung durchgeführt. Vereinzelt Gas-Einzelöfen bzw. Öl-Einzelöfen, selten Festbrennstoff-Einzelöfen.

Heizung und Warmwasserbereitung nach der Sanierung:

Wie vor der Sanierung; die Sanierung hatte keinen Einfluss auf die Heizstruktur.

Planung und Durchführung:

Planung durch den Architekten der Wohnbaugenossenschaft und Durchführung der Arbeiten durch Baumeisterbetrieb.

Bewohnerstruktur:

Es liegt eine gemischte Bewohnerstruktur vor.



Abbildung 6.45: N-Ansicht des Gebäudes.

6.2.11.2 Qualitative Auswertung

Datengrundlage:

Drei qualitative Interviews wurden mit Bewohnern der Wohnhausanlage in Mödling durchgeführt. Weitere Gespräche mit Bewohnern sowie ein persönlicher Bezug des Autors, welcher den Sanierungshergang über Jahre verfolgte, stehen ebenfalls für die Auswertung zur Verfügung.

Tabelle 6.8: Datengrundlage zu Fallstudie 11

Bewohner-Interview-Nr.	Geschlecht des / der Interviewten	Anzahl d. Haushaltsmitglieder	Alter des / der Interviewten	Anmerkungen
1	W	1	58	persönliches Interview, Lage im 2. Stock, Wohnfläche 67 m ²
2	M	2	60/62	telefonisches Interview, Lage im Erdgeschoss, Wohnfläche 64 m ²
3	W	1	70	telefonisches Interview, Lage im 1. Stock, Wohnfläche 57 m ²

Die Interviews wurden im Oktober bis Dezember 2003 durchgeführt.

Motivation für die Sanierung

Seitens der befragten Bewohner wird die Motivation für die Sanierung bzw. die Dringlichkeit der Sanierungsmaßnahmen unterschiedlich bewertet. Ein Interviewpartner meint: „Es war unansehnlich, sonst aber OK.“, wobei besagter Interviewpartner zwei Jahre vor der Sanierung selbst einen Fenstertausch durchführen hat lassen. Zwei Interviewpartnerinnen stellen aber den schlechten Zustand der alten Fenster in den Raum, die in den Jahren vor der Sanierung immer wieder von der Genossenschaft notdürftig in Stand gesetzt werden mussten. Eine Interviewpartnerin bemerkt diesbezüglich: „die Fenster die waren schon sehr desolat, da hat es reingezogen und reingeregnet, da bin ich immer gegangen mit einem Fetzerl und hab alles getunkt beim Fensterbrett,... ...hätt ma immer müssen selbst lackieren, die Fenster, aber das hat ja keiner gemacht.“ Der schlechte Zustand der Fenster und Balkontüren dürfte in der Folge auch der Anstoß zur Durchführung der Sanierung gewesen sein.

Gründe für die konkrete Auswahl der Maßnahmen

Bautechnisch notwendig war beim gegenständlichen Projekt lediglich der Fenstertausch. Es wurde jedoch im Zuge der Sanierungsplanung auch die Anbringung eines Vollwärmeschutzes (Dimensionierung nach Bauordnung) in Angriff genommen. Im Bereich des Stiegenhauses (Abbildung 6.45, Fenster vertikal über der Eingangstüre) wurden weiters Glasbausteine entfernt, welche ebenfalls durch wärmeschutzverglaste Fenster ersetzt wurden. Dieser Umstand und die Dämmung der Kragplatten der Balkone zeigt, dass im Zuge der thermischen Sanierungsmaßnahmen durchaus ein gewissenhafter Ansatz verfolgt wurde.

Maßnahmen zur Bewohnerinformation

Laut Aussagen von zwei Interviewpartner erfolgten nur schriftliche Informationszusendungen an die Bewohner, in denen die geplanten Sanierungsmaßnahmen dargestellt und die Chronologie der Arbeiten mitgeteilt wurde. Eine Interviewpartnerin gibt an: „Da haben wir dann eine Sitzung gehabt, und mit den Rücklagen ist es dann passiert [mit den Instandhaltungsrücklagen wurde die Sanierung finanziert] und wir haben dann nicht wirklich mehr Miete bezahlen müssen“. Informationen bezüglich möglicher Energieeinsparungen wurden nicht gegeben.

Bewohnerzufriedenheit

-mit der Sanierung allgemein

Die Zufriedenheit mit der Sanierung im Allgemeinen ist bei den befragten Bewohnern durchaus gegeben. Die Arbeiten sind zügig durchgeführt worden, die Schmutzbelastung während der Arbeiten wird von den Bewohnern als unvermeidbar akzeptiert. Von einer Interviewpartnerin wird beklagt, dass beim Einbau der neuen Fenster ihre Tapeten beschädigt wurden. Positiv hervorgehoben werden vor allem die neuen Fenster und die damit beseitigten Unannehmlichkeiten wie Zugerscheinungen oder eindringende Nässe.

Zwei der Befragten beklagen vermehrte Zugluft nach der Sanierung ausschließlich unter der Balkontüre, wobei bei der Montage anscheinend ein Montageschlitz nicht versiegelt wurde. Ein weiterer Bauschaden wurde im Bereich der Hauseingangstüre angemerkt, der durch eine Kältebrücke durch die massive Stahl-Glastüre mit Stahlrahmen (die Originaltüre vor der Sanierung wurde belassen) verursacht wurde. Kondensatbildung im Mauerwerk führte dort zu lokal begrenzten Aufbrüchen des Stiegenhausverputzes.



Abbildung 6.46: geringfügige Frostschäden wegen Kondensatbildung durch die Kältebrücke Stahl-Glas-Eingangstüre

-mit dem Heizsystem

Die Durchführung der Sanierung hatte, wie bereits oben angemerkt, keinen Einfluss auf die Art der Raumwärmebereitstellung. Das verbreitetste Heizsystem in den gegenständlich untersuchten Wohngebäuden ist die Gas-Etagenheizung. Eine Interviewpartnerin beheizt davon abweichend ihre Wohnung mit 2 Gaskonvektoren. Alle Interviewpartner sind mit ihrem Heizsystem zufrieden und verweisen teils auf weniger ideale Systeme, welche sie länger vor der Sanierung bereits getauscht haben.

-mit der Wohnsituation allgemein

Von zwei Interviewpartnerinnen wird die Entwicklung der Lärmbelastung durch den Verkehr auf der angrenzenden Straße als massive Störung empfunden. Zwar wird in den Raum gestellt, dass durch den Einbau der neuen Fenster die Lärmbelastung etwas reduziert werden konnte, dennoch schlussfolgert ein Interviewpartnerin, dass sie am liebsten ausziehen wolle und eine weitere merkt an, dass sie heute auf keinen Fall mehr in diese Wohnung einziehen würde. Ein weiterer Interviewpartner, dessen Wohnungsfenster allerdings an einen anderen Straßenzug angrenzen, sieht die Lärmbelastung nicht dermaßen dramatisch. Für eine Interviewpartnerin war die Lärmbelastung Motiv für den Verbau des Balkons, der einen zusätzlichen Schallschutz bietet.

Benutzerverhalten vor und nach der Sanierung

Übereinstimmend wurde von allen Befragten angegeben, ihr Nutzerverhalten in Bezug auf Heizung und Lüftung nach der Sanierung nicht verändert zu haben. Ein Interviewpartner hat die Heizkörper seiner Etagenheizung im Schlafzimmer und im Kinderzimmer nie aufgedreht, die Fenster in diesen Zimmern sind oft über lange Zeit gekippt. Er meint dazu: „Unsere Generation ist halt in kalten Zimmern aufgewachsen,...“. Die restlichen Wohnräume werden auf 22°C beheizt, wobei über gelegentlich zu trockene Luft geklagt wird. Auch bei den anderen Interviewpartnern wird jeweils das Schlafzimmer auf niedrigen Temperaturen gehalten, das Lüftungsverhalten ist jedoch von mehrmaligen Stoßlüftungen während des Tages gekennzeichnet.

Wissen/Bewusstsein

In Bezug auf den Heizenergieverbrauch ist das Wissen bzw. das Bewusstsein der Interviewpartner sehr unterschiedlich. Ein Interviewpartner empfindet seine Heizkosten sowohl vor als auch nach der Sanierung als niedrig und kann keine Änderung der Heizkosten nach der Sanierung nachvollziehen, merkt jedoch selbst an, dass seine Wohnung im Gebäude

eine Mittellage hat, wodurch der Wärmebedarf reduziert ist. Eine Interviewpartnerin ist sich ebenfalls keiner Änderungen bewusst, hat sich von der Sanierung aber auch keine Heizkosteneinsparung erwartet. Die entsprechende Mieterin konnte sich auch nicht daran erinnern, ob am Gebäude ein Wärmeschutz angebracht worden ist, oder nicht. Beim Versuch, vorhandene Rechnungen des Energieversorgers zu analysieren zeigte sich, dass diese zu komplex waren, um von der Interviewpartnerin gelesen werden zu können. Dazu bemerkte Sie: „Wir haben beide gearbeitet, und da zahlt man halt, was zu zahlen ist“. Eine weitere Interviewpartnerin war jedoch der Meinung, dass Ihr Heizenergieverbrauch nach der Sanierung deutlich gesunken sei.

Reboundeffekt qualitativ

Reboundeffekte dürften beim untersuchten Objekt gering sein. Wesentliche Punkte, welche für diesen Umstand sprechen sind:

- Es erfolgte im Zuge der Sanierung keine Erweiterung des individuellen Wohnraumes (keine zusätzlichen Balkonausbauten o.ä.).
- Es erfolgte kein Umbau der Heizsysteme. Automatisierte, raumtemperaturgeregelte Heizsysteme (Gas-Etagenheizungen) waren bereits vor der Sanierung vorhanden.
- Es erfolgte auch keine (bewusste) Änderung des kurzfristigen Nutzerverhaltens, zumal auch keine Änderung der Heizkosten durch die Sanierung erwartet wurde, oder diese von Seiten der Nutzer von besonderer Bedeutung gewesen wäre.

Datenlage zur Kalkulation von Reboundeffekten

Die Wärmebereitstellung erfolgt im gegenständlichen Projekt prinzipiell individuell, zumeist mittels Gas-Kombitherme. Dies bewirkt jedoch die Aggregation der Energieverbräuche für die Raumheizung und Warmwasserbereitung und erschwert bzw. verhindert damit die Berechnung von Reboundeffekten. Besonders in Fällen, in denen mit geringen Reboundeffekten gerechnet werden muss (wie im gegenständlichen Fall), sollte auf die Qualität der Daten besonderer Wert gelegt werden, um praxisrelevante Ergebnisse zu erhalten.

6.2.12. Fallstudie 12: Wohnhausanlage in Wien, 12. Bezirk

6.2.12.1 Formale Kurzdarstellung



Abbildung 6.47: Straßenansicht des Gebäudes

Gebäudetyp: Wohnhausanlage mit 17 Stiegen
Lage: dicht verbautes städtisches Gebiet Nähe Philadelphiabrücke, das Gebäude ist durch Parkplätze von der Straße distanziert
Baujahr: 1965
Sanierung: 1992/93
Anzahl der Wohneinheiten: ca. 240

Chronologie der Sanierungsarbeiten:

1992/93: Generalsanierung der ersten 6 Stiegen: Dämmung der Außenmauern und des Flachdaches, Fenstertausch und Verkleinerung der Glasflächen.

Bauteilbeschreibung vor der Sanierung:

Außenwände: massiver Betonkern 15 cm, innen und außen jeweils 3,5 cm Holzwoolleichtbauplatten sowie 3 cm Putzschicht, U-Wert = $0,98 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Flachdach: 16 cm Stahlbetondecke, 5 cm Holzwoolleichtbauplatten, 11 cm Schlackenbeton, 4 cm expandierter Kork, 3-lagige Pappeabdichtung, 1-3 cm Bekiesung, U-Wert = $0,76 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Fenster: Holzverbundfenster (60er Jahre), 2-scheibig, U-Wert (Glas) = $2,64 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Bauteilbeschreibung nach der Sanierung:

Außenwände: Dämmung mit 8 cm Steinwolle, davor hinterlüftete Eternitfassade.

Fenster: Holzrahmenfenster, 3-fach verglast, U-Wert (Glas) = $1,9 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Oberste Geschossdecke: über der 3-lagigen Pappeabdichtung Anbringung von 8 cm Wärmedämmung, darüber Polyesterharzabdichtung.

Heizung und Warmwasserbereitung vor der Sanierung:

Individuell pro Wohnung unterschiedlich; Einzelofenheizungen mit verschiedenen Energieträgern; Gas-Etagenheizungen.

Heizung und Warmwasserbereitung nach der Sanierung:

Zentrale Wärmeversorgung (Heizung und Warmwasserbereitung), die Warmwasserbereitung wird von einer Solaranlage unterstützt.

Planung und Durchführung:

Planung: Arch. Dipl. Ing. Kessler, Wien

Durchführung: für die Durchführung verantwortlich: Gemeinnützige Wohnungs- und Siedlungsaktiengesellschaft „Schwarzatal“.

Bewohnerstruktur:

Es herrscht eine gemischte Bewohnerstruktur vor.



Abbildung 6.48: Hofansicht des Gebäudes.

6.2.12.2 Qualitative Auswertung

Datengrundlage

Drei qualitative Interviews wurden mit Bewohnern der Wohnhausanlage Tanbruckgasse durchgeführt. Zusätzlich stand eine schriftliche Beschreibung des Sanierungsprojekts zur Verfügung, die von dem mit der Planung der Sanierungsarbeiten beauftragten Architekturbüro erstellt worden war.

Tabelle 6.9: Datengrundlage der Fallstudie 12

Bewohner-Interview Nr.	Geschlecht des / der Interviewten	Anzahl d. Haushaltmitglieder	Alter des / der Interviewten	Anmerkungen
1	M	2	61	persönliches Interview
2	M	1	40	Wohnungsgröße 40 m ² , persönliches Interview
3	M	2	63	Wohnungsgröße 59 m ² , 7. Stock (direkt unter dem Dach) pers. Interview

Die Interviews wurden im Oktober/November 2003 durchgeführt.

Motivation für die Sanierung

Das 1969 errichtete Gebäude war zum Zeitpunkt der Sanierung (1993) in mehreren Bereichen dringend sanierungsbedürftig:

- In besonders schlechtem Zustand befanden sich die Fenster: Ein Großteil der Fensterrahmen war durch starke Verwitterung sehr undicht geworden, wie dies mehrere Interviewpartner äußerten: “Im Winter ist bei den Scheiben innen das Schmutzwasser heruntergeronnen; da hat man Handtücher auflegen müssen, so extrem war das.” oder “Die Fensterrahmen waren mehr oder minder Zahnstocher”. Weiters führten die sehr groß dimensionierten Fensterflächen in Verbindung mit hohen U-Werten der Verglasung (in der Projektbeschreibung wurde für die alten Fenster $U_{\text{Glas}} = 2,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ angegeben) zu erheblichen Transmissionsverlusten. Eine weitere Folge der großen Fensterflächen war sommerliche Überhitzung, die ebenfalls von einigen Mietern beanstandet wurde.
- Die Dachkonstruktion war ein weiterer Grund für erhebliche Wärmeverluste, die von den Bewohnern des obersten Wohngeschosses beklagt wurden: “Im Winter war es nicht möglich, die Wohnung ausreichend zu beheizen.” Weiters kam es durch eine mangelhaft ausgeführte Dampfsperre zu Diffusionsproblemen.
- Im Bereich der Loggien, die in der Fassade zurückgesetzt sind, waren massive Kältebrücken vorhanden, da die Bodenplatten der Loggien in einem Stück mit den jeweiligen Geschossplatten ausgeführt waren.
- Schließlich wiesen die massiven Außenwände (Betonplattenkonstruktion) mit $U = 0,98 \text{ W/m}^2\text{K}$ ebenfalls schlechte, bei weitem nicht mehr zeitgemäße Wärmedurchgangszahlen auf.

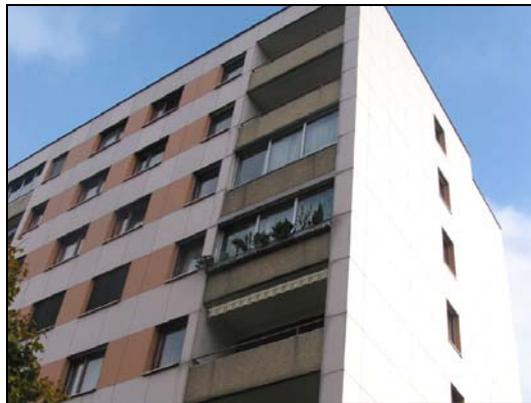


Abbildung 6.49: Ansicht der teilweise individuell verbauten Loggien

Gründe für die konkrete Auswahl der Maßnahmen

Zunächst war nur eine Sanierung der Fenster geplant. Ein Großteil der Fenster stellte sich jedoch als so schadhaft heraus, dass eine Sanierung nicht möglich war. Der Austausch aller Fenster war also nötig, und eine Kombination mit gleichzeitiger Sanierung der Fassade aus Kostengründen nahe liegend. Man entschied sich – nicht zuletzt aufgrund höherer Förderungen – für eine Generalsanierung. Ein grundlegendes Ziel dabei war, eine deutliche Verbesserung der thermischen Qualität der Gebäudehülle zu erreichen. Weiters sollte die Beeinträchtigung der Mieter und ihrer Gewohnheiten während und nach der Sanierung möglichst gering gehalten werden.

Im Bereich der Fassade wurde dies durch eine zusätzliche Dämmung mit 8 cm Mineralwolle und einer vorgesetzten hinterlüfteten Eternitfassade erreicht. Die Fenster wurden als Dreischeiben-Isolierglasfenster mit Holzrahmen ausgeführt. Eine gleichzeitige Verringe-

zung der Fensterflächen trug ebenfalls zur Verlustreduzierung bei und verminderte gleichzeitig die von einigen Mietern beklagte Sommerüberhitzung.

Im Bereich der Dachkonstruktion wurde mit Rücksicht auf die darunter liegenden Wohnungen auf eine Abtragung der vorhandenen Konstruktion verzichtet, und stattdessen zusätzlich eine Dampfsperre sowie 8 cm Wärmedämmung mit Polyesterharzabdichtung aufgebracht.

Ein besonderes Problem stellten laut Projektbeschreibung die Loggienbereiche dar: Da viele der Loggien von den Mietern individuell verfliest waren, und dies auch bei der Sanierung berücksichtigt werden sollte, war eine vollständige Umhüllung der gesamten auskragenden Konstruktionsteile nicht möglich. Die Alternativlösung einer Verbauung aller Loggien durch ein Vorsetzen der Fassade wurde bei entsprechend massiver Ausführung als statisch problematisch eingestuft, und "wäre außerdem ein schwerwiegender Eingriff in die Mietergewohnheiten." Es wurden daher nur die Untersichten der Loggiagrundplatten sowie die Trennwände zu den Wohnungen gedämmt.



Abbildung 6.50: Die bei der Sanierung neu eingebauten 3-scheibig verglasten Holzrahmenfenster.

Maßnahmen zur Bewohnerinformation

Die Mieter wurden über die geplanten Maßnahmen schriftlich informiert, und es wurde auch eine Informationsveranstaltung im Rahmen einer Mieterversammlung angeboten, die jedoch von den Mietern mehrheitlich nicht in Anspruch genommen wurde. Informationen über die zu erwartenden Energieeinsparungen nach der Sanierung wurden laut übereinstimmender Aussage aller befragten Mieter nicht gegeben: "Die Information an die Hausbewohner war jedenfalls nicht optimal. Wir wurden nicht informiert, welche Einsparungen zu erwarten seien."

Bewohnerzufriedenheit

- mit der Sanierung allgemein

Alle befragten Mieter zeigten sich mit der Sanierung zufrieden. Wohnkomfort und Behaglichkeit seien nach der Sanierung deutlich gestiegen, und auch die Heizenergieverbräuche deutlich gesunken. Letzteres gelte aber aufgrund der gestiegenen Preise nicht unbedingt für die damit verbundenen Kosten. Ein Interviewpartner bemerkte dazu: "Man merkt aber jedenfalls, dass die Wohnung jetzt wesentlich besser zu beheizen ist". Ähnliche Aussagen kamen auch von den anderen Interviewpartner. Auch die schnelle und unproblematische Durchführung der Sanierungsarbeiten wurde positiv bewertet: "Der Fenstertausch war innerhalb eines Tages erledigt; die Außenarbeiten haben dann nicht mehr gestört".

Nur einer der Interviewten äußerte leichte Bedenken hinsichtlich der durchgeführten Dämmmaßnahmen: "Könnte noch besser gedämmt sein, aber es ist jedenfalls eine enorme Verbesserung gegen früher".

- mit dem Heizsystem

Das Heizsystem wurde im Rahmen der Sanierungsarbeiten nicht geändert. Raumwärme und Warmwasser wird nach wie vor für die ganze Anlage zentral über Ölkessel bereitgestellt. Die Befragten sind mit der Heizungsanlage im Großen und Ganzen zufrieden. Vor der Sanierung sei jedoch die Heizung kaum ausreichend gewesen. Diesbezügliche Mieteraussagen lauten zum Beispiel: "Im Winter war die Wohnung nicht ausreichend beheizbar!" oder "Vor der Sanierung hat man die Heizung im Winter schon sehr hoch einstellen müssen."

Auch die händische Regelung der Heizung mittels Stellventilen an der Unterseite der Heizkörper wird als nicht optimal empfunden, stellt aber für die Befragten auch kein großes Problem dar. Nur ein Interviewpartner hat seine Wohnung mit automatischen Regelventilen und einem Raumthermostat ausgestattet: "[...] Das ist aber mein persönliches Vergnügen, ursprünglich wurde nur über die Heizkörperventile geregelt."

Ein weiteres Problem im Zusammenhang mit der Heizung ist die mangelhafte Abrechnungstransparenz: "Die Kosten sind für uns kaum nachvollziehbar [...]". Der Verbrauch wird über Verdunsterröhrchen gemessen, und die Kosten zu 40% über diese Ablesung und zu 60% über die Wohnfläche berechnet. Eine direkte Zuordnung zu tatsächlichen Verbräuchen ist daher für die Mieter nicht möglich.

Benutzerverhalten vorher / nachher

Von allen befragten wird angegeben, dass das Temperaturniveau nach der Sanierung höher sei

als vorher: "Früher hab ich halt einen Pullover angezogen jetzt tu ich das nicht mehr." Zwei der befragten geben die Durchschnittstemperatur mit 20 bis 21°C an, einer mit 23 bis 25°C. Zwei Interviewpartner geben weiters an, vor der Sanierung häufig elektrisch zugeheizt zu haben, was jetzt nicht mehr nötig sei.

Zwei der Befragten lüften jetzt auch deutlich mehr als vor der Sanierung, da vorher aufgrund der extrem undichten Fenster eine aktive Fensterlüftung kaum nötig gewesen sei.

Wissen / Bewusstsein

Keiner der Befragten konnte die Heizkosten angeben, das Wissen über tatsächliche Verbräuche und Kosten ist gering, und Energieverbräuche sowie die damit verbundenen Aufwände werden bestenfalls vergleichend wahrgenommen. Dies ist besonders bemerkenswert, da alle Interviewpartner über ein ausgeprägtes technisches Verständnis verfügen und zumindest qualitativ Zusammenhänge zwischen Sanierungsmaßnahmen, Benutzerverhalten und Energieverbräuchen durchaus zutreffend erkennen. Ebenfalls allen Befragten gemeinsam ist ein relativ hohes Umweltbewusstsein, wobei allerdings technische Lösungen favorisiert werden. Persönliche Einschränkungen und Reduktion von Komfort als Maßnahmen zur Verbrauchsreduktion werden nicht in Betracht gezogen.

Reboundeffekt qualitativ / Maßnahmen zur Begrenzung des Reboundeffekts

Ein deutlicher Reboundeffekt ergibt sich aufgrund der durchwegs höheren Raumtemperaturen nach der Sanierung. Wieweit geänderten Lüftungsgewohnheiten Auswirkungen auf einen Reboundeffekt haben, ist schwerer zu beurteilen. Die tatsächliche Luftwechselrate dürfte jedoch in den meisten Fällen nach der Sanierung deutlich geringer sein als vorher, da die extrem undichten, alten Fenster getauscht wurden. Nur einer der Befragten gab an,

dass seine Fenster auch vor der Sanierung dicht gewesen seien: “Die Fenster in dieser Wohnung waren dicht, aber 80% der Mieter beklagten sich über stark undichte und ziehende Fenster”. Allerdings wurde in diesem Fall auch keine Änderung der Lüftungsgewohnheiten angegeben.

Die mangelnde Transparenz der Energiekosten sowie die fehlende Vorabinformation über die zu erwartenden energetischen Effekte der Sanierung dürften ökonomisch begründete Reboundeffekte (gesunkene spezifische Kosten der Energiedienstleistung) minimiert haben.

Datenlage zur Kalkulation von Reboundeffekten

Aufgrund der Struktur der Wärmeversorgung vor der Sanierung (individuell, unterschiedlichste Technologien und Energieträger), sind die Energieverbräuche aus diesem Zeitraum nicht nachvollziehbar. Die Kalkulation von tatsächlich aufgetretenen Reboundeffekten ist damit nicht möglich.

6.3 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen aus den Fallstudien

6.3.2 Wesentliche Ergebnisse

Die Motive für Sanierungen sind vorrangig im Bereich der bauphysikalischen Notwendigkeiten (Fenstertausch, Gebäudedichtheit/feuchtigkeit, Statik von Anbauten wie Balkonen, Mängel an der Fassade) oder der Komfortsteigerung (Automatisierung des Heizsystems, Installation von Aufzügen) bzw. der Nutzflächenvergrößerung (Loggienverbau, Dachausbau) zu finden. Weitere Aspekte sind die Erhaltung bzw. die Steigerung des Gebäudemarktwertes und (damit verbunden) ein "schönes Aussehen" des Gebäudes.

Der Erfolg von Sanierungen wird von den betroffenen Bewohnern fast ausschließlich am Komfortgewinn gemessen. Energieeinsparungen spielen, wenn überhaupt, eine untergeordnete Rolle. Von den Bewohnern von Sanierungsprojekten wird in der Regel eine spürbare Steigerung der Wohnqualität durch die Gebäudesanierung wahrgenommen. Sanierungen werden deshalb von den Bewohnern im Nachhinein im Großen und Ganzen positiv beurteilt.

Große Komfortsteigerungen werden von den Bewohnern von Sanierungsprojekten beim Tausch undichter oder schadhafter Fenster, bei der Installation automatisierter Heizsysteme, bei der Schaffung von zusätzlichem Wohnraum (z.B. Loggienverbau) oder bei der Installation von Aufzügen wahrgenommen.

Bauphysikalische Probleme, welche durch die Sanierungsmaßnahmen hervorgerufen werden, sind kaum zu beobachten.

Müssen im Zuge der Sanierung Fenster getauscht werden, welche bereits zuvor von Mietern in Eigenregie getauscht wurden, können massive Probleme bei der Sanierungsabwicklung entstehen. Betroffene Mieter sind in der Folge mit der gesamten Sanierung in hohem Maße unzufrieden.

Maßnahmen zur Mieterinformation über eine bevorstehende Sanierung werden bei Sanierungsprojekten in unterschiedlichsten Ausprägungen und Intensitäten durchgeführt. In diesem Zusammenhang werden mögliche Energieeinsparungen entweder gar nicht thematisiert, oder zumindest nicht quantifiziert. Über mögliche Reboundeffekte wird in diesem Zusammenhang nicht informiert. Eine kontinuierliche, projektbegleitende Kommunikation mit den Mietern ist nur in Ausnahmefällen gegeben.

Die Quantifizierung der Reboundeffekte scheitert oftmals an der Verfügbarkeit entsprechend hochwertiger Mikrodaten. Das größte Problem sind fehlende exakte Aufzeichnungen über Energieverbräuche der Haushalte vor bzw. nach der Sanierung. Dies macht es einerseits den Bewohnern selbst unmöglich, den energetischen Sanierungserfolg einschätzen zu können und verhindert andererseits die Berechnung von tatsächlich aufgetretenen Reboundeffekten. Eine Erfassung dieser Daten ist oft aus strukturellen Gründen schwierig bis unmöglich (z.B. feste Brennstoffe, zentrale Wärmeversorgung, Fernwärme) und erfolgt deshalb nicht. In vielen anderen Fällen werden Heizenergieabrechnungen (z.B. Erdgas, Strom) von den Bewohnern nicht oder nicht ausreichend lange archiviert, oftmals weil die darin enthaltenen Daten auch nicht verstanden oder interpretiert werden können.

Für die Bewohner stellen die Heiz(energie)kosten in den meisten Fällen die einzige wahrnehmbare Rückmeldung in Bezug auf ihren Heizenergieverbrauch dar. Die heute übliche automatisierte Abbuchung der verrechneten Beträge von einem Konto, sowie verschiedene Teuerungen (allgemein, aber auch Energieabgaben o.ä.) verhindern einerseits die direkte Wahrnehmung an sich, und untergraben andererseits die Interpretation von z.B. jährlichen Abweichungen.

Die Gesamt-Wohnkosten für Wohnungsmieter steigen nach einer Sanierung im Regelfall, wobei sowohl Projekte mit deutlichen Kostensteigerungen, als auch Projekte mit sehr geringen Kostensteigerungen gefunden werden können. Die Heizkosten, welche sich nach der Sanierung reduzieren sollten, werden von den Bewohnern nicht separiert wahrgenommen. Diese Kosten sind entweder mit weiteren Positionen oder Energiedienstleistungssektoren aggregiert oder entsprechende Abrechnungen können von den Bewohnern nicht interpretiert werden.

Die sozio-demografische Bewohnerstruktur in den untersuchten sanierten Mehrfamilienhäusern ist durch "jüngere und ältere Pensionisten" geprägt. Dies bedingt in der Folge auch ein typisches Benutzerverhalten (Anwesenheiten, Sparsamkeit der "älteren Pensionisten"), welches bei Sanierungen mit berücksichtigt werden kann. Nach Generalsanierungen ist in der Regel ein vermehrter Zuzug jüngerer Mieter zu beobachten.

Die getroffenen Sanierungsmaßnahmen sind im Regelfall suboptimal (besonders im Bereich der Dämmdicke) und amortisieren sich somit durch die getätigten Heizenergieeinsparungen nicht. Aber wie bereits oben ausgeführt, sind Energieeinsparungen in der Praxis kein zentrales Motiv für Sanierungen.

Versuche, technische Reboundeffekte zu reduzieren, sind durchaus zu beobachten. Dabei wird zumeist versucht, das Heizsystem möglichst optimal an das durch die Sanierung veränderte Gebäude anzupassen. Dies geschieht zumeist durch eine Anpassung der Vorlauftemperatur des Heizsystems, durch eine allgemeine Nachtabsenkung oder weiteren Modifikationen der Heizungsregelung.

6.3.2 Schlussfolgerungen aus den Fallstudien

Da Reboundeffekte im Akteursumfeld von Wohnbausanierungen weitestgehend unbekannt sind und kaum thematisiert werden, gilt es zunächst, auf breiter Basis auf dieses Thema aufmerksam zu machen, und die entsprechenden Begriffe zu bilden bzw. zu etablieren. Eine erste Aktion zur Verbreitung der gewonnenen Erkenntnisse wurde im gegenständlichen Forschungsprojekt im Zuge der enthaltenen Verbreitungsaktion bei den Projektzielgruppen durchgeführt.

Ökonomische Reboundeffekte (Mehrkonsum an Energiedienstleistung wegen der durch die Sanierung gesunkenen spezifischen Kosten selbiger) sind nicht von zentraler Bedeutung, da bei den Bewohnern von Sanierungsprojekten im Regelfall Heizkosten, wenn überhaupt, dann sehr unscharf, zeitlich verzögert und mit anderen Sektoren aggregiert wahrgenommen werden. Eine entsprechende Wahrnehmung wäre jedoch Voraussetzung für das Zustandekommen von ökonomischen Reboundeffekten. Hinzu kommt, dass Energie- und damit verbundene Energiekosteneinsparungen vor der Sanierung (z.B. bei Infoveranstaltungen)

kaum thematisiert werden, und somit auch keine entsprechende Erwartungshaltung induziert wird, welche ja auch bereits zu (pseudo)ökonomischen Reboundeffekten führen könnte.

Strukturelle Reboundeffekte machen den größten Teil der beobachtbaren Reboundeffekte aus. Zu diesem Bereich zählt jede Automatisierung von Heizsystemen, eine Erweiterung oder Schaffung von modernen Wärmeverteilsystemen, eine Anpassung der Heizleistung an die Erfordernisse zur Bereitstellung von Komforttemperaturen (dies kann auch indirekt durch die Reduktion der Heizlast erfolgen) und jegliche Erweiterung der Wohnnutzfläche. Dabei ist im Bereich der Sanierung von Einfamilienhäusern die Ausdehnung der Wohnfläche der wesentlichste Parameter und im Bereich der Mehrfamilienhäuser die Anhebung der mittleren Raumtemperatur über der verfügbaren Wohnfläche.

Technische Reboundeffekte spielen eine untergeordnete Rolle, da bei praktisch durchgeführten Generalsanierungen mit zentraler Heizwärmeversorgung die technische Anpassung des Heizsystems an die veränderten Anforderungen durch das sanierte Gebäude in vielen Fällen bereits berücksichtigt wird. Bei individueller Wärmebereitstellung liegen oftmals Heizsysteme vor, welche flexibel genug auf die veränderten Anforderungen reagieren (z.B. Gas-Kombithermen im mehrgeschossigen Wohnbau oder Kessel-Puffer Systeme im Einfamilienhausbereich).

Unter den beschriebenen Umständen erscheint es schwierig, Ansatzpunkte für die Reduktion von Reboundeffekten zu finden, ohne die Komfortgewinne der Gebäudebewohner einzuschränken. Entsprechende Maßnahmen sind nur mittels einer (Be)Wertung der individuellen Komfortgewinne zu erstellen, wobei eine solche in der gegenständlichen Forschungsarbeit nicht durchgeführt werden soll. Beispielsweise könnten entsprechende Rahmenbedingungen bei der Vergabe von Sanierungsförderungen implementiert werden, welche die zentralen Faktoren für Reboundeffekte (wie z.B. die Vergrößerungen der Wohnfläche) aus der Förderung ausschließen.

7. Die Quantifizierung des Reboundeffektes

Ziel des gegenständlichen Abschnittes ist die Bereitstellung eines Instrumentariums, mit dem Reboundeffekte bei der Wohnbausanierung mit einem vertretbaren Aufwand vorweg abgeschätzt werden können. Das heißt, Vertreter der Projektzielgruppen sollen befähigt werden, in Kenntnis ihres speziellen, konkreten Sanierungsprojektes zu erwartende Reboundeffekte bereits in der Planungsphase quantitativ abschätzen zu können.

7.1. Design des Instruments zur quantitativen Abschätzung von zu erwartenden Reboundeffekten

Untenstehende Abbildung 7.1 zeigt die Struktur des im Weiteren entwickelten Instrumentes zur Abschätzung von Reboundeffekten. Alle nötigen Daten und eine allgemein verständliche Anleitung zur Anwendung des Instrumentes wurde im Rahmen des gegenständlichen Forschungsprojektes in einer Broschüre abgefasst, welche unter anderem auf den geschaffenen Internet- Informationsplattformen als Download zur Verfügung steht und dem vorliegenden Endbericht als Beilage beigelegt wurde.

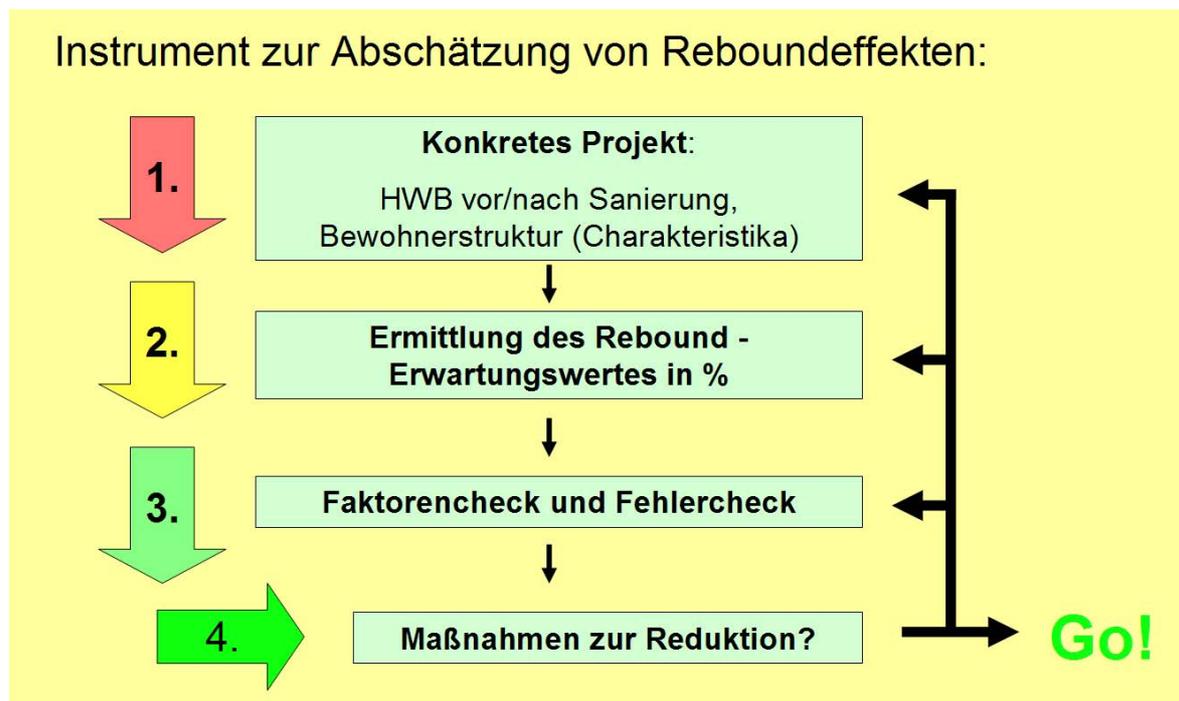


Abbildung 7.1: Design des Instrumentes zur Abschätzung von Reboundeffekten

Die Vorgehensweise bei der Anwendung des Instrumentes gliedert sich in 4 Schritte:

1. Definition des Sanierungsprojektes und Datensammlung. Dieser erste Schritt dient der Datenbereitstellung für alle weiteren Schritte. Erforderlich ist dabei die Kenntnis des Heizwärmebedarfes des Sanierungsprojektes im Ausgangszustand (vor der Sanierung) und im Zustand nach der Sanierung (Berücksichtigung der geplanten Sanierungsmaß-

nahmen). Aus den Wärmebedarfswerten werden die flächenspezifischen Energiekennzahlen (in kWh/m²a) und der Grad der Verbesserung (Definition folgt unten) berechnet. Weiters sind Informationen betreffend der Bewohnerstruktur einzuholen (sozio-ökonomische und sozio-demografische Faktoren), sofern diese nicht bekannt sind. Soll nach vollendeter Sanierung eine Evaluierung des Sanierungserfolges und/oder eine empirische Bestimmung des tatsächlich aufgetretenen Reboundeffektes erfolgen, so ist eine akribische Erhebung der tatsächlich aufgetretenen Heizenergieverbräuche der Bewohner für einen Zeitraum vor und nach der Sanierung nötig. Dies kann auf einfache Art und Weise möglich sein, wenn sowohl vor, als auch nach der Sanierung eine zentrale Wärmeversorgung für ein ganzes Projekt vorliegt und entsprechende Messwerte (z.B. Jahresenergieverbräuche eines Projektes) vorliegen. Es besteht jedoch auch die Möglichkeit, dass zumindest im Zeitraum vor der Sanierung individuelle Heizwärmebedarfsbereitstellung vorliegt (Einzelöfen, Etagenheizungen). In diesen Fällen gestaltet sich die empirische Nachrechnung sehr schwierig, da einerseits die individuellen Energieverbräuche jedes Haushaltes erhoben werden müssen und andererseits oft unterschiedliche Energiedienstleistungssektoren aggregiert sind (z.B. Heizung und Warmwasserbereitung bei Gas-Kombithermen, allelektrische Haushalte usw.). In jedem Fall muss die nötige Datenbeschaffung bereits am Beginn der Sanierungsplanung mitdiskutiert und eingeplant werden.

2. Ermittlung des statistischen Erwartungswertes für den Reboundeffekt. Mit den nun verfügbaren Daten kann aufgrund eines weiter unten vorgestellten Diagramms oder einer Tabelle der zu erwartende Reboundeffekt in % bezogen auf die nach konservativer linearer Rechnung erhaltene Einsparung ermittelt werden. Die Aussage lautet dabei: Bei meinem konkreten Sanierungsprojekt muss ich nach Durchführung der Sanierung mit einem Reboundeffekt von X% rechnen.
3. Faktorencheck und Revision der Ergebnisse. Da es sich bei der Bestimmung des zu erwartenden Reboundeffektes um ein Verfahren auf statistischer Basis handelt, die Anwendung jedoch an einzelnen Projekten erfolgt, sind große Abweichungen der erhaltenen Zahlen von den tatsächlichen Verhältnissen in speziellen Einzelfällen immer möglich. Deshalb werden in Schritt 3 wesentliche Einflussgrößen auf den Reboundeffekt auf qualitativer Ebene geprüft und der in Schritt 2 erhaltene Zahlenwert wird damit hinterfragt. Zu erwartende Abweichungen und deren Tendenzen sind somit auf qualitativem Niveau erkennbar.
4. Maßnahmen zur Reduktion der zu erwartenden Reboundeffekte. Schritt 4 bietet die Möglichkeit Maßnahmen zur Reduktion der zu erwartenden Reboundeffekte zu diskutieren. Verändern die gesetzten Maßnahmen Parameter der zuvor durchgeführten Überlegungen, so erfolgt eine weitere Iteration des beschriebenen Prozesses, bis eine endgültige Lösung zur Durchführung gelangt.

Das bereitgestellte Instrument erhebt nicht den Anspruch, exakte Zahlenwerte für den zu erwartenden Reboundeffekt zu liefern, sondern soll einerseits eine Bestimmung zu erwartende Größenordnungen ermöglichen und andererseits auch die Hintergründe und Ursachen von Reboundeffekten veranschaulichen. Welche Maßnahmen zur Reduktion von Reboundeffekten getroffen werden und inwieweit der Handlungsspielraum der Gebäudenutzer zur Verursachung von verhaltensbedingten Reboundeffekten dabei eingeschränkt wird (z.B. mittels außentemperaturgeregelten Vorlauftemperaturen), obliegt dem Wohnbauträger, Gebäude-Contracting-Anbieter oder auch Energiepolitiker.

7.2. Methode und Daten

Der zur Quantifizierung von Reboundeffekten verwendete methodische Ansatz stammt von Biermayr (1999) und stützt sich auf die ökonometrische Auswertung von Mikrodaten österreichischer Haushalte. Nur unter Verwendung der, der genannten Arbeit zugrunde liegenden Datenbasis war es im Rahmen dieses Projektes möglich, die folgenden Untersuchungen durchzuführen. Die Mikrodatenbasis von Biermayr (1999) wurde überarbeitet und ergänzt, wobei nach Plausibilitätsprüfungen von 600 Datensätzen und der Prüfung weiterer Qualitätskriterien 501 Datensätze zur Auswertung gelangten. Wesentliche Beiträge zur Datenbasis wurden von

- Auer (1996)
- Biermayr (1994)
- Biermayr (1999)
- Ehrenbrandtner (1997)
- Faschinger (1995)
- Ruhmer (1996)
- Schmidt (1996)
- Schramek (1997)
- Tasch (1996)

erbracht. Die Parametergruppen (Maximaldatensatz) umfassen dabei detaillierte Informationen zu den Kategorien:

- Ökonomische Parameter
- Technische Parameter
- Strukturparameter
- Verhaltensparameter
- Einstellungsparameter
- Gemessene Energieverbräuche

aus obigen Primärdaten werden folgende Datengruppen errechnet:

- Heizwärmebedarf nach ÖNORM 8135
- Energieverbrauchsstruktur
- Energiekennzahlen Verbrauch
- Energiekennzahlen Bedarf
- Servicefaktoren

7.3 Datenanalyse und Ergebnisse

7.3.1 Der Servicefaktor

Einen ersten Hinweis auf die Existenz von Reboundeffekten erbringt die Analyse des "Servicefaktors", der den Quotienten aus praktisch gemessenem Heizendenergieverbrauch und theoretischem (simuliertem) Heiznutzenergiebedarf darstellt. Dabei ist der Heizendenergieverbrauch (EE_{HZpr}) jene Endenergie, die pro Jahr in einem konkreten Haushalt zur

Raumwärmebereitstellung umgesetzt wird. Der theoretische Heiznutzenergiebedarf (EE_{HZth}) ist wie folgt definiert:

$$EE_{HZth} = p_0 \cdot A \cdot HGT \cdot \frac{24}{1000} \cdot \frac{1}{\eta}$$

EE_{HZth} Theoretischer Jahresheizenergiebedarf (kWh/a)

p_0 spezifischer Wärmeverlust nach ÖNORM B8135 (W/m^2K)

A Wohnfläche⁴³

HGT Jahresheizgradsummen 12/20 (Kd)

η Wirkungsgrad (Jahresnutzungsgrad) des Heizsystems (1)

Der Servicefaktor (dimensionslos) errechnet sich somit zu:

$$f_{service} = \frac{EE_{HZpr}}{EE_{HZth}}$$

Der Servicefaktor stellt also eine Größe dar, die angibt, inwiefern sich ein Haushalt bezüglich seiner Heizgewohnheiten "normgemäß" verhält. Nimmt der Servicefaktor den Wert 1 an, so bedeutet dies, dass alle Wohnräume des betreffenden Haushalts über die Heizperiode auf einer Temperatur von 20 °C gehalten werden. Dies könnte z.B. dadurch erreicht werden, dass bei einem automatisierten, geregelten Heizsystem das Raumthermostat am Beginn der Heizperiode auf 20 °C eingestellt wird, und dies bis zum Ende der Heizperiode so bleibt. Nimmt der Servicefaktor höhere Werte als 1 an, so bedeutet dies, dass z.B. ein höheres Temperaturniveau während der Heizperiode gewählt wird, wobei Werte über 1 in der Praxis selten sind, da es sich beim Servicefaktor um einen Jahresschnitt handelt. Nimmt der Servicefaktor Werte kleiner als 1 an, so bedeutet dies einen vergleichsweise sparsamen Einsatz von Heizenergie, der durch geringere Innenraumtemperaturen, nur teilweise Beheizung der Gesamtwohnnutzfläche, Nacht- und Urlaubsabsenkungen, oder einen verzögerten Start der Heizsaison erreicht werden kann. Werte kleiner als 1 sind in der Praxis die Regel, da kaum ein Haushalt absolut keine Absenkphasen der Raumtemperatur realisiert, bzw. kaum ein Haushalt die gesamte vorhandene Wohnfläche auf Normtemperatur beheizt.

Bei der Analyse des Mikrodatenfeldes in Hinblick auf Gruppen, welche typische Servicefaktoren aufweisen zeigt sich, dass sowohl die Art des Heizsystems als auch der Gebäudetyp einen Einfluss auf die Höhe des Servicefaktors hat. Es werden deshalb 4 Haushaltsgruppen definiert:

⁴³ Da sich im Zuge von ökonomischen Querschnittsanalysen herausstellt, daß die Raumhöhe kein signifikanter Einflußparameter auf den Energieverbrauch ist, werden die spezifischen Größen auf die Wohnfläche bezogen, und nicht auf das Volumen, wie dies in der ÖNORM B8135 der Fall ist.

- Haushalte mit nicht automatisierten Heizsystemen in Einfamilienhäusern (NAHZ/EFH)
- Haushalte mit automatisierten Heizsystemen in Einfamilienhäusern (AHZ/EFH)
- Haushalte mit nicht automatisierten Heizsystemen in Mehrfamilienhäusern (NAHZ/MFH)
- Haushalte mit automatisierten Heizsystemen in Mehrfamilienhäusern (AHZ/MFH)

wobei unter "nicht automatisierten Heizsystemen" typischer Weise Einzelofenheizungen ohne Wärmeverteilsystem und unter "automatisierten Heizsystemen" Zentralheizungsanlagen mit Regelung und Wärmeverteilsystem verstanden werden.

Ohne an dieser Stelle den Modellansatz zur Ermittlung der Signifikanzen der Unterschiede unter den einzelnen Kategorien auszuführen⁴⁴, seien die Werte für die Servicefaktoren der 4 Gruppen und die zugehörige Signifikanzmatrix der Unterschiede zwischen den Gruppen angeführt:

Tabelle 7.1: Werte für Servicefaktoren unterschiedlicher Haushaltstypen.

Konstellation	Servicefaktor
$f_{\text{serviceNAHZ/EFH}}$	0,472
$f_{\text{serviceAHZ/EFH}}$	0,582
$f_{\text{serviceNAHZ/MFH}}$	0,612
$f_{\text{serviceAHZ/MFH}}$	0,655

Tabelle 7.2: Signifikanz der Unterschiede zwischen den Servicefaktoren (t-Statistiken)

Δ	$f_{\text{serviceNAHZ/EFH}}$	$f_{\text{serviceAHZ/EFH}}$	$f_{\text{serviceNAHZ/MFH}}$	$f_{\text{serviceAHZ/MFH}}$
$f_{\text{serviceNAHZ/EFH}}$		-2,65	-2,80	-4,15
$f_{\text{serviceAHZ/EFH}}$	2,65		-0,78	-2,34
$f_{\text{serviceNAHZ/MFH}}$	2,80	0,78		-1,00
$f_{\text{serviceAHZ/MFH}}$	4,15	2,34	1,00	

Wie obigen Tabellen zu entnehmen ist, weisen Haushalte in Einfamilienhäusern generell geringere Servicefaktoren auf als Haushalte in Mehrfamilienhäusern. Weiters weisen Haushalte mit nicht automatisierten Heizsystemen geringere Servicefaktoren auf, als Haushalte mit automatisierten Heizsystemen. Dieses Ergebnis ist auch plausibel und nachvollziehbar. Das Heizen mit z.B. Festbrennstoff-Einzelöfen ist mühsam, der Brennstofftransport, die entstehende Schmutz- und eventuell Geruchsbelästigung stellen hemmende Faktoren dar und entsprechende Gebäudenutzer ziehen lieber noch einen Pullover mehr an, als den Ofen in Betrieb zu nehmen. Weiters deckt die Einzelofenbeheizung selten alle Räume in einem Haushalt ab. In Ermangelung eines Wärmeverteilsystems bleiben einige Räume (z.B. Schlafräume) kalt. Die Handhabung eines automatisierten Heizsystems ist

⁴⁴ Eine detaillierte Abhandlung zu diesem Thema ist in Biermayr (1999) zu ersehen.

vergleichsweise komfortabel, der persönliche Aufwand des Einheizens reduziert sich auf das Stellen des Raumthermostats und die "Hemmschwelle" die Heizung in Betrieb zu nehmen ist praktisch nicht vorhanden. Der Unterschied zwischen Haushalten in Einfamilienhäusern und solchen in Mehrfamilienhäusern erklärt sich zum guten Teil aus deren Struktur. Im Fall der Einzelofenbeheizung von Einfamilienhäusern ist der Anteil der tatsächlich beheizten Fläche des Gesamtgebäudes noch wesentlich geringer als dies im Mehrfamilienhaus der Fall ist (es wäre eine sehr große Anzahl von Einzelöfen nötig) und selbst im Fall eines automatisierten Heizsystems fallen im Einfamilienhaus im Mittel noch mehr hemmende Aktivitäten an, die für eine Inbetriebnahme durchgeführt werden müssen, als dies im Mehrfamilienhaus der Fall ist.

Was aber haben diese Beobachtungen mit Reboundeffekten bei der Wohnbausanierung zu tun? Aufgezeigt wurden unterschiedliche Strukturen welche typische Servicefaktoren aufweisen. Wird nun im Zuge einer Sanierung eine Struktur in eine andere übergeführt, so ist anzunehmen, dass (zumindest mittelfristig) auch der, für die neue Struktur typische Servicefaktor auftritt. Im Zuge von praktisch durchgeführten Sanierungen werden in den meisten Fällen nicht automatisierte Heizsysteme durch automatisierte ersetzt und zwar sowohl im Einfamilienhausbereich als auch bei Mehrfamilienhäusern. Ein Anstieg des Servicefaktors ist aber auch gleichzusetzen mit einer Änderung des Nutzerverhaltens und damit auch mit dem Auftreten eines Reboundeffektes. Die Änderung des Servicefaktors beträgt beim Umstieg von einem nicht automatisierten Heizsystem auf ein automatisiertes im Fall des Einfamilienhauses 23,3% und im Fall des Mehrfamilienhauses 7,0%, bezogen jeweils auf den Ausgangszustand. Diese Werte können ohne weiteres als Zahlenwerte für Reboundeffekte interpretiert werden, wobei zwei Zahlenwerte noch keine praxisrelevante Hilfestellung darstellen können.

7.2.2 Modellbildung und Quantifizierung

Gelingt es in der Folge, sehr viele "Kategorien" oder "Gruppen" zu definieren, bei deren Übergang quantitative Unterschiede ausgewiesen werden können, so ist jenes Instrument geschaffen, das die entsprechende Praxisrelevanz aufweist. Die Definition des Servicefaktors beruhte auf einem Vergleich von (errechneten, simulierten) Energiebedarf und (gemessenen) Energieverbrauch. Abbildung 7.2 zeigt ein Diagramm, in dem die Energiebedarfs- und -verbrauchswerte aller 501 Datensätze in Form von flächenbezogenen Energiekennzahlen eingetragen sind.

Bei der Betrachtung der Punktwolke im Diagramm wird einerseits deutlich, dass Servicefaktoren in der Praxis tatsächlich mehrheitlich Werte kleiner als 1 annehmen (die strichlierte Gerade im Diagramm hat die Steigung 1) und höhere Werte der Servicefaktoren typischer Weise bei Gebäuden mit geringeren, d.h. besseren Energiebedarfskennzahlen auftreten. Andererseits zeigt sich, dass der Zusammenhang zwischen Verbrauch und Bedarf nichtlinear ist, wobei eine entsprechende Trendlinie im Diagramm bereits vorweggenommen ist.

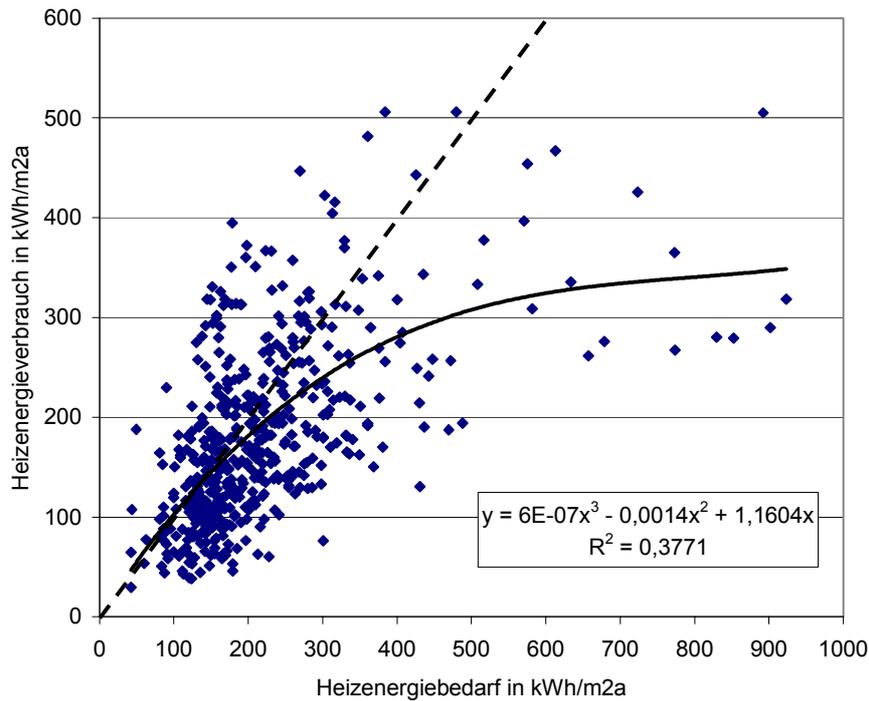


Abbildung 7.2: Gegenüberstellung der Heizenergieverbrauchs- und -bedarfswerte.

Doch bevor der entscheidende Schritt zur Quantifizierung der Reboundeffekte durchgeführt wird, soll nochmals die Kernaussage der Theorie in Erinnerung gerufen werden, welche in Abschnitt 4 des vorliegenden Berichtes detailliert erörtert wurde.

Abbildung 7.3 zeigt eine abstrahierte Darstellung der Beziehung zwischen (gemessenem) Heizenergieverbrauch und (errechnetem) Heizenergiebedarf. Ein zu sanierendes Gebäude hat den Ausgangszustand P_1 , der durch die Energiekennzahlen EKZ_{HZth1} und EKZ_{HZpr1} charakterisiert ist. Durch eine thermische Sanierung soll die theoretische Heizenergiekennzahl um 50% reduziert werden, was im Diagramm zu Punkt P_2 führt, der durch die Energiekennzahlen EKZ_{HZth2} und EKZ_{HZpr2} gegeben ist. Es wird dabei vorausgesetzt, dass zwischen den Verbrauchs- und Bedarfswerten eine lineare Beziehung besteht, die im Diagramm durch die punktierte Gerade dargestellt wird. Die erwarteten Einsparungen belaufen sich beim Übergang von P_1 auf P_2 somit auf ES_1 , der Differenz von EKZ_{HZpr1} und EKZ_{HZpr2} . Dabei muss angemerkt werden, dass diese Betrachtungsweise bereits einen äußerst fortschrittlichen Ansatz darstellt. Potentielle Einsparungen werden nicht direkt von der Bedarfsseite aus hochgerechnet, sondern auf die Verbrauchsseite projiziert, was bereits einen sehr großen Fehler (siehe dazu Kapitel 3 des Berichtes) vermeidet. In der Realität liegt nun jedoch kein linearer Übergang von P_1 auf P_2 vor, sondern die Sanierung bewirkt einen Übergang längs der, im Diagramm durchgezogen eingetragenen nichtlinearen Funktion von P_1 auf P_3 . Die praktisch erzielte Einsparung reduziert sich demnach um den Reboundeffekt (im Diagramm mit Rebound gekennzeichnet) auf den Betrag ES_2 . Es wird dabei deutlich, dass der Bestimmung der nichtlinearen Funktion höchste Bedeutung zukommt.

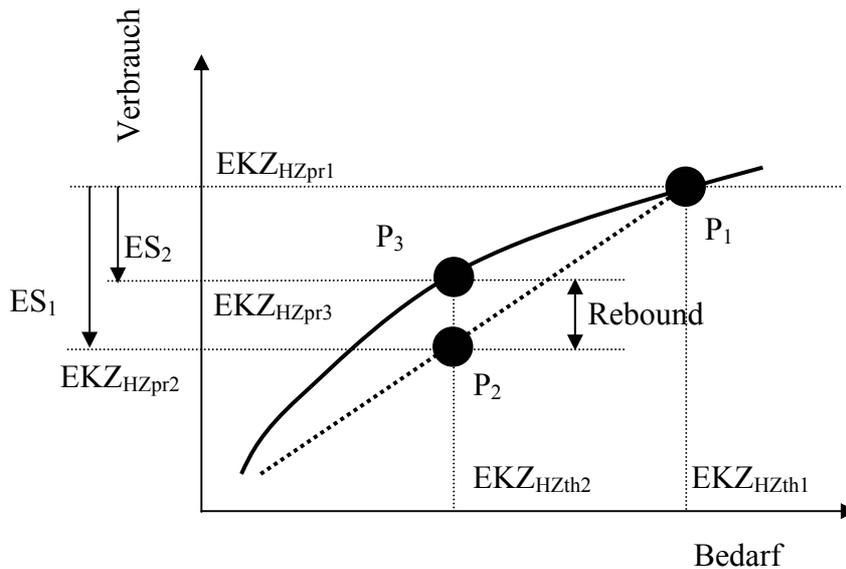


Abbildung 7.3: Schematische Darstellung des Rebound-Mechanismus.

Lässt man nun den Punkt P1 gedanklich nach rechts (in Richtung größerer, d.h. schlechterer Bedarfswerte) wandern, und fixiert den Bedarfswert EKZ_{HZth2} von P2, so vergrößert sich der Reboundeffekt. Das heißt aber, dass der Reboundeffekt bei schlechterem Ausgangszustand des Sanierungsprojektes und größerem Sanierungsumfang (EKZ_{HZth2} wurde ja konstant gehalten) ansteigt. Dies gilt, wie sich zeigen wird, auch für jeden Effekt für sich alleine. Das heißt, steigt der Sanierungsumfang bei einem Sanierungsprojekt, oder ist ein schlechterer Ausgangszustand vorhanden, so vergrößert sich jeweils der zu erwartende Reboundeffekt.

Zur Ermittlung der nichtlinearen Funktion wird im Weiteren ein polynomischer Ansatz gewählt, der zunächst Glieder beliebiger Ordnung enthält:

$$EKZ_{HZpr} = a EKZ_{HZth} + b EKZ_{HZth}^2 + c EKZ_{HZth}^3 + d EKZ_{HZth}^4 \dots$$

Durch lineare Regression der Datenreihen werden die Koeffizienten a, b, c, ... und deren Teststatistiken t(a), t(b), t(c), ... ermittelt. Es zeigt sich, dass die Glieder bis zur 3. Ordnung signifikante Koeffizienten aufweisen. Die endgültige Schätzgleichung lautet somit

$$EKZ_{HZpr} = a EKZ_{HZth} + b EKZ_{HZth}^2 + c EKZ_{HZth}^3$$

wobei das lineare und das Glied 3. Ordnung positive Vorzeichen und das quadratische Glied ein negatives Vorzeichen aufweist. Das Bestimmtheitsmaß der Funktion beträgt 0,377, was angesichts der in Abbildung 7.1 dargestellten Datenwolke ein respektables Ergebnis darstellt. Von wesentlicher Bedeutung ist jedoch nicht das Bestimmtheitsmaß der geschätzten Funktion, sondern die Signifikanz der Koeffizienten der nichtlinearen Glieder, die ja ihrerseits die Abweichung von der linearen Funktion darstellen. Untenstehende Tabelle 7.3 zeigt das Ergebnis der Regression. Der (negative) Koeffizient des quadratischen Gliedes ist hochsignifikant, jener des Gliedes 3. Ordnung liegt immerhin noch im 5% Vertrauensbereich ($t_{Grenz5\%}=1,96$).

Tabelle 7.3: Ergebnisse der Regression

Koeffizient	Wert	t-Statistik
a	1,160	21,00
b	-1,377 E-03	-5,11
c	5,734 E-07	2,22
Bestimmtheitsmaß (R^2) der Schätzgleichung: 0,377		

Aufgrund dieser Funktion erfolgt im Weiteren die Ermittlung des Kennlinienfeldes für den Reboundeffekt mit den Parametern Ausgangszustand des Sanierungsprojektes und Umfang der Sanierung. Abbildung 7.4 zeigt das Ergebnis der Berechnungen. Im Diagramm ist der Ausgangszustand des Gebäudes durch die entsprechende Kennzahl repräsentiert und stellt den Kurvenparameter dar. Der Umfang der Sanierung wird durch die geplante theoretische Einsparung in % dargestellt, die sich aus

$$ESP_{th} = \frac{EKZ_{vor} - EKZ_{nach}}{EKZ_{vor}} \cdot 100$$

- ESP_{th} theoretische Einsparungen (%)
- EKZ_{vor} Heizenergiebedarfskennzahl vor der Sanierung (kWh/m²a)
- EKZ_{nach} Heizenergiebedarfskennzahl nach der Sanierung (kWh/m²a)

berechnet. Aus der Kurvenschar in Abbildung 7.4 können die Werte für die zu erwartenden Reboundeffekte ermittelt werden. Lineare Näherungen zur Ermittlung von Zwischenwerten sind aufgrund der geringen Fehler zulässig.

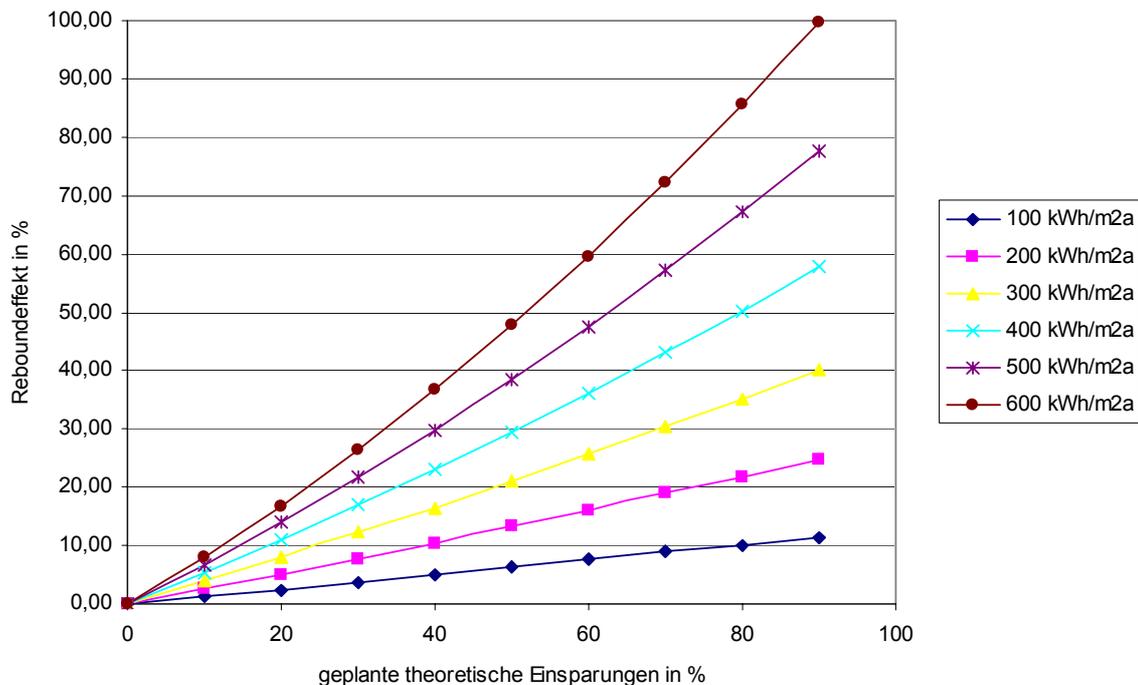


Abbildung 7.4: Reboundeffekte in Abhängigkeit von den geplanten theoretischen Einsparungen und dem Ausgangszustand des Gebäudes vor der Sanierung.

Tabelle 7.4 zeigt die Zahlenwerte, die Grundlage für Abbildung 7.3 sind. Es wurde dabei ein Wertebereich erfasst, der fast alle in der Praxis auftretenden Sanierungsprobleme abdeckt. Ist dies nicht der Fall, können die ja deutlich erkennbaren Tendenzen fortgeführt werden.

Tabelle 7.4: zu erwartende Reboundeffekte in Abhängigkeit des Sanierungsumfanges (theoretische Einsparungen) und des Ausgangszustandes des Gebäudes vor der Sanierung.

theoretische Einsparungen ESP _{th} in %	Spezifischer rechnerischer Gesamtwärmeverlust des Gebäudes vor der Sanierung (EKZ _{vor} in kWh/m ² a)					
	100	200	300	400	500	600
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	1,2	2,6	3,9	5,4	6,8	8,0
20	2,5	5,2	8,0	11,0	14,0	16,8
30	3,7	7,8	12,2	16,9	21,7	26,4
40	5,0	10,5	16,6	23,0	29,9	36,7
50	6,3	13,3	21,0	29,5	38,5	47,8
60	7,6	16,1	25,6	36,1	47,6	59,6
70	8,9	18,9	30,3	43,1	57,2	72,3
80	10,2	21,8	35,2	50,3	67,2	85,6
90	11,5	24,8	40,2	57,7	77,7	99,8

Um die Anwendung der nun verfügbaren Mittel zur Abschätzung von Reboundeffekten zu illustrieren, seien drei typische Beispiele angeführt:

Beispiel 1: der spezifische rechnerische Gesamtwärmeverlust eines Sanierungsprojektes vor der Sanierung beträgt 400 kWh/m²a. Mit den ausgewählten Sanierungsmaßnahmen soll ein spezifischer rechnerischer Gesamtwärmeverlust des Gebäudes von 100 kWh/m²a erreicht werden. Das entspricht theoretischen Einsparungen von 75%. In Tabelle 7.4 sind die Werte für EKZ_{vor} von 400 kWh/m²a enthalten, der Wert für ESP_{th} von 75% muss als Mittel der Werte für ESP_{th} von 70% und 80% ermittelt werden, da 75% nicht ausgewiesen sind. Der Wert für 70% beläuft sich auf 43,1%, der Wert für 80% beläuft sich auf 50,3%, das Mittel ist demnach 46,7%. Fazit: bei dem gegenständlichen Sanierungsprojekt ist mit einem Reboundeffekt von 46,7% zu rechnen. Dieses Ergebnis kann natürlich auch direkt aus Abbildung 7.4 ermittelt werden. Der relativ hohe Reboundeffekt in Beispiel 1 resultiert aus dem schlechten Ausgangszustand des Gebäudes und dem großen Sanierungsumfang.

Beispiel 2: der spezifische rechnerische Gesamtwärmeverlust eines Sanierungsprojektes vor der Sanierung beträgt 200 kWh/m²a. Mit den ausgewählten Sanierungsmaßnahmen soll ein spezifischer rechnerischer Gesamtwärmeverlust des Gebäudes von 50 kWh/m²a erreicht werden, da eine Förderung für den Niedrigenergiehausstandard angestrebt wird. Die theoretischen Einsparungen belaufen sich somit, wie auch schon in Beispiel 1 auf 75%. In Tabelle 7.4 sind die Werte für EKZ_{vor} von 200 kWh/m²a enthalten, der Wert für ESP_{th} von 75% muss wie zuvor als Mittel der Werte für ESP_{th} von 70% und 80% gebildet werden. Der Wert für 70% beläuft sich auf 18,9%, der Wert für 80% beläuft sich auf 21,8%, das Mittel ist demnach 20,4%. Fazit: bei dem gegenständlichen Sanierungsprojekt ist mit einem Reboundeffekt von 20,4% zu rechnen. Der zu erwartende Reboundeffekt ist demnach

wesentlich geringer, als dies in Beispiel 1 der Fall war, obwohl der gleiche (prozentuelle) Sanierungsumfang geplant ist, bloß bei einem besseren Ausgangszustand des Gebäudes.

Beispiel 3: der spezifische rechnerische Gesamtwärmeverlust eines Sanierungsprojektes vor der Sanierung beträgt $100 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (da z.B. vor einigen Jahren bereits Fenster mit sehr guter thermischer Qualität installiert wurden. Durch die Anbringung eines Vollwärmeschutzes soll der rechnerische Gesamtwärmeverlust des Gebäudes nun weiter auf $50 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ reduziert werden. Die theoretischen Einsparungen belaufen sich somit auf 50%. Aus Tabelle 7.4 kann entnommen werden, dass in diesem Fall mit einem (sehr geringen) Reboundeffekt von 6,3% zu rechnen ist, da das Projekt auch schon vor der neuerlichen Sanierung eine vergleichsweise gute thermische Qualität aufgewiesen hat.

7.4 Revision der Ergebnisse

Die formale Ermittlung des zu erwartenden Reboundeffektes basiert auf der Auswertung von Mikrodaten, welche gewisse Verteilungen aufweisen. Da das Bestimmtheitsmaß der Funktion, welche aus der statistischen Schätzung hervorgegangen ist, nicht 1 ist, muss mit Abweichungen der tatsächlich auftretenden Reboundeffekten von den vorweg bestimmten Erwartungswerten stets gerechnet werden. Abweichungen sind dabei sowohl in Richtung größerer als auch in Richtung geringerer Reboundeffekte möglich.

Ein "Faktorencheck" soll im Weiteren dazu dienen, die erhaltenen Zahlenwerte systematisch zu hinterfragen. Die "Verbesserung" des Ausgangswertes erfolgt dabei prinzipiell auf qualitativer Ebene. Das heißt, es werden keine Formeln für einen Korrekturwert angegeben, da dies wegen der Komplexität der Einflussgrößen und der Vielgestaltigkeit der auftretenden Effekte nicht möglich erscheint. Es sollen vielmehr wesentliche Zusammenhänge, welche den Reboundeffekt beeinflussen, aufgezeigt und erläutert werden, was für die praktische Anwendung von wesentlicher Bedeutung ist. Sprechen die geprüften zusätzlichen Faktoren nicht dagegen, kann der ursprünglich erhaltene Wert für den Reboundeffekt als erhärtet betrachtet werden, bzw. andernfalls tendenziell auf- oder abgewertet werden.

Faktor 1: Änderungen der Wohnnutzfläche durch die Sanierung

Bei der Ermittlung des Zahlenwertes für den zu erwartenden Reboundeffekt wurde vorausgesetzt, dass die Sanierungsmaßnahmen keine Veränderung der Größe der Wohnnutzfläche bewirken. Werden jedoch im Zuge der Sanierung z.B. Loggien verglast, Dachböden ausgebaut oder zur Wohnfläche umgewidmet oder Wintergärten angebaut, so ist diese Wohnflächenvergrößerung mit zu berücksichtigen. Unabhängig davon, ob man die Erhöhung des Wärmebedarfes durch eine Ausweitung der Wohnnutzfläche nun als Reboundeffekt interpretiert, oder diese strukturelle Veränderung des Sanierungsprojektes separat behandelt, sollte bei Energieeinsparberechnungen darauf nicht vergessen werden. Speziell im Bereich der Sanierung von Einfamilienhäusern werden im Zuge von Generalsanierungen oft große zusätzliche Wohnflächen erschlossen (Dachboden, Wintergärten). Die Ermittlung eines Reboundeffektes nach obigem Schema ist in solchen Fällen nicht mehr sinnvoll, da Änderungen des Benutzerverhaltens durch solch massive strukturelle Veränderungen des Gebäudes nicht mehr kalkulierbar sind.

Faktor 2: Änderungen des Heizsystems

Veränderungen des Heizsystems haben einen starken Einfluss auf den Reboundeffekt und werden bei obiger Ermittlung des Zahlenwertes für den zu erwartenden Reboundeffekt mit berücksichtigt. Dabei impliziert die Statistik, dass bei einer drastischen Verbesserung der Energiekennzahl eines Gebäudes durch eine Generalsanierung oftmals eine strukturelle Veränderung des Heizsystems erfolgt (z.B. Umstieg von Festbrennstoff- oder Öl-Einzelöfen auf ein Zentralheizungssystem).

Erfolgt ein entsprechender Umstieg nicht, obwohl das Sanierungsprojekt z.B. mit Festbrennstoff- oder Öl-Einzelöfen ausgestattet ist, so ist von einem deutlich geringeren Reboundeffekt auszugehen, als der oben ermittelte Zahlenwert angibt.

Umgekehrt ist es möglich, dass in einem Sanierungsprojekt nur das Heizsystem von einer Einzelofenbeheizung auf Zentralbeheizung umgestellt wird, ohne dass nennenswerte Verbesserungen der thermischen Gebäudequalität erfolgen. Für ein solches Projekt würde nach obigem Schema ein sehr geringer Zahlenwert für den zu erwartenden Reboundeffekt resultieren. Die bequeme Handhabung des neuen, automatisierten Heizsystems würde jedoch eine starke Veränderung des Nutzerverhaltens bewirken und es muss mit deutlichen Reboundeffekten gerechnet werden.

Faktor 3: Einfluss der Heizenergieabrechnung auf den Reboundeffekt

Die Art der Heizkostenabrechnung hat einen Einfluss auf das Benutzerverhalten. Je transparenter, individueller und je weniger fixkostenbehaftet die Heizenergieabrechnung ist, desto geringer sind die zu erwartenden Reboundeffekte. Das heißt, wenn ein Nutzer aufgrund seiner Heizkosten ein möglichst rasches und direktes Feedback auf sein Verhalten erhält (wie dies bei vielen nicht zentralen Heizsystemen der Fall ist), verhält er sich sparsamer. Sind die Heizkosten für den Nutzer nicht nachvollziehbar oder/und von einem hohen Fixkostenanteil überlagert (wie dies bei zentralen Systemen oft der Fall ist), verhält er sich verschwenderisch. Dies sollte bei Sanierungsprojekten, bei denen die Umstellung des Heizsystems auf ein zentrales System geplant ist, berücksichtigt werden. Werden Maßnahmen im obigen Sinne getroffen (z.B. leicht zugängliche individuelle Wärmemengenzähler und Verrechnung mittels leicht verständlicher, nachvollziehbarer Abrechnung) so ist tendenziell mit geringeren Reboundeffekten zu rechnen und umgekehrt.

Faktor 4: Einfluss sozio-ökonomischer Faktoren

Unter den sozio-ökonomischen Faktoren beeinflusst vor allem das Einkommen die Höhe zu erwartender Reboundeffekte. Die dabei auftretenden Mechanismen sind simpel. Verfügen die Bewohner eines Sanierungsprojektes über entsprechend hohe Einkommen, so ist anzunehmen, dass die betreffenden Personen auch in Gebäuden mit hohen spezifischen Wärmebedarfswerten ihr individuell optimales Komfortniveau (Raumtemperatur) erreichen, solange die Leistung des Heizsystems dafür ausreicht. Nach erfolgter Sanierung ist davon auszugehen, dass entsprechende Gebäudenutzer auch bei sinkenden Wärmepreisen ihr Komfortniveau nicht weiter erhöhen. Es tritt somit kein ökonomischer Reboundeffekt auf. Wird das Erreichen des optimalen Komfortniveaus jedoch von strukturellen Faktoren gehemmt (wie z.B. Einzelofenbeheizung oder nicht ausreichende Leistung des Heizsystems), so ist nach der Sanierung mit massiven Reboundeffekten zu rechnen.

Gebäudenutzer mit geringem Einkommen, welche Heizenergie sparsam einsetzen (müssen) erreichen ihr individuell optimales Komfortniveau in einem nicht sanierten Gebäude nur bedingt. Zusätzlich herrschen in entsprechenden Gebäuden oft nicht automatisierte Heizsysteme vor, welche auf Grund des mühsamen Betriebes auch sparsam eingesetzt werden. Gebäudenutzer mit geringerem Einkommen werden in sanierten Gebäuden demnach zumindest einen Teil der Ersparnisse aus gesunkenen Kosten für die Energiedienstleistung Raumwärme in die Anhebung des Komfortniveaus investieren und ein entsprechender Reboundeffekt wird auftreten.

Dies ist jedoch nicht zwingend der Fall, da die Wärmepreise nach einer Sanierung nicht notwendiger Weise niedriger sein müssen, als dies vor der Sanierung der Fall war. Beispielsweise bei der Umstellung einer Festbrennstoff- oder Öl-Einzelofenheizung auf Tagstrom-Direktheizung treten bei konstantem Komfortniveau oftmals nach der Sanierung höhere Heizkosten auf, als zuvor. Bei entsprechend einkommensschwachen Gebäudenutzern kann dies dazu führen, dass das vor der Sanierung vorhandene Komfortniveau weiter reduziert werden muss, was zwar einen negativen Reboundeffekt verursacht (also zusätzliche Energieeinsparungen), aus sozialpolitischer Sicht jedoch bedenklich erscheint.

Nachstehende Tabelle 7.5 kombiniert nun den Einfluss des Heizsystems mit dem Einfluss des Einkommens und fasst damit obige Aussagen kurz zusammen.

Tabelle 7.5: Einfluss von Heizsystem und Einkommen auf den Reboundeffekt. Annahme: nach erfolgter Sanierung liegt in jedem Fall ein automatisiertes Heizsystem vor.

		Art des Heizsystems vor der Sanierung	
		automatisiert	nicht automatisiert
Einkommen	hoch	sehr geringe Reboundeffekte	große Reboundeffekte
	gering	geringe Reboundeffekte	geringe bis mittlere Reboundeffekte

Faktor 5: Einfluss sozio-demografischer Faktoren

Der Einfluss der Sozio-Demografie ist vor allem von mittel- bis langfristigem Interesse. Generalsanierungen steigern die Attraktivität von Gebäuden, wodurch nach Abschluss der Sanierung im Regelfall ein verstärkter Zuzug jüngerer Gebäudenutzer erfolgt. Dadurch erfolgt jedoch auch ein Wandel des mittleren Nutzerverhaltens im Gebäude. Wenn die Nutzerstruktur vor der Sanierung beispielsweise von sehr sparsamen älteren Personen mit geringem Einkommen geprägt war, kann ein Wandel dieser Struktur nach der Sanierung unter einer aggregierten Sichtweise einen deutlichen Reboundeffekt bewirken.

8. Empfehlungen zur Berücksichtigung von Reboundeffekten bei der Entwicklung energiepolitischer Instrumente

In der vorliegenden Arbeit wurden in Abschnitt 4 drei unterschiedliche Typen von Reboundeffekten definiert. Dies sind die ökonomischen, die strukturellen und die technischen Reboundeffekte, wobei die strukturellen Effekte mit Abstand den größten Stellenwert haben, die technischen Effekte ebenfalls Aufmerksamkeit verdienen und die rein ökonomischen Effekte einen geringeren Stellenwert haben, zumal sich in der Sanierungspraxis für den Wohnungsnutzer selten tatsächlich wahrnehmbare Verbilligungen der Energiedienstleistung ergeben. Es stellt sich nun die Frage, inwieweit Reboundeffekte mittels energiepolitischer Instrumente beeinflussbar sind, und welche Instrumente dabei Auswirkungen in den einzelnen Kategorien von Reboundeffekten haben.

Die Grundlagen für die anschließende Diskussion einzelner energiepolitischer Instrumente bilden die Erkenntnisse aus den Abschnitten 5, 6 und 7 der gegenständlichen Arbeit. Die Diskussion erfolgt dabei auf qualitativer Ebene. Quantitative Auswirkungen energiepolitischer Instrumente, vor allem im strukturellen und technologischen Bereich, müssen anhand des jeweils vorliegenden Sanierungsfalles diskutiert werden und können näherungsweise mittels verfügbarer Modelle aus dem Bereich der dynamischen Heizwärmebedarfs-Simulation behandelt werden. Im Weiteren behandelte energiepolitische Instrumente sind:

- Ordnungsrechtliche Instrumente
- Anreizorientierte Instrumente
- Informatorische Instrumente

Im Bereich der ordnungsrechtlichen Instrumente werden (technische) Standards diskutiert, wie sie beispielsweise im Rahmen der Bauordnung definiert werden, bei den anreizorientierten Instrumenten werden Energiesteuern, die Förderung von Forschung und Entwicklung sowie nachfrageseitige Förderungen (Wohnbauförderung) erörtert und bei den informatorischen Instrumenten sind Labels, die Energieberatung, Informationsaktionen sowie die Gestaltung der Energieabrechnungen von Interesse.

8.1 Der Einfluss ordnungsrechtlicher Instrumente

Der Einfluss ordnungsrechtlicher Instrumente wie technischer Standards auf Reboundeffekte bei der Gebäudesanierung ist sowohl kurzfristig als auch mittel- bis langfristig gering. Technische Effizienzstandards im Bereich der Wärmebereitstellung von Sanierungsprojekten, würden sich nicht direkt auf technische Reboundeffekte auswirken, denn auch ein effizienter Kessel kann suboptimal auf die neuen Anforderungen des sanierten Gebäudes abgestimmt werden. Eine optimale Abstimmung der passiven und aktiven technischen Systeme hätte hingegen einen großen Einfluss auf technische Reboundeffekte. Diese kann jedoch kaum "verordnet" werden, da eine solche Abstimmung nicht "normierbar" ist und bei jedem einzelnen Sanierungsprojekt neu untersucht werden muss.

Mögliche Ansatzpunkte für ordnungsrechtliche Instrumente sind bei Umstellung der Raumwärmebereitstellung von dezentralen zu zentralen Systemen zu sehen. Eine solche Umstellung bewirkt (wie in den vorangegangenen Abschnitten umfassend abgehandelt)

umfangreiche strukturelle Reboundeffekte durch Umstellung auf wohnflächendeckende Beheizung. Wird durch ordnungsrechtliche Instrumente der Einbau von Einzelraumregelungen (z.B. thermostatische Ventile) erwirkt, so sind die Gebäudenutzer in der Lage, nach der Sanierung wieder ihre "alten" Gewohnheiten einzustellen (z.B. kaltes Schlafzimmer, auf geringe Temperaturen temperierte unbenutzte Räume) und müssen ihren Energie-Dienstleistungskonsum nicht zwingend erhöhen. Entsprechende technische Standards können hier strukturelle Reboundeffekte reduzieren.

Ein wesentliches Problem ordnungsrechtlicher Instrumente ist in der geringen innovationsfördernden Wirkung der Maßnahmen zu sehen. Die Verordnung einer technischen Lösung hemmt den weiteren Innovationsprozess, was vor allem in technologisch "jungen" Bereichen problematisch erscheint.

8.2 Der Einfluss anreizorientierter Instrumente

Im Bereich der anreizorientierten Instrumente lassen sich in diesem Zusammenhang Förderungen im F&E-Bereich, nachfrageseitige Förderungen und Energiesteuern diskutieren. Förderungen im F&E-Bereich betreffen vor allem technische Reboundeffekte oder technische Maßnahmen gegen struktur- o. verhaltensbedingte Reboundeffekte. Forschungsbedarf zum Thema "optimale Abstimmung des passiven und aktiven Gebäudeenergiesystems" ist ebenso vorhanden wie Forschungsbedarf bezüglich intelligenter "lernfähiger" Steuerungen und Regelungen zur Begrenzung verhaltensbedingter Reboundeffekte die durch strukturelle Veränderungen herbeigeführt werden. Förderungen im F&E-Bereich unterstützen Innovationen bzw. die Produktentwicklung von innovativen Produkten. Bei der Anwendung von Förderungen im F&E-Bereich sind jedoch auch Maßnahmen zur Unterstützung des Diffusionsprozesses (informativische, Demonstrationsprojekte) erforderlich. Diese sollten bei entsprechenden energiepolitischen Überlegungen stets mitdiskutiert und eingeplant werden.

Nachfrageseitige Förderungen, wie beispielsweise die Wohnbau(Sanierungs)förderungen der Länder sind unmittelbar nicht geeignet, um Reboundeffekte zu reduzieren. Mittelbar jedoch, wenn nämlich eine Kopplung der Förderung an gewisse strukturelle Randbedingungen erfolgt, kann auch kurzfristig Einfluss auf strukturelle Reboundeffekte genommen werden. Typischer Weise müssten Erweiterungen der Wohnfläche (Loggiaausbau, Dachgeschossausbau) von der Förderung ausgeschlossen werden, was natürlich einen weitgehenden (sozial)politischen Eingriff darstellt und aus diesem Grund kaum von praktischer Relevanz sein wird, zumal Wohnbauförderungen aus (landes)politischer Sicht auch einen Anreiz für Bauaktivitäten setzen sollen, um entsprechende Aktivitäten der Bauwirtschaft zu forcieren. Selbiges gilt für die Automatisierung von Heizsystemen, welche einen wesentlichen Faktor für das Zustandekommen von strukturellen Reboundeffekten darstellt.

Moderate Energiesteuern (und nur solche sind in der aktuellen realpolitischen Diskussion von Relevanz) lassen nur einen geringen Einfluss im Bereich der ökonomischen Reboundeffekte erwarten. Mehrere Ursachen sind dafür verantwortlich. Zum einen sind die Preiselastizitäten im Energiebereich durch den wachsenden Reichtum der Gesellschaft mittlerweile äußerst gering geworden, zum andern hat sich gezeigt, dass der Durchschnittsgebäudenutzer keinen Bezug zu seinen Energiekosten hat. Die Einschätzung von verbrauchten

Energiemengen und den damit verbundenen Kosten ist dem Standardgebäudenutzer nicht möglich. Deshalb wird eine (moderate) Teuerung in diesem Bereich im Großen und Ganzen gar nicht wahrgenommen, außer sie wird in den Medien entsprechend kolportiert. Effekte treten nur im Bereich sehr finanzschwacher sozialer Schichten auf, was insofern bedenklich erscheint, weil gerade in diesem Bereich ein ökonomischer Reboundeffekt aus sozialer Sicht zu vertreten oder sogar wünschenswert wäre.

8.3 Der Einfluss informatorischer Instrumente

Das informatorische Instrument des "Labeling" (Kennzeichnung, Etikettierung) wird sowohl bei Neubauten als auch im Sanierungsbereich z.B. in Form des Gebäudeenergieausweises diskutiert und auch umgesetzt. Ein Labelingsystem welches das "Reboundpotential" eines gesamten Sanierungsprojektes darstellt, ist zwar durchaus machbar, jedoch als Qualitätsmerkmal nicht aussagekräftig, da es sich auch im Fall von hohen Reboundpotentialen um qualitativ hochwertige und energetisch und ökologisch sinnvolle Sanierungsprojekte handeln kann. Aus dieser Sicht erscheint ein Labelsystem höchstens für technische Teilkomponenten sinnvoll, wie z.B. für die Steuer- u. Regeleinheit der Wärmeversorgung.

Der Stellenwert der Energieberatung ist vor allem im Bereich der technischen Reboundeffekte zu sehen, wo es um die optimale Abstimmung des Wärmebereitstellungssystems mit dem sanierten Gebäude geht. In diesem Bereich erstreckt sich die Zuständigkeit einer fundierten Beratung nicht nur auf den privaten Bauherren. Auch die mit diesen Problemstellungen betrauten Gewerke sind mit entsprechenden Aufgaben oft überfordert und treffen Dimensionierungsentscheidungen gerne auf der "sicheren Seite" womit bei vielen Systemen bereits ein technischer Reboundeffekt mit eingebaut wird. Aber auch im strukturellen Bereich hat die Energieberatung ihre Berechtigung, obwohl in der Praxis selten Planungsentscheidungen gegen komforterhöhende Maßnahmen ausfallen werden, es sei denn, diese sind nicht finanzierbar.

Innovative Energieabrechnungen als informatorisches Instrument werden zwar oft thematisiert, in der Praxis zeigt sich jedoch das gegenteilige Interesse der Energieversorger. Energieabrechnungen zeichnen sich in der Regel nach wie vor durch ihren unverständlichen Inhalt und ihr komplexes Design aus. Der Konsument erhält auf diese Weise kein Preissignal auf sein Energieverbrauchsverhalten und kann somit (selbst wenn er wollte) nicht darauf reagieren. Weitere Aspekte, die ein direkt wahrnehmbares Preissignal untergraben sind die langfristigen (jährlichen) Abrechnungszeiträume, die automatisierten Abbuchungen von Konten sowie der hohe Fixkostenanteil an Energierechnungen (wohnflächenspezifische Grundpreise, Leistungstarife). Innovative Energieabrechnungen bergen zweifelsohne ein gewisses Potential zur Förderung eines allgemein energiebewussten Verhaltens, diese Informationen alleine sind für die tatsächliche Umsetzung von Sparpotentialen jedoch noch nicht hinreichend. Wesentlich ist auch die vom Konsumenten beobachtete ökonomische Auswirkung seines Verhaltens. Ist energiesparendes Verhalten also tatsächlich erwünscht müssen transparente, direkte Energieabrechnungen mit möglichst reinen Arbeitstarifen der z.B. Wärmeversorgung gekoppelt werden.

Informationen bezüglich Reboundeffekte an Wohnbauträger und Contracting-Anbieter werden in dieser Arbeit in Hinblick auf die allgemeine Diffusion der Sanierungsdurchfüh-

rung als absolut essentiell erachtet (Hemmnisse vor allem für Contracting-Anbieter durch unbekannte Reboundeffekte), jedoch haben diese Informationen nur geringe Auswirkungen auf die Reboundeffekte selbst. Wohnbauträger thematisieren bei der Anbahnung von Sanierungsvorhaben Energieeinsparungen höchstens auf qualitativer Ebene und weichen diesem Thema somit aus und Contracting-Anbieter sind auf ihre Erfahrung angewiesen oder verwenden entsprechende Unsicherheitsfaktoren in ihren Kalkulationen. Für beide Zielgruppen gilt, dass sie kein Eigeninteresse an der Reduktion von Reboundeffekten haben, solange diese prognostizierbar sind. Folgen von auftretenden Ineffizienzen (höherer Energieverbrauch) werden ja in jedem Fall von den Gebäudenutzern getragen, wobei diese Ineffizienzen von den Gebäudenutzern im Allgemeinen weder qualitativ noch quantitativ identifiziert werden können und diese somit auch nicht bewusst sind. Außerdem werden Sanierungsvorhaben in der Praxis im Allgemeinen nicht auf Basis der Energieeinsparungen argumentiert, was in weiterer Folge auch keine Erwartungshaltung der Gebäudebewohner induziert.

8.4 Zusammenfassende Analyse und Empfehlungen

Bei einer Diskussion der Auswirkungen energiepolitischer Instrumente auf den Reboundeffekt zeigt sich, dass die Möglichkeiten, auf diese Effekte Einfluss zu nehmen gering sind. Untenstehende Tabelle 8.1 zeigt eine Übersicht über die Einschätzung der Auswirkungen einzelner energiepolitischer Maßnahmen auf die unterschiedlichen Kategorien der Reboundeffekte.

Tabelle 8.1: Auswirkungen energiepolitischer Instrumente auf Reboundeffekte;
Bewertung: - (kein Effekt), gering, mittel, hoch;

		Reboundeffekte		
		ökonomische Effekte	strukturelle Effekte	technische Effekte
Energiepolitische Maßnahmen	Standards	-	gering	gering
	F&E Förderung	-	-	mittel
	WB-Förderung (mit Randbedingungen.)	-	(mittel)	-
	Energiesteuer (mit moderaten Preiseffekten)	gering	-	-
	Labels (Labeling von Sanierungen)	-	-	gering
	Energieberatung (des Konsumenten)	-	gering	mittel
	innovative Energieabrechnungen (Preissignal)	gering	-	-
	Infoaktionen für Wohnbauträger und Contracting-Anbieter	-	gering	gering

Werden Möglichkeiten der Einflussnahme auf Reboundeffekte mittels energiepolitischer Instrumente Seitens der Energiepolitik diskutiert, muss eine Diskussion über soziale Auswirkungen von Reboundeffekten vorangestellt werden. Reboundeffekte schmälern ja nicht nur Energie-Einsparpotentiale, sondern stellen ja gleichzeitig auch Wohlfahrtsgewinne dar. Besonders bei Gebäuden mit hohen Rebound-Potentialen (schlechte Bausubstanz vor der Sanierung und großer Sanierungsumfang) profitieren meist finanziell schwache soziale Schichten vom Komfortgewinn, der aus den Sanierungsmaßnahmen und der Verbilligung der Energiedienstleistung Raumwärme resultiert. Inwieweit ein Zugriff der Energiepolitik auf diese Bereiche erfolgen soll stellt kein Thema der gegenständlichen Arbeit dar, sondern bleibt der (energie)politischen Diskussion vorbehalten.

Mit Bezug auf Tabelle 8.1 zeigt sich, dass eine Einflussnahme auf ökonomische Reboundeffekte im geringen Ausmaß über Energiesteuern und innovative Energieabrechnungen möglich erscheint. Energiesteuern (mit moderaten Preiseffekten) führen zu einem sparsamen Verbrauchsverhalten ausschließlich in finanzschwachen sozialen Schichten. Und dies auch nur dann, wenn die Teuerungen entsprechend kommuniziert werden und selbige nicht durch Heizkostenzuschüsse oder ähnliche Maßnahmen abgedeckt werden. Das Verbrauchsverhalten von sozialen Schichten mit höherem Einkommen kann mittels praxisrelevanter Energiesteuern nicht beeinflusst werden.

Innovative Energieabrechnungen kommunizieren das Preissignal an den Konsumenten. Ein Einfluss auf das Verbrauchsverhalten kann erwartet werden, wenn die Energieabrechnung intuitiv verständlich gestaltet ist, einen Vergleich zu einem Vergleichswert (Mittel, Szenario ohne Reboundeffekte oder ähnliches) enthält und Verhaltensänderungen zu tatsächlichen signifikanten monetären Einsparungen führen, was in der Regel nur bei reinen Arbeitstarifen (geringst mögliche Grundkosten) möglich ist.

Eine Einflussnahme auf strukturelle Reboundeffekte ist mittels mehrerer Instrumente möglich, die zu erwartenden Auswirkungen sind jedoch gering. Mittels technischer Standards, die eine Einzelraumregelung der Heizwärmeversorgung bei zentraler Wärmeversorgung vorschreiben, ist eine Reduktion von Reboundeffekten zu erwarten, da die Wohnungsnutzer ihre persönlichen gewohnten Temperaturprofile innerhalb ihrer Wohnungen auf einfache Art und Weise einstellen können. Anderenfalls werden die Wohnungsnutzer quasi zu einem Mehrkonsum von Energiedienstleistung gezwungen.

Mittels restriktiver Rahmenbedingungen der Wohnbauförderungen betreffend Strukturänderungen (Erweiterung der Wohnfläche durch Loggienverbau, Dachausbau,...) wäre eine nennenswerte Einflussnahme auf strukturelle Reboundeffekte theoretisch durchaus möglich. Eine entsprechende Entscheidung über die Umsetzung solcher Maßnahmen bleibt natürlich der (energie)politischen Diskussion vorbehalten.

Die Energieberatung des Konsumenten bzw. Informationsgaben an die Zielgruppen der Wohnbauträger und Contracting-Anbieter eröffnen weitere Möglichkeiten, strukturelle Reboundeffekte zu beeinflussen. Der Konsument (sofern er Einfluss auf Planungsentscheidungen hat) wird jedoch selten wegen der Reduktion von strukturellen Reboundeffekten auf z.B. Wohnflächenerweiterungen verzichten, zumal diese Veränderungen oftmals das Sanierungsmotiv darstellen und Wohnbauträger bzw. Contracting-Anbieter haben ein eingeschränktes Eigeninteresse Reboundeffekte zu reduzieren, da Mehrverbräuche von den Wohnungsnutzern bezahlt werden.

Maßnahmen gegen technische Reboundeffekte sind mittels mehrerer Ansätze möglich. Dieser Bereich stellt auch jenen dar, wo realistischer Weise tatsächlich kurz- bis mittelfristige Erfolge bei der Reduktion von Reboundeffekten erzielt werden können. Der größte Einfluss wird dabei der Förderung der Forschung und Entwicklung im Bereich "intelligenter" Regelungs- und Steuerungstechnik bei zentralen Wärmeversorgungsanlagen und der Beratung bei technischen Planungsentscheidungen bezüglich der optimalen Abstimmung des passiven und aktiven Gebäude-Energiesystems beigemessen.

9. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Im gegenständlichen Abschnitt erfolgt die zusammenfassende Darstellung der wesentlichen Ergebnisse der vorliegenden Studie, sowie die Präsentation der wesentlichen Schlussfolgerungen, welche aus diesen Ergebnissen gezogen werden können.

9.1 Wesentliche Ergebnisse

Ergebnisse allgemeiner und theoretischer Natur:

- Die hohe Bedeutung der Reboundeffekte, vor allem im Bereich der Analyse von Energie- und CO₂-Einsparpotentialen, wird in der internationalen wissenschaftlichen Diskussion aufgezeigt. Zahlreiche Autoren mahnen in diesem Zusammenhang zu einer breiteren Beachtung dieser Effekte, da die Wirksamkeit von technischen Effizienzsteigerungen in der Praxis durch Reboundeffekte deutlich reduziert wird.
- Die Angaben über die Höhe der zu erwartenden Reboundeffekte im Bereich der Raumwärme schwanken in der Literatur zwischen 10% und 40% und werden so gut wie nie (wenige Ausnahmen) von weiteren Parametern abhängig gemacht.
- Reboundeffekte im Bereich der privaten Raumwärmeversorgung sind alleine mit dem Ansatz der klassischen ökonomischen Theorie (sinkende Grenzkosten) nicht beschreibbar. Entsprechende Reboundeffekte haben darüber hinaus noch zahlreiche weitere Dimensionen technischer, struktureller und soziologischer Natur.
- Die Möglichkeiten von betroffenen Akteursgruppen wie Wohnbauträger, Gebäude-Contracting-Anbieter oder Energiepolitiker auf Reboundeffekte bei der Wohnbausanierung Einfluss zu nehmen, sind beschränkt. Reboundeffekte sind minimal, wenn die spezifischen Kosten der Energiedienstleistung "behaglicher Raum" nach einer Sanierung nicht sinken, wenn keine Strukturänderungen (Wohnfläche und Heizsystem) vorgenommen werden und eine optimale technische Anpassung des Heizsystems an die veränderten Gebäudeparameter erfolgt. Dabei gilt es jedoch stets, auftretende Reboundeffekte den auftretenden Wohlfahrtsgewinnen gegenüberzustellen und ein positives gesellschaftliches Gesamtergebnis anzustreben.

Qualitative Ergebnisse aus dem Bereich der Fallstudien:

- Die Motive für Sanierungen sind vorrangig im Bereich der bauphysikalischen Notwendigkeiten (Fenstertausch, Gebäudedichtheit/feuchtigkeit, Statik von Anbauten wie Balkonen, Mängel an der Fassade) oder der Komfortsteigerung (Automatisierung des Heizsystems, Installation von Aufzügen) bzw. der Nutzflächenvergrößerung (Loggienverbau, Dachausbau) zu finden. Weitere Aspekte sind die Erhaltung bzw. die Steigerung des Gebäude-Marktwertes und (damit verbunden) ein "schönes Aussehen" des Gebäudes.
- Der Erfolg von Sanierungen wird von den betroffenen Bewohnern fast ausschließlich am Komfortgewinn gemessen. Energieeinsparungen spielen, wenn überhaupt, eine un-

tergeordnete Rolle. Von den Bewohnern von Sanierungsprojekten wird in der Regel eine spürbare Steigerung der Wohnqualität durch die Gebäudesanierung wahrgenommen. Sanierungen werden deshalb von den Bewohnern im Nachhinein im Großen und Ganzen positiv beurteilt.

- Große Komfortsteigerungen werden von den Bewohnern von Sanierungsprojekten beim Tausch undichter oder schadhafter Fenster, bei der Installation automatisierter Heizsysteme, bei der Schaffung von zusätzlichem Wohnraum (z.B. Loggienverbau) oder bei der Installation von Aufzügen wahrgenommen.
- Bauphysikalische Probleme, welche durch die Sanierungsmaßnahmen hervorgerufen werden, sind kaum zu beobachten.
- Müssen im Zuge der Sanierung Fenster getauscht werden, welche bereits zuvor von Mietern in Eigenregie getauscht wurden, können massive Probleme bei der Sanierungsabwicklung entstehen. Betroffene Mieter sind in der Folge mit der gesamten Sanierung in hohem Maße unzufrieden.
- Maßnahmen zur Mieterinformation über eine bevorstehende Sanierung werden bei Sanierungsprojekten in unterschiedlichsten Ausprägungen und Intensitäten durchgeführt. In diesem Zusammenhang werden mögliche Energieeinsparungen entweder gar nicht thematisiert, oder zumindest nicht quantifiziert. Über mögliche Reboundeffekte wird in diesem Zusammenhang nicht informiert. Eine kontinuierliche, projektbegleitende Kommunikation mit den Mietern ist nur in Ausnahmefällen gegeben.
- Die Quantifizierung der Reboundeffekte scheidet oftmals an der Verfügbarkeit entsprechend hochwertiger Mikrodaten. Das größte Problem sind fehlende exakte Aufzeichnungen über Energieverbräuche der Haushalte vor bzw. nach der Sanierung. Dies macht es einerseits den Bewohnern selbst unmöglich, den energetischen Sanierungserfolg einschätzen zu können und verhindert andererseits die Berechnung von Reboundeffekten. Eine Erfassung dieser Daten ist oft aus strukturellen Gründen schwierig bis unmöglich (z.B. feste Brennstoffe, zentrale Wärmeversorgung, Fernwärme) und erfolgt deshalb nicht. In vielen anderen Fällen werden Heizenergieabrechnungen (z.B. Erdgas, Strom) von den Bewohnern nicht oder nicht ausreichend lange archiviert, oftmals weil die darin enthaltenen Daten nicht verstanden oder interpretiert werden können.
- Für die Bewohner stellen die Heiz(energie)kosten in den meisten Fällen die einzige wahrnehmbare Rückmeldung in Bezug auf ihren Heizenergieverbrauch dar. Die heute übliche automatisierte Abbuchung der verrechneten Beträge von einem Konto, sowie verschiedene Teuerungen (allgemein, aber auch Energieabgaben o.ä.) verhindern einerseits die direkte Wahrnehmung an sich, und untergraben andererseits die Interpretation von z.B. jährlichen Abweichungen.
- Die Gesamt-Wohnkosten für Wohnungsmieter steigen nach einer Sanierung im Regelfall, wobei sowohl Projekte mit deutlichen Kostensteigerungen, als auch Projekte mit sehr geringen Kostensteigerungen gefunden werden können. Die Heizkosten, welche sich nach der Sanierung reduzieren sollten, werden von den Bewohnern nicht separiert wahrgenommen. Diese Kosten sind entweder mit weiteren Positionen oder Energie-

dienstleistungssektoren aggregiert oder entsprechende Abrechnungen können von den Bewohnern nicht interpretiert werden.

- Die sozio-demografische Bewohnerstruktur in den untersuchten sanierten Mehrfamilienhäusern ist durch "jüngere und ältere Pensionisten" geprägt. Dies bedingt in der Folge auch ein typisches Benutzerverhalten (Anwesenheiten, Sparsamkeit der "älteren Pensionisten"), welches bei Sanierungen mit berücksichtigt werden kann. Nach Generalsanierungen ist in der Regel ein vermehrter Zuzug jüngerer Mieter zu beobachten, welcher mittel- bis langfristig zu einer Veränderung des aggregierten Nutzerverhaltens eines Gebäudes führt.
- Die getroffenen Sanierungsmaßnahmen sind im Regelfall suboptimal (besonders im Bereich der Dämmdicke) und amortisieren sich somit durch die getätigten Heizenergieeinsparungen nicht. Aber wie bereits oben ausgeführt, sind Energieeinsparungen in der Praxis kein zentrales Motiv für Sanierungen.
- Versuche, technische Reboundeffekte zu reduzieren, sind durchaus zu beobachten. Dabei wird zumeist versucht, das Heizsystem möglichst optimal an das durch die Sanierung veränderte Gebäude anzupassen. Technische Maßnahmen, welche die zu erwartenden Reboundeffekte beschränken können sind eine optimale Anpassung der Vorlauftemperatur des Heizsystems (z.B. über Außentemperaturregelungen), durch allgemeine Nachtabsenkungen und weiteren Modifikationen der Heizungsregelung. Um eine entsprechende Akzeptanz dieser Maßnahmen gewährleisten zu können, muss jedoch ein entsprechendes Komfortniveau vereinbart und garantiert werden.

Quantitative Ergebnisse aus dem Bereich der Mikrodatenanalyse:

- Je schlechter der Ausgangszustand eines Gebäudes vor der Sanierung und je größer der Sanierungsumfang einer Sanierung ist, desto größer ist auch der zu erwartende Reboundeffekt.
- In diesem Sinne sind bei Verbesserungssanierungen von Gebäuden, welche bereits einen vergleichsweise akzeptablen thermischen Qualitätsstandard aufweisen (z.B. EKZ 100 kWh/m²a) geringe Reboundeffekte in der Größenordnung von 5% zu erwarten. Bei Sanierungsprojekten mit schlechterer Qualität der Gebäudehülle (z.B. EKZ 200 kWh/m²a) muss mit einem Reboundeffekt von 15% - 20% gerechnet werden und bei Gebäuden mit ausgesprochen schlechter Ausgangssituation (EKZ 400 kWh/m²a und darüber) sind Reboundeffekte von 50% und mehr möglich.
- Untenstehende Abbildung 9.1 zeigt die Ergebnisse der Mikrodatenanalyse als Kurvenschar mit der Heizenergiebedarfskennzahl als Kurvenparameter und dem Sanierungsumfang als weitere Einflussgröße. Die abgebildeten Bereiche decken praxisrelevante Sanierungen ab.
- Da es sich bei den quantitativen Ergebnissen um statistische Auswertungen handelt, können Abweichungen von diesen Werten in der Praxis nicht ausgeschlossen werden. Um jedoch das Risiko eines großen Fehlers weiter zu reduzieren, wurde zur Revision der Zahlenwerte ein Faktorencheck angehängt, der den Einfluss von Wohnflächenände-

rungen, Änderungen des Heizsystems, den Einfluss von Heizenergieabrechnungen, von sozio-ökonomischen und sozio-demografischen Faktoren beleuchtet und eine entsprechende Korrektur erlaubt.

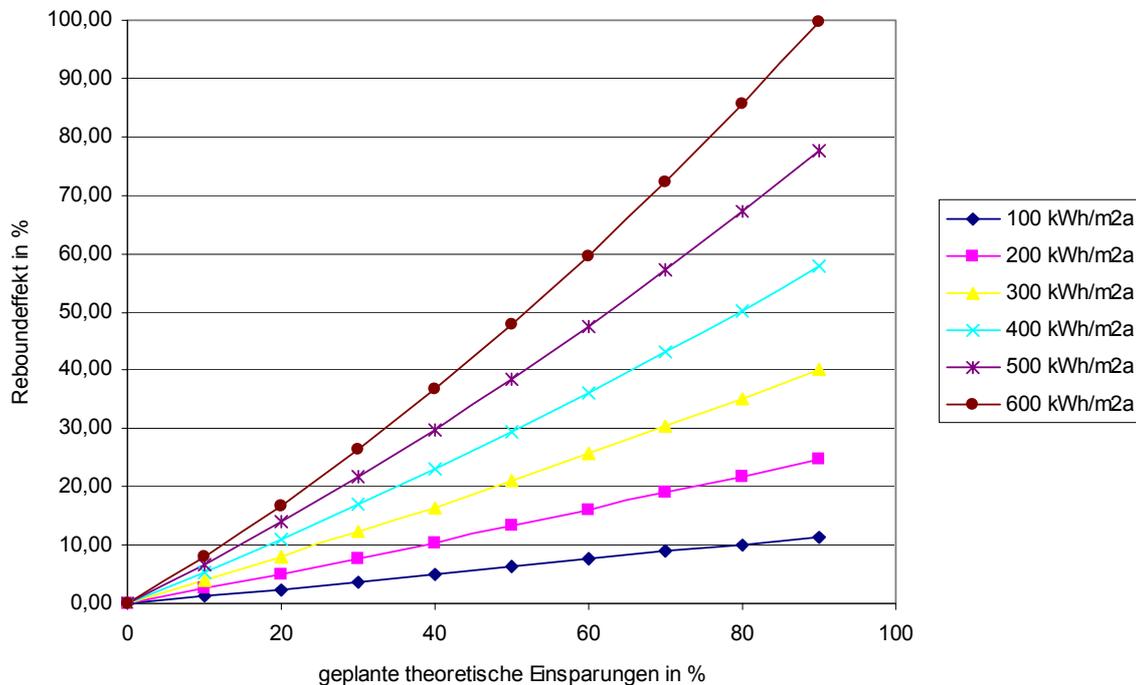


Abbildung 9.1: Zu erwartende Reboundeffekte in Abhängigkeit von den geplanten theoretischen Einsparungen und dem Ausgangszustand des Gebäudes vor der Sanierung.

Der Einfluss energiepolitischer Instrumente auf Reboundeffekte:

Bei einer Diskussion der Auswirkungen energiepolitischer Instrumente auf den Reboundeffekt zeigt sich, dass die Möglichkeiten, auf diese Effekte Einfluss zu nehmen gering sind. Untenstehende Tabelle 9.1 zeigt eine Übersicht über die Einschätzung der Auswirkungen einzelner energiepolitischer Maßnahmen auf die unterschiedlichen Kategorien der Reboundeffekte.

Werden Möglichkeiten der Einflussnahme auf Reboundeffekte mittels energiepolitischer Instrumente Seitens der Energiepolitik diskutiert, muss eine Diskussion über soziale Auswirkungen von Reboundeffekten vorangestellt werden. Reboundeffekte schmälern ja nicht nur Energie-Einsparpotentiale, sondern stellen ja gleichzeitig auch Wohlfahrtsgewinne dar. Besonders bei Gebäuden mit hohen Rebound-Potentialen (schlechte Bausubstanz vor der Sanierung und großer Sanierungsumfang) profitieren meist finanziell schwache soziale Schichten vom Komfortgewinn, der aus den Sanierungsmaßnahmen und der Verbilligung der Energiedienstleistung Raumwärme resultiert.

Mit Bezug auf Tabelle 9.1 zeigt sich, dass eine Einflussnahme auf ökonomische Reboundeffekte im geringen Ausmaß über Energiesteuern und innovative Energieabrechnungen möglich erscheint. Energiesteuern (mit moderaten Preiseffekten) führen zu einem sparsamen Verbrauchsverhalten ausschließlich in finanzschwachen sozialen Schichten. Und dies

auch nur dann, wenn die Teuerungen entsprechend kommuniziert werden und selbige nicht durch Heizkostenzuschüsse oder ähnliche Maßnahmen abgedeckt werden. Das Verbrauchsverhalten von sozialen Schichten mit höherem Einkommen kann mittels praxis-relevanten Energiesteuern nicht beeinflusst werden.

Tabelle 9.1: Auswirkungen energiepolitischer Instrumente auf Reboundeffekte;
Bewertung: - (kein Effekt), gering, mittel, hoch;

		Reboundeffekte		
		ökonomische Effekte	strukturelle Effekte	technische Effekte
Energiepolitische Maßnahmen	Standards	-	gering	gering
	F&E Förderung	-	-	mittel
	WB-Förderung (mit Randbedingungen.)	-	(mittel)	-
	Energiesteuer (mit moderaten Preiseffekten)	gering	-	-
	Labels (Labeling von Sanierungen)	-	-	gering
	Energieberatung (des Konsumenten)	-	gering	mittel
	innovative Energieabrechnungen	gering	-	-
	Info für Bauträger und Contracting-Anbieter	-	gering	gering

Innovative Energieabrechnungen kommunizieren das Preissignal an den Konsumenten. Ein Einfluss auf das Verbrauchsverhalten kann erwartet werden, wenn die Energieabrechnung intuitiv verständlich gestaltet ist, einen Vergleich zu einem Vergleichswert (Mittel, Szenario ohne Reboundeffekte oder ähnliches) enthält und Verhaltensänderungen zu tatsächlichen signifikanten monetären Einsparungen führen, was in der Regel nur bei reinen Arbeitstarifen (geringst mögliche Grundkosten) möglich ist.

Eine Einflussnahme auf strukturelle Reboundeffekte ist mittels mehrerer Instrumente möglich, die zu erwartenden Auswirkungen sind jedoch gering. Mittels technischer Standards, die eine Einzelraumregelung der Heizwärmeversorgung bei zentraler Wärmeversorgung vorschreiben, ist eine Reduktion von Reboundeffekten zu erwarten, da die Wohnungsnutzer ihre persönlichen, gewohnten Temperaturprofile innerhalb ihrer Wohnungen auf einfache Art und Weise einstellen können. Anderenfalls werden die Wohnungsnutzer quasi zu einem Mehrkonsum von Energiedienstleistung gezwungen.

Mittels restriktiver Rahmenbedingungen der Wohnbauförderungen betreffend Strukturänderungen (Erweiterung der Wohnfläche durch Loggienverbau, Dachausbau,...) wäre eine nennenswerte Einflussnahme auf strukturelle Reboundeffekte theoretisch durchaus möglich. Eine entsprechende Entscheidung über die Umsetzung solcher Maßnahmen bleibt natürlich der (energie)politischen Diskussion vorbehalten.

Die Energieberatung des Konsumenten bzw. Informationsgaben an die Zielgruppen der Wohnbauträger und Contracting-Anbieter eröffnen weitere Möglichkeiten, strukturelle Reboundeffekte zu beeinflussen. Der Konsument (sofern er Einfluss auf Planungsentscheidungen hat) wird jedoch selten wegen der Reduktion von strukturellen Reboundeffekten auf z.B. Wohnflächenerweiterungen verzichten, zumal diese Veränderungen oftmals das Sanierungsmotiv darstellen und Wohnbauträger bzw. Contracting-Anbieter haben ein ein-

geschränktes Eigeninteresse Reboundeffekte zu reduzieren, da Mehrverbräuche von den Wohnungsnutzern bezahlt werden.

Maßnahmen gegen technische Reboundeffekte sind mittels mehrerer Ansätze möglich. Dieser Bereich stellt auch jenen dar, wo realistischer Weise tatsächlich kurz- bis mittelfristige Erfolge bei der Reduktion von Reboundeffekten erzielt werden können. Der größte Einfluss wird dabei der Förderung der Forschung und Entwicklung im Bereich "intelligenter" Regelungs- und Steuerungstechnik bei zentralen Wärmeversorgungsanlagen und der Beratung bei technischen Planungsentscheidungen bezüglich der optimalen Abstimmung des passiven und aktiven Gebäude-Energiesystems beigemessen.

9.2 Wesentliche Schlussfolgerungen:

Reboundeffekte müssen im Rahmen von (energiepolitischen) Überlegungen, welche Energie- oder Treibhausgasemissionseinsparungen betreffen, berücksichtigt werden. Entsprechende Einsparpotentiale, die beispielsweise im Bereich der Wohngebäudesanierung geortet und berechnet werden, müssen um die entsprechenden Reboundeffekte reduziert werden, wenn sie praktisch relevant sein sollen.

Die Möglichkeiten, auf die Höhe der Reboundeffekte Einfluss zu nehmen, sind beschränkt und hängen zum Teil von einer gesellschaftlichen (Be)Wertung der Komfortgewinne der Gebäudenutzer, welche durch eine Sanierung entstehen, ab.

Ökonomische Reboundeffekte können reduziert oder vermieden werden, wenn die Energiedienstleistung "behaglicher Raum" nach der Sanierung mindestens gleich hohe Kosten beim Gebäudenutzer verursacht, wie dies vor der Sanierung der Fall war. Weiters ist es für einen bewussten und sparsamen Einsatz der Heizenergie wichtig, dem Gebäudenutzer eine möglichst rasche, direkte und transparente (das heißt nachvollziehbare) Rückmeldung auf sein Heizverhalten in Form einer entsprechenden Heizkostenabrechnung (Preissignal) zu geben. Bei der Verrechnung der Heizenergie sind reine Arbeits-Tarifmodelle anzustreben. Je mehr Grundkosten (Leistungsanteile) ein Tarif aufweist, desto weniger Anreiz besteht für den Konsumenten, sich sparsam zu verhalten.

Strukturelle Reboundeffekte sind nur bedingt zu vermeiden, da Ursachen für diese Effekte oft unverzichtbarer Bestandteil einer Sanierung sind. Durch den Umstieg auf automatisierte Heizsysteme im Zuge einer Sanierung treten Reboundeffekte auf, welche jedoch auch einen großen Komfortgewinn für den Nutzer bedeuten und trotz allem durch höhere Effizienz und geringeren Schadstoffausstoß auch ökologisch sinnvoll sein können. Vergrößerungen der Wohnfläche, wie sie im Zuge von Generalsanierungen oft realisiert werden (Verbau von Loggien, Dachgeschoßausbau, Anbau von Wintergärten), verursachen ebenfalls deutliche strukturelle Reboundeffekte. Diesen könnte gegebenenfalls mit restriktiven förderpolitischen Maßnahmen begegnet werden.

Technische Reboundeffekte können reduziert oder vermieden werden, wenn eine optimale Abstimmung des Heizsystems auf die neuen Anforderungen des Gebäudes nach der Sanierung erfolgt. Einregulierung der Vorlauftemperaturen, Außentemperaturregelungen oder die Umsetzung kollektiver Absenckphasen stellen einige Möglichkeiten dar, technische Re-

boundeffekte zu vermeiden. Diese technischen Maßnahmen können (zumindest bei zentraler Wärmebereitstellung) auch eingesetzt werden, um Reboundeffekte zu begrenzen, welche durch individuelles Nutzerverhalten entstehen.

Bei energiepolitischen Betrachtungen ist eine Unterscheidung von energetischen Reboundeffekten und solchen bezüglich der Treibhausgasemissionen von wesentlicher Bedeutung. Wird im Zuge einer Sanierung der Heizenergieträger gewechselt (z.B. von Heizöl auf Biomasse), so hat die Diskussion um auftretende Reboundeffekte eine andere Qualität als bei unverändertem Heizenergieträger, oder wenn nach der Sanierung ein Heizenergieträger mit höherem Treibhausgasemissionskoeffizienten zum Einsatz kommt, als im Ausgangszustand. Quantitative Aussagen der vorliegenden Arbeit beziehen sich immer auf energetische Reboundeffekte.

Da Gebäudenutzer Sanierungen in Erwartung eines Komfortgewinns in der Regel begrüßen, besteht für Bauträger aus dieser Richtung kein Hemmnis, sich entsprechend zu engagieren. Gebäude-Contracting-Anbieter könnten in der Zukunft ein bedeutender **Motor der Sanierungsdiffusion** werden, zumal nicht zuletzt durch die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit, aber auch durch die stetig wachsende Erfahrung in diesem Sektor, das (energetische) Sanierungsergebnis und damit die Wirtschaftlichkeit von Sanierungsprojekten immer schärfer vorhersagbar werden.

10. Literaturliste

- Anderson J.G., 1984. "Indoor Temperature and Insulation Choice: Theoretical and Econometric Models for Policy Analysis", Unpublished Ph.D. dissertation, Department of Agricultural Economics, University of California, Davis.
- Anderson J.G., Kushman J.E., 1987. "A Model of Household Heating Demand: Home Production with Satiety and an Endowment", *Journal of Consumer Affairs* 21(1): 1-20.
- Auer H., 1996. "Der Einfluß des Heizsystems auf den Energieverbrauch von Einfamilienhäusern in Westösterreich", Diplomarbeit am Institut für Energiewirtschaft, Technische Universität Wien.
- Baxter L.W., Feldman S.L., Schinnar A.P., Wirtshafter R.M., 1986. "An Efficiency Analysis of Household Energy Use", *Energy Economics* 8(2): 62-73.
- Biermayr P., 1994. "Analyse der Energieverbrauchsstruktur von Haushalten", Diplomarbeit am Institut für Energiewirtschaft, Technische Universität Wien.
- Biermayr P., 1999. "Einflußparameter auf den Energieverbrauch der Haushalte", Dissertation, Institut für Energiewirtschaft, Technische Universität Wien.
- Bohi D.R., 1981. "Analyzing Demand Behavior: A Study of Energy Elasticities", published for Resources for the Future by Johns Hopkins University Press, Baltimore and London.
- Capper G., Scott A., 1982. "The Economics of House Heating: Further Findings", *Energy Economics*, 4: 134-138.
- Cuijpers C., 1995. "A Joint Model of Household Space Heat Production and Consumption: Empirical Evidence from a Belgian Micro-Data Survey", 18th IAEE International Conference, Washington D.C., July 5-8.
- Deweese D., Wilson T., 1990. "Cold Houses and Warm Climates Revisited: On Keeping Warm in Chicago, or Paradox Lost.", *Journal of Political Economics* 98: 656-63.
- Dinan T., Trumble D., 1989 "Temperature Takeback in the Hood River Conservation Project", *Energy and Buildings* 13: 39-50.
- Douthitt R.A., 1986. "The Demand for Space and Water Heating Fuel by Energy Conserving Households", *The Journal of Consumer Affairs*, Volume 20, No. 2, 231-248, 1986.
- Douthitt R.A., 1989. "An Economic Analysis of the Demand for Residential Space Heating Fuel in Canada", *Energy*, Vol. 14, No. 4: 187-197.

- Dubin J.A., Miedema A.K., Chandran R.V., 1986. "Price Effects of Energy-Efficient Technologies: A Study of Residential Demand for Heating and Cooling", *Rand Journal of Economics* 17: 310-25.
- Dubin J., Henson S., 1988. "An Engineering/Econometric Analysis of Seasonal Energy Demand and Conservation in the Pacific Northwest", *Journal of Business and Economic Statistics* 6: 121-134.
- Edelson E., Olsen M.E., 1980. "Potential Social Institutional and Environmental Impacts of Selected Energy Conservation Measures in Two Washington Communities", Richland, WA: Battelle Pacific Northwestern Laboratory, Report RAP 39.
- Ehrenbrandtner H., 1997. "Der Einfluß des Benutzerverhaltens auf den Energieverbrauch von mit Biomassenahwärme beheizten Haushalten", Diplomarbeit am Institut für Energiewirtschaft, Technische Universität Wien.
- Faschinger D., 1995. "Analyse der Haushaltsstromverbrauchsstrukturen in Niederösterreich – Ermittlung des Einflusses verschiedener Einflußparameter", Diplomarbeit am Institut für Energiewirtschaft, Technische Universität Wien.
- Friedman D., 1987. "Cold Houses in Warm Climates and Vice Versa: A Paradox of Rational Heating", *Journal of Political Economy* 95: 1089-97.
- Greening L.A., Greene D.L., Difiglio C., 2000. "Energy efficiency and consumption - the rebound effect - a survey", *Energy Policy* 28 (2000) 389-401.
- Haas R., Auer H., Biermayr P., 1997. "The impact of consumer behaviour on residential energy demand for space heating", *Energy and Buildings*, forthcoming.
- Haas R., Biermayr P., Zöchling J., Auer H., 1998. "Impacts on electricity consumption of household appliances in Austria: A comparison of time series and cross-section analyses", working paper submitted to Energy Policy.
- Hanna Sherman, 1978. "Evaluation of Energy-Saving Investments", *Journal of Consumer Affairs*, Vol. 12, No.1: 63-75.
- Hirst E., White D., Goeltz R., 1985. "Indoor Temperature Changes in Retrofit Homes", *Energy* 10: 861-870.
- Hirst E., 1987. "Changes in indoor temperature after retrofit based on electricity billing and weather data", *Energy Systems and Policy*, 10: 1-20.
- Hsueh L.M., 1984. "A Model of Home Heating and Calculation of Rates of Return to Household Energy Conservation Investment", Unpublished Ph.D. dissertation, Cornell University, Ithaca, NY.
- Hsueh L.M., Gerner J.L., 1993. "Effect of Thermal Improvements in Housing on Residential Energy Demand", *The Journal of Consumer Affairs*, Vol. 27, No. 1:87-105.

- Hutchins P.F., Hirst E., 1978. "Engineering-Economic Analysis of Single-Family Dwelling Thermal Performance", Oak Ridge National Laboratory, ORNL/CON-35.
- Isakson H.R., 1983. "Residential Space Heating", Energy Economics, 5: 49-57.
- Johnson R.C., Kaserman D.L., 1983. "Housing Market Capitalization of Energy-Saving Durable Good Investments", Economic Inquiry, Vol. 21, No. 3 (July):374-386.
- Klein Y.L., 1987. "Residential Energy Conservation Choices of Poor Households During a Period of Rising Fuel Prices", Resources and Energy 9(4): 363-378.
- Madlener R., 1996. "Econometric Analysis of Residential Energy Demand", The Journal of Energy Literature, Vol. II, No.2, December 1996.
- Milne G., Boardman B., 2000. "Making cold homes warmer: the effect of energy efficiency improvements in low-income homes", Energy Policy 28 (2000) 411-424.
- Moyers J.C., 1971. "The Value of Thermal Insulation in Residential Construction: Economics and the Conservation of Energy" Oak Ridge National Laboratories, December.
- ÖNORM B8110. "Wärmeschutz Hochbau", Österreichisches Normungsinstitut.
- ÖNORM B8135. "Vereinfachte Berechnung des zeitbezogenen Wärmeverlustes (Heizlast) von Gebäuden", Österreichisches Normungsinstitut.
- ÖNORM M7500. "Heizlast von Gebäuden", Österreichisches Normungsinstitut.
- Poyer D.A., Williams M., 1993. "Residential Energy Demand: Additional Empirical Evidence by Minority Household Type", Energy Economics 15(2): 93-99.
- Ruhmer M., 1996. "Analyse der Energieverbrauchsstruktur von oberösterreichischen Haushalten und Einfluß der Beratungstätigkeit", Diplomarbeit am Institut für Energiewirtschaft, Technische Universität Wien.
- Scheer P., 1996. "Energieeinsparung durch thermische Gebäudehüllensanierung", Diplomarbeit am Institut für Energiewirtschaft, Technische Universität Wien.
- Schmidt A., 1996. "Einfluß der passiven Nutzung von Sonnenenergie auf den Energieverbrauch von Haushalten", Diplomarbeit am Institut für Energiewirtschaft, Technische Universität Wien.
- Schramek A., 1997. "Einfluß auf den Energieverbrauch teilsolar beheizter Haushalte in Österreich", Diplomarbeit am Institut für Energiewirtschaft, Technische Universität Wien.
- Schwarz P.M., Taylor T.N., 1995. "Cold Hands, Warm Hearth?: Climate, Net Takeback, and Household Comfort", The Energy Journal, Vol. 16, No. 1: 41-54.

- Scott A., 1980. "The Economics of House Heating", Energy Economics, Vol. 2, No. 3 (July): 130-141.
- Tasch M., 1996. "Vergleich der Energieverbrauchsstruktur von Einfamilienhäusern mit und ohne Solaranlage zur Warmwasserbereitung", Diplomarbeit am Institut für Energiewirtschaft, Technische Universität Wien.
- Ternes M., Stovall T., 1988. "The Effect of House Indoor Temperature on Measured and Predicted Energy Savings", in ACEEE, pp. 9.170-9.181.
- Van Raaij W. F., Verhallen T. M. M., 1982. "A Behavioral Model of Residential Energy Use", Journal of Economic Psychology 3 (1983) 39-63.
- Van Raaij W. F., Verhallen T. M. M., 1983. "Patterns of Residential Energy Behavior", Journal of Economic Psychology 4 (1983) 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, 253-257.
- Wirl F., 1988. "Thermal Comfort, Energy Conservation and Fuel Substitution: An Economic-Engineering Approach", Energy Systems and Policy, 11, 311-328, 1988.

Anhang A: Dokumentation der Verbreitungsaktion

Um die Diffusion der Projektergebnisse sicherzustellen, wurde im gegenständlichen Forschungsprojekt eine internetbasierte Verbreitungsaktion unter den Projektzielgruppen auf nationaler Ebene durchgeführt. Für die drei Projektzielgruppen wurden zu diesem Zweck individuelle Informationsplattformen installiert, die zwar weitestgehend die gleichen inhaltlichen Bereiche abdecken, aber den zielgruppenspezifischen Zugang zum Thema berücksichtigen. Die Zugangsadressen zu den Plattformen lauten:

Infoplattform für (energie)politische Akteure: www.wze.at/maresi/ep.html
 Infoplattform für Gebäude-Contracting-Anbieter: www.wze.at/maresi/gc.html
 Infoplattform für Wohnbauträger: www.wze.at/maresi/wb.html

Die Internetpräsentationen wurden bei den Zielgruppen mittels e-mail oder Postzusendung beworben. Eine beispielhafte elektronische und postalische Zusendung ist am Ende des Anhangs A dokumentiert.

Mittels umfassender Recherchen konnte folgende Zielgruppendatenbank erstellt werden:

Tabelle A.1: Übersicht Zielgruppendatenbank

Zielgruppe	Anzahl recherchierte Kontaktadressen (postalisch und/oder elektronisch)	unzustellbar (postalisch oder elektronisch)	erreicht
(energie)politische Akteure	227	17	210
Gebäude-Contracting-Anbieter mit Geschäftsfeld Wohngebäude-sanierung	35	5	30
Wohnbauträger	589	43	546
Summe	851	65	786

Die Informationskampagne startete am Montag den 24.05.2004 mit der Versendung der Informations-e-mails. Es folgte der Versand der postalischen Massensendung am Mittwoch den 26.05.2004. Mittels Analyse der Logfiles mit Redaktionsschluss am Mo. 14.06.2004, konnten die Zugriffe der Adressaten ausgefiltert und dokumentiert werden. In Tabelle A.2 ist die Zugriffsstatistik dargestellt.

Die Verteilung der Zugriffe über den Beobachtungszeitraum ist plausibel und soll nicht weiter diskutiert werden. Interessant ist jedoch die unterschiedliche Nutzungsintensität der Informationsplattformen durch die unterschiedlichen Zielgruppen. Griffen im Beobachtungszeitraum nur 12,3% der Wohnbauträger auf das Informationsangebot zu, so waren es bei den Gebäude-Contracting-Anbietern stattliche 86,7% und bei den Energiepolitischen Instanzen immerhin 43,8% der angeschriebenen Personen oder Institutionen. Aggregiert betrachtet griffen 23,5% aller informierten Personen oder Institutionen auf das Informationsangebot zu. Im Beobachtungszeitraum wurden 212 Downloads durch die Besucher von den Informationsplattformen geladen. Die Favoriten waren dabei die im gegenständlichen

Projekt erstellte Broschüre zum Thema Fallstudien (54 mal), die gleichermaßen bereitgestellte Broschüre zum Thema Kalkulation von Reboundeffekten (35 mal), der umfassende Forschungsbericht zum Projekt (22 mal), die Broschüre zur Althausanierung der EVA (18 mal), sowie die Contracting-Broschüre der EVA (11 mal). Die verbleibenden Download-Aktivitäten verteilen sich auf die restlichen angebotenen Materialien.

Tabelle A.2: Zugriffsstatistik auf Infoplattformen

	Wohnbau- träger	Gebäude- Contracting- Anbieter	Energiepoli- tische Instan- zen	Downloads gesamt
Di. 25.Mai 04	0	3	1	3
Mi. 26.Mai 04	0	1	28	50
Do. 27.Mai 04	2	2	12	10
Fr. 28.Mai 04	2	0	5	17
Sa. 29.Mai 04	0	1	0	0
So. 30.Mai 04	1	0	0	0
Mo. 31.Mai 04*	0	0	1	4
Di. 01.Juni 04	26	8	16	32
Mi. 02.Juni 04	15	1	8	41
Do. 03.Juni 04	9	1	5	12
Fr. 04.Juni 04	1	1	1	2
Sa. 05.Juni 04	0	0	0	
So. 06.Juni 04	0	0	0	0
Mo. 07.Juni 04	5	3	7	20
Di. 08.Juni 04	1	0	0	3
Mi. 09.Juni 04	1	2	0	1
Do. 10.Juni 04	0	0	0	0
Fr. 11.Juni 04	0	0	1	0
Sa. 12.Juni 04	1	1	1	0
So. 13.Juni 04	0	0	0	0
Mo. 14.Juni 04	2	2	4	11
Di. 15.Juni 04	1	0	2	6
Summe Beobach- tungszeitraum	67	26	92	212
informiert gesamt	546	30	210	
Nutzung Angebot in %	12,3	86,7	43,8	

*: Pfingstmontag

Der Erfolg der Verbreitungskampagne kann somit im Bereich der Gebäude-Contracting-Anbieter und im Bereich der energiepolitischen Akteure als gut bewertet werden. Im Bereich der Wohnbauträger ist die Zugriffsrate gering, obwohl speziell in diesem Sektor teilweise eine Doppelinformation (e-mail und Post) in Bezug auf die Informationsplattformen erfolgte. Die geringen Zugriffsraten dieser Zielgruppe können teilweise durch die Unternehmensstruktur erklärt werden, da es in vielen Fällen nicht möglich war, den entsprechenden optimalen Ansprechpartner innerhalb eines Unternehmens persönlich zu kontaktieren.

- Anhang A.1: Beispiel einer Info-e-mail an einen Gebäude-Contracting-Anbieter**
Anhang A.2: Beispiel einer Info-Postsendung an einen Wohnbauträger (umseitig)

Von: Peter Biermayr
An: Herr Mustermann
Betreff: Reboundeffekte bei der Wohnbausanierung

Sehr geehrter Herr Mustermann!

Theoretisch errechnete Energieeinsparungen bei thermischen Gebäudesanierungen werden in der Praxis oft nicht erreicht. Die Gründe dafür sind vielfältig und sind oft im Benutzerverhalten der Gebäudebewohner begründet. Diese Effekte werden "Reboundeffekte" genannt und stellen das zentrale Thema eines Forschungsprojektes aus dem Forschungsprogramm „Haus der Zukunft“ des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) dar.

Die Forschungsergebnisse ermöglichen einerseits eine quantitative Abschätzung dieser Effekte und eröffnen andererseits Möglichkeiten, Reboundeffekte zu minimieren. Wir haben die Ergebnisse für Sie unter www.wze.at/maresi/gc.html aufbereitet und frei zugänglich zusammengestellt.

Mit freundlichen Grüßen

Peter Biermayr

DI. Dr. Peter Biermayr
Geschäftsführer
Wiener Zentrum für Energie, Umwelt und Klima
Dückerg. 7-9/5/27
1220 Wien
Tel. Büro: ++43-(0)1-58801-37358
Fax Büro: ++43-(0)1-58801-37397
e-mail: peter.biermayr@wze.at
Internet: www.wze.at

Eine Initiative des Wiener Zentrums für Energie, Umwelt und Klima (WZE);
Gefördert durch das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT)



Eine Initiative des Wiener Zentrums für Energie, Umwelt und Klima (WZE),
Gefördert durch das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und
Technologie (BMVIT) e-mail: office@wze.at



Österreichische Post AG Info.Mail Entgelt bezahlt



An
Contec Bauträger GesmbH
Am Hof. 5
1010 Wien

Betreff:

Forschungsergebnisse bezüglich Reboundeffekte bei der Wohnbausanierung

Sehr geehrte Damen und Herren!

Theoretisch errechnete Energieeinsparungen bei thermischen Gebäudesanierungen werden in der Praxis oft nicht erreicht. Die Gründe dafür sind vielfältig und sind oft im Benutzerverhalten der Gebäudebewohner begründet. Diese Effekte werden "Reboundeffekte" genannt und stellen das zentrale Thema eines Forschungsprojektes aus dem Forschungsprogramm „Haus der Zukunft“ des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) dar.

Die Forschungsergebnisse ermöglichen einerseits eine quantitative Abschätzung dieser Effekte und eröffnen andererseits Möglichkeiten, Reboundeffekte zu minimieren. Wir haben die Ergebnisse für Sie unter www.wze.at/maresi/wb.html aufbereitet und frei zugänglich zusammengestellt.

Mit freundlichen Grüßen

Dr. Peter Biermayr

Geschäftsführer des WZE

Anhang B: Dokumentation einer Informationsplattform

Anhang B dokumentiert beispielhaft anhand der Informationsplattform für energiepolitische Entscheidungsträger (www.wze.at/maresi/ep.html) den Aufbau und den Inhalt der Infoplattformen. Es wurde beim Design der Plattformen auf Übersichtlichkeit und eine minimale Anzahl von Ebenen Wert gelegt. Von der jeweiligen Startseite aus, in welche durch den übermittelten Link direkt eingesprungen wird, kann von einem Übersichtsmenü aus die zweite und gleichzeitig letzte Ebene erreicht werden. Vorrangige Themen betreffen jeweils eine allgemein verständliche Erklärung der Reboundeffekte, eine Darstellung der Möglichkeiten der Quantifizierung, Maßnahmen zur Reduktion von Reboundeffekten, Wege zur gelungenen Sanierung sowie Linksammlungen, Literaturhinweise, Veranstaltungstipps und Diashows.

Informationsplattform für (energie)politische Akteure: Reboundeffekte bei der Wohnbausanierung

Diese Informationsplattform hat zum Ziel, Forschungsergebnisse aus dem Forschungsprogramm "Haus der Zukunft" übersichtlich, verständlich und kostenlos an die entsprechenden Anwender weiterzugeben.

Inhalt:

1. [Reboundeffekte: CO₂-Reduktion durch Wohnbausanierung?](#)
2. [Möglichkeiten zur Quantifizierung von Reboundeffekten](#)
3. [Maßnahmen zur Reduktion von Reboundeffekten](#)
4. [Ein Weg zur gelungenen Sanierung](#)
5. [Interessante Links zum Thema](#)
6. [Literatur zum Thema](#)
7. [Interessante Veranstaltungen zum Thema](#)
8. [Diashows zum Thema innovativer Wohnbau \(mit Erläuterungen\)](#)





weiter





Eine Initiative des Wiener Zentrums für Energie, Umwelt und Klima (WZE)
Gefördert durch das Bundesministerium für Verkehr Innovation und Technologie (BMVIT)

Abbildung B.1: Infoplattform für energiepolitische Entscheidungsträger; Startseite

Abbildung B.2 (umseitig): Infoplattform; Thema 1



1. Reboundeffekte: CO₂-Reduktion durch Wohnbausanierung?

Die energetische Gebäudesanierung wird als viel versprechende Maßnahme im Bereich der Treibhausgasemissionsreduktion zur Erreichung nationaler und internationaler Klimaschutzvereinbarungen gesehen. In der Praxis bleibt der Einspareffekt von Sanierungen in Bezug auf Endenergie und Treibhausgasemissionen jedoch zumeist signifikant unter den erwarteten, vorausgerechneten Werten. Unter bestimmten Randbedingungen kommt es zu gar keinen Einsparungen oder es sind sogar Verbrauchs- bzw. Emissionsanstiege bei den sanierten Projekten zu beobachten. Die Angaben über die Höhe der zu erwartenden, so genannten Reboundeffekte im Bereich der Raumwärme, schwanken in der nationalen und internationalen Literatur zwischen 10 und 40%, was tiefgreifende Konsequenzen für Einspar szenarios mit sich bringt.

Die Ursachen der Reboundeffekte sind dabei vielschichtig und können zumeist auf eine Steigerung des Energiedienstleistungskonsums der Gebäudenutzer durch veränderte ökonomische, strukturelle aber auch technische Randbedingungen nach einer Sanierung zurückgeführt werden. Im Wesentlichen lassen sich bei der Wohnbausanierung 3 Arten von Reboundeffekten unterscheiden:

a. Ökonomische Reboundeffekte

Es handelt sich dabei um die "klassischen" Reboundeffekte, welche in vielen ökonomischen Bereichen anzutreffen sind und im Wesentlichen den Mehrkonsum einer Dienstleistung (im konkreten Fall einer Energiedienstleistung) bei sinkenden spezifischen Kosten dieser Dienstleistung beschreiben. Im Bereich der Wohnbausanierung werden die spezifischen Kosten der Energiedienstleistung "behaglicher Raum" durch die Erhöhung der technischen Effizienz (Wärmedämmung, hochwertige Fenster, effizientes Heizsystem) gesenkt. Das heißt, das gleiche Komfortniveau in einem Wohngebäude kann nach der Sanierung mit geringeren variablen Kosten bereitgestellt werden. Ein entsprechender Reboundeffekt tritt dann auf, wenn ein individueller Nutzer aufgrund dieser Verbilligung mehr Energiedienstleistung konsumiert (sein Komfortniveau erhöht) und damit mögliche Einsparungen (auf energetischer und finanzieller Seite) reduziert. Voraussetzung für diesen Effekt ist jedoch, dass der entsprechende Nutzer eine Verbilligung auch wahrnimmt oder zumindest davon überzeugt ist, dass eine entsprechende Verbilligung eingetreten ist.

b. Strukturelle Reboundeffekte

Strukturelle Reboundeffekte sind auf Änderungen der Strukturen in Haushalten in Sanierungsprojekten zurückzuführen. Typische Strukturänderungen betreffen dabei die Infrastruktur zur Heizwärmebereitstellung (Heizungssystem, Wärmeverteilsystem, Automatisierungsgrad und Regelung) sowie die Größe, Gestalt und Nutzungsart des zu beheizenden Wohnraums. Wird im Zuge einer Gebäudesanierung zusätzlicher Wohnraum geschaffen (Loggienverbau, Dachausbau), so wird dieser neu geschaffene Raum zumeist auch beheizt oder zumindest temperiert, wodurch ein entsprechender Rebound-Effekt entsteht. Wird ein Heizsystem automatisiert (Umstellung von Einzelofen-Beheizung auf zentrale Wärmeversorgung) so entfallen Unannehmlichkeiten durch das "Einheizen" und es wird in der Regel ein höheres Komfortniveau konsumiert, wobei zumeist auch Wohnräume mitbeheizt werden, die zuvor unbeheizt waren. Schlussendlich gibt es zahlreiche Wohnungen in noch nicht sanierten Gebäuden, vor allem in Eck- oder Randlagen, in denen die vorhandene Heizinfrastruktur nicht ausreicht, um komfortable Innentemperaturen zu erzielen. Nach einer Sanierung kann das angestrebte Temperaturniveau erreicht werden, was ebenfalls einen Reboundeffekt darstellt.

c. Technische Reboundeffekte

Technische Reboundeffekte resultieren aus einer suboptimalen Abstimmung von Heizsystem und technischer Gebäudeeffizienz. Wird ein Heizsystem unverändert in einem Sanierungsprojekt belassen, dessen Dimensionierung auf den Ausgangszustand des Gebäudes abgestimmt war, so ist nach der Sanierung z.B. durch ständigen Teillastbetrieb des Kessels ein geringerer Heizungswirkungsgrad (sowie höhere Emissionswerte und eine geringere technische Lebensdauer) zu erwarten. Der geringere Wirkungsgrad hat einen technischen Reboundeffekt zur Folge. Analoges gilt für die Einregulierung von Vorlauftemperaturen in zentralen Wärmeversorgungssystemen oder die Umsetzung von Nachtabsenkungen.

Informationsmaterial für Sie:

-  [Reboundeffekte bei der Sanierung von Wohngebäuden](#)
(Broschüre zur Dokumentation und Analyse von 12 österreichischen Fallstudien, illustriert, 90 Seiten, Download, pdf-Datei 1,4 MB)
-  [Quantitative Abschätzung von Reboundeffekten](#)
(Broschüre zu theoretischen Hintergründen und zur praktischen Abschätzung von Reboundeffekten bei der Wohnbausanierung, Download, pdf-Datei 180 kB)
-  [Maßnahmen zur Minimierung von Rebound-Effekten bei der Sanierung von Wohngebäuden](#)
(umfassender Endbericht zum gleichnamigen Forschungsprojekt im Forschungsprogramm "Nachhaltig Wirtschaften" - "Haus der Zukunft" des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie, 146 Seiten, Download, pdf-Datei 1,7 MB)

Weitere interessante Beiträge: [Interessante Links zum Thema](#)



[zurück](#)



[home](#)



[weiter](#)



Wollen Sie mehr über uns wissen, oder weitere Informationen nutzen, so besuchen Sie bitte unsere homepage unter www.wze.at

Eine Initiative des Wiener Zentrums für Energie, Umwelt und Klima (WZE)
Gefördert durch das Bundesministerium für Verkehr Innovation und Technologie (BMVIT)



2. Möglichkeiten zur Quantifizierung von Reboundeffekten

Reboundeffekte werden bereits längere Zeit beobachtet und in der internationalen Literatur dokumentiert. Aufgrund einer aktuellen Forschungsarbeit konnten Reboundeffekte im Bereich der Raumwärmeversorgung von Sanierungsprojekten nun detaillierter erforscht werden, wodurch eine Quantifizierung der Effekte ermöglicht wird.

Zur Abschätzung möglicher Reboundeffekte sind folgende Schritte nötig:

- Bereits in der ersten Phase der Sanierungsplanung sollte eine Erhebung der individuellen Heizenergieverbräuche und Heiz- sowie Lüftungsgewohnheiten der Gebäudebewohner erfolgen. Diese qualitativen und quantitativen Daten ergänzen die Ergebnisse der Heizwärmebedarfsberechnung des Ausgangszustandes und erbringen wichtige Hinweise auf das aktuelle Nutzerverhalten.
- Da es sich bei Sanierungsvorhaben um langfristige Investitionen handelt, müssen mittel-bis langfristige Szenarien zur Entwicklung der sozio-demografischen Bewohnerstruktur in einem Gebäude entwickelt und mit berücksichtigt werden (Änderung des Nutzerverhaltens!).
- Mit dem Wissen über die technische Ausstattung vor und nach der Sanierung und dem Benutzerverhalten und den Heizenergieverbräuchen vor der Sanierung lassen sich Reboundeffekte größenordnungsmäßig gut abschätzen. Wir haben uns bemüht, die wesentlichen Erkenntnisse diesbezüglich in einer Broschüre zusammenzufassen, welche Sie hier downloaden können:

 [Quantitative Abschätzung von Reboundeffekten](#)
(Broschüre zu theoretischen Hintergründen und zur praktischen Abschätzung von Reboundeffekten bei der Wohnbausanierung, Download, pdf-Datei 180 kB)

Weitere interessante Beiträge: [Interessante Links zum Thema](#)



[zurück](#)



[home](#)



[weiter](#)



Wollen Sie mehr über uns wissen, oder weitere Informationen nutzen, so besuchen Sie bitte unsere homepage unter www.wze.at

Eine Initiative des Wiener Zentrums für Energie, Umwelt und Klima (WZE)
Gefördert durch das Bundesministerium für Verkehr Innovation und Technologie (BMVIT)

Abbildung B.3: Infoplattform; Thema 2



3. Maßnahmen zur Reduktion von Reboundeffekten

Bei einer ersten Betrachtung erscheint es schwierig, Ansatzpunkte für die Reduktion von Reboundeffekten zu finden, ohne die Komfortgewinne der Gebäudebewohner einzuschränken. Dennoch gibt es zahlreiche Möglichkeiten, Reboundeffekte zu verhindern oder zumindest zu reduzieren:

- Im Zuge von Informationsveranstaltungen für die Gebäudebewohner im Vorfeld der Sanierung sollten Reboundeffekte thematisiert werden. Gebäudenutzer sind sich meist nicht über den Einfluss ihres individuellen Verhaltens auf den (energetischen) Sanierungserfolg im Klaren. Inwieweit sich der individuelle Nutzer für eine Erhöhung seines Komfortniveaus oder auch für die Umsetzung der Sanierungsmaßnahmen in Energieeinsparungen entscheidet, kann ja auch weiterhin ihm überlassen bleiben. Mögliche Energieeinsparungen sollten nicht als technisch gegeben, sondern als stark nutzerabhängig dargestellt werden, da andernfalls vermehrt ökonomische Reboundeffekte erwartet werden müssen.
- Liegt eine Möglichkeit vor, individuelle Heizenergieverbräuche z.B. auf Jahresbasis zu erfassen (z.B. mittels Wärmemengenzähler je Wohnung bei zentraler Versorgung), so ist ein Verbrauchs-Feedback für den Gebäudenutzer mit geringem Zusatzaufwand möglich (z.B. Vergleich mit dem Verbrauch vor der Sanierung und Vergleich mit dem Mittelwert aller Wohnungen im Gebäude). Dieser Vergleich motiviert zu sparsamen oder zumindest zu nicht verschwenderischem Verhalten.
- Wesentlich ist in diesem Zusammenhang eine individuelle, transparente Heizenergieabrechnung, die einen möglichst geringen Fixkostenanteil enthält. Andernfalls merken die Gebäudenutzer sehr rasch, dass ihr individuelles Nutzerverhalten keine nachvollziehbaren Auswirkungen auf die Heizkosten hat, wie dies leider oft beobachtet werden kann. Die Folge ist dann ein entsprechend sorgloser Umgang mit Heizenergie.
- Informationsveranstaltungen bzw. die Zusendung schriftlicher Informationen nach Abschluss der Sanierungsarbeiten sind wesentlich, um die Nutzer auf die veränderten Eigenschaften (z.B. Anpassung des Lüftungsverhaltens) des sanierten Gebäudes aufmerksam zu machen.
- Im Bereich der technischen Reboundeffekte kann der technische Planer der Sanierung dafür Sorge tragen, dass eine optimale Anpassung des Heizsystems an das durch die Sanierung veränderte Gebäude passiert. Weiters können bei zentraler Wärmeversorgung durch entsprechende Steuerungen bzw. Regelungen z.B. kollektive Nachtabsenkungen eingeplant oder auch solare Einträge mit berücksichtigt werden, wobei bei einer optimalen Ausschöpfung der technischen Potentiale nicht nur technische Reboundeffekte vermieden werden, sondern zusätzliche Einsparpotentiale erschlossen werden können.

Weiteres Informationsmaterial für Sie:

-  [Neue Wege bei der Wohngebäudesanierung](#)
(Kurzfassung und Folien einer gleichlautenden Veranstaltung, Download, pdf-Datei 827 kB)
-  [Einsparcontracting - Leitfaden](#)
(Broschüre der Energieverwertungsagentur, Download, pdf-Datei 897 kB)
-  [Energierelevante Bereiche der Wohnbauförderungen aller Bundesländer](#)
(Broschüre des Landesenergievereins Steiermark, Download, pdf-Datei 337 kB)

Weitere interessante Beiträge: [Interessante Links zum Thema](#)



zurück



home



weiter



Wollen Sie mehr über uns wissen, oder weitere Informationen nutzen, so besuchen Sie bitte unsere homepage unter www.wze.at

Eine Initiative des Wiener Zentrums für Energie, Umwelt und Klima (WZE)
Gefördert durch das Bundesministerium für Verkehr Innovation und Technologie (BMVIT)

Abbildung B.4: Infoplattform; Thema 3

Abbildung B.5 (umseitig): Infoplattform; Thema 4; aus Platzgründen ohne Buttonleiste dargestellt



4. Ein Weg zur gelungenen Sanierung

Wie aus dem Sanierungsschwerpunkt des Forschungsprogramms "Haus der Zukunft" hervorgeht, gibt es eine Anzahl von Faktoren, welche den Ablauf und das Gelingen einer Wohngebäudesanierung maßgeblich beeinflussen. An dieser Stelle seien einige wesentliche Aspekte herausgegriffen, die Sie für Ihr Sanierungsprojekt berücksichtigen können:

- Wie auch beim Neubau, stellt die integrale Sanierungsplanung einen wesentlichen Ansatz dar. Möglichst umfassende Planungsansätze, welche alle betroffenen Akteure in den Planungsprozess einbinden, reduzieren Kommunikationsprobleme, mühsame Schnittstellen zwischen den einzelnen Akteuren und nicht zuletzt Probleme mit Wohnungsmietern oder -nutzern. Ein integraler Planungsansatz gewährleistet darüber hinaus auch eine optimale Abstimmung der einzelnen technischen Gebäudekomponenten und reduziert auf diese Weise technische Reboundeffekte.
- Die frühe und aktive Einbindung der von der Sanierung betroffenen Wohnungsnutzer in den Ablauf der Sanierung hat mehrere positive Aspekte. Durch den frühen Einblick in die geplanten Maßnahmen können Bedenken, Anregungen oder Wünsche der Wohnungsnutzer noch im Planungsablauf behandelt werden. Die Beteiligung der Nutzer am Planungsprozess hat zur Folge, dass sich diese mit dem Projekt identifizieren und anschließend auch bereit sind, die entsprechenden Maßnahmen mitzutragen. Identifikation führt (wie dies z.B. im Eigenheimbereich deutlich wird) zu hoher Zufriedenheit mit dem Projekt.
- Müssen im Zuge der Sanierung Fenster getauscht werden, welche bereits zuvor von Mietern in Eigenregie getauscht wurden, können massive Probleme bei der Sanierungsabwicklung entstehen. Betroffene Mieter sind in der Folge mit der gesamten Sanierung in hohem Maße unzufrieden und können diese Unzufriedenheit unter Umständen auch auf ein Gesamtprojekt übertragen. Es sollte in einem frühen Planungsstadium überlegt werden, wie mit diesem Problem umgegangen wird.
- Der Erfolg von Sanierungen wird von den betroffenen Bewohnern stark am Komfortgewinn gemessen. Große Komfortsteigerungen entstehen dabei beim Tausch undichter oder schadhafter Fenster, bei der Installation automatisierter Heizsysteme, bei der Schaffung von zusätzlichem Wohnraum (z.B. Loggienverbau) oder bei der Installation von Aufzügen. Dabei kommt es jedoch vor allem bei der Automatisierung von Heizsystemen und bei der Vergrößerung des Wohnraumes zu entsprechenden Reboundeffekten.
- Soll der energetische Erfolg einer Sanierung nach Abschluss der Arbeiten überprüfbar sein, so müssen die entsprechenden Daten (z.B. Heizenergieverbräuche, Lüftungsverhalten,...) vor und nach der Sanierung erhoben werden bzw. müssen die entsprechenden Daten auch messbar sein.
- Sollen sich die Bewohner nach der Sanierung energiebewusst verhalten, so muss man ihnen die Möglichkeit geben, ihre individuellen Heizenergieverbräuche ablesen zu können, bzw. muss aus den Energierechnungen deutlich hervorgehen, für welche Energiedienstleistung wie viel zu zahlen ist. Die, vor allem bei zentral versorgten Haushalten üblichen "Messungen" mit Verdampferföhrchen sowie die oft angewandten Verrechnungsschemen mit hohen Fixkosten (z.B. Fernwärme) sind absolut untauglich, ein energiebewusstes Verhalten zu fördern.
- Die sozio-demografische Bewohnerstruktur in untersuchten sanierten Mehrfamilienhäusern ändert sich nach Generalsanierungen. In der Regel ist ein vermehrter Zuzug jüngerer Mieter zu beobachten, da die sanierten Wohnungen attraktiver wirken. Dieser sozio-demografische Wandel und eventuelle Probleme, welche daraus entstehen könnten, können bereits in der Planungsphase diskutiert werden.
- Die getroffenen Sanierungsmaßnahmen sind im Regelfall suboptimal (besonders im Bereich der Dämmdicke werden zu geringe Dämmdicken gewählt) und amortisieren sich somit durch die getätigten Heizenergieeinsparungen sehr spät oder gar nicht. Die Amortisation durch Energieeinsparungen ist aber auch nicht immer das zentrale Motiv für eine Sanierung.
- Versuche, technische Reboundeffekte zu reduzieren, sollten in jedem Fall unternommen werden. Wesentliche Ansatzpunkte hierbei sind die Anpassung des Heizsystems an das, durch die Sanierung veränderte Gebäude, oder die regelungstechnische Optimierung der Anlage (z.B. Absenksphasen der Vorlauftemperatur).

Weiteres Informationsmaterial für Sie:

-  [Themenfolder nachhaltig Bauen und integral Planen](#)
(8-seitiger Info-Folder mit Schwerpunkt integrale Planung, Download, pdf-Datei 240 kB)
- [Vernetzte Planung als Strategie zur Behebung von Lern- und Diffusionsdefiziten bei der Realisierung ökologischer Gebäude](#)
(Eine Untersuchung der Rolle kooperativer Organisationsformen des Planungsteams hierzu und Ausarbeitung handlungsorientierter Empfehlungen und Materialien zur Vermittlung für die Praxis" Forschungsbericht, Download, pdf-Datei 973 kB)
-  [Nutzerzufriedenheit und -verhalten in innovativen Gebäuden](#)
(Kurzfassung eines Forschungsprojekts; Download, pdf-Datei 213 kB)
-  [Nutzerakzeptanz von Lüftungsanlagen in Österreich](#)
(Kurzfassung eines Forschungsprojektes; Download, pdf-Datei 143 kB)
-  [Solaranlagenprojekte im mehrgeschoßigen Wohnbau](#)
(Unterlagen zu einer Veranstaltung zum Thema; pdf-File 3018 kB)

Weitere interessante Beiträge: [Interessante Links zum Thema](#)



5. Interessante Links zum Thema

Links zu thematisch relevanten Forschungsprojekten:

-  www.hausderzukunft.at (Link zum Forschungsprogramm "**Haus der Zukunft**" mit zahlreichen, topaktuellen Forschungsprojekten zum Thema)
-  www.hausderzukunft.at/results.html/id2748 (Link zum Forschungsprojekt "**Althausanierung mit Passivhauspraxis**")
-  www.hausderzukunft.at/results.html/id2769 (Link zum Forschungsprojekt "**Architekturhistorisch differenzierte, energetische Sanierung**" - Vergleichende Analyse wärmetechnischer Sanierungen bei Bauten der 50er und 60er Jahre unter Denkmalschutz)
-  www.hausderzukunft.at/results.html/id2762 (Link zum Forschungsprojekt "**Contracting als Instrument für das Althaus der Zukunft**" - Weiterentwicklung von Contracting-Modellen für umfassende Sanierungs(dienstleistungs) pakete)
-  www.hausderzukunft.at/results.html/id2777 (Link zum Forschungsprojekt "**Dienstleistungsangebote des Baugewerbes zur Durchführung ökologischer Althausanierungen**")
-  www.hausderzukunft.at/results.html/id2754 (Link zum Forschungsprojekt "**Energetische Sanierung in Schutzzonen**" - Standardisierte Lösungen als Hilfe und Richtlinie für Bauherren, Behörden und Firmen)
-  www.hausderzukunft.at/results.html/id2761 (Link zum Forschungsprojekt "**Erste Passivhaus-Schulsanierung**" - Ganzheitliche Faktor 10 Generalsanierung einer Hauptschule)
-  www.hausderzukunft.at/results.html/id2790 (Link zum Forschungsprojekt "**Ganzheitliche Sanierung von Dienstleistungsgebäuden**" - Entwicklung von Qualitätskriterien und Tools an Hand eines Pilotprojekts)
-  www.hausderzukunft.at/results.html/id2773 (Link zum Forschungsprojekt "**Kooperative Sanierung**" - Erarbeitung von Modellen zur Einbeziehung von EigentümerInnen und BewohnerInnen bei nachhaltigen Gebäudesanierungen in Geschosswohnbauten)
-  www.hausderzukunft.at/results.html/id2752 (Link zum Forschungsprojekt "**Moderierte Entscheidungsverfahren für eine nachhaltige Sanierung im Wohnungseigentum**")
-  www.hausderzukunft.at/results.html/id2793 (Link zum Forschungsprojekt "**Neue Standards für alte Häuser, Nachhaltige Sanierungskonzepte für Einfamilienhaus-Siedlungen der Zwischen- und Nachkriegszeit**")
-  www.hausderzukunft.at/results.html/id2781 (Link zum Forschungsprojekt "**Praxisleitfaden für nachhaltiges Sanieren und Modernisieren bei Hochbauvorhaben**")
-  www.hausderzukunft.at/results.html/id2774 (Link zum Forschungsprojekt "**Sanierung PRO!**" - Entwicklung eines anwendungsorientierten Verfahrensmodells zur bestmöglichen Integration der Interessen der BewohnerInnen, der Interessen des Bauträgers sowie der Zielsetzungen der Wohnbauförderung)
-  www.hausderzukunft.at/results.html/id2770 (Link zum Forschungsprojekt "**SAQ - Qualitätskriterien für die Sanierung kommunaler Gebäude**")
-  www.hausderzukunft.at/results.html/id2740 (Link zum Forschungsprojekt "**Seniorenbezogene Konzepte für Neubau und Sanierung**" - Erarbeitung eines Kriterienkatalogs für die seniorengerechte Planung)
-  www.hausderzukunft.at/results.html/id2753 (Link zum Forschungsprojekt "**Wege zur Steigerung des Bauvolumens um 500% bei standardisierter thermischer Althausanierung**" - Entwicklung praxistauglicher Methoden zur Intensivierung und Rationalisierung von Prozessen in der Althausanierung bei Ein- und Zweifamilienhäusern, die im Zeitraum 1945 bis 1982 in Österreich erbaut wurden)
-  www.hausderzukunft.at/results.html/id2764 (Link zum Forschungsprojekt "**ZSG - Zukunftsfähige Konzepte in der Stadt- und Gebäudesanierung**")

Abbildung B.6: Infoplattform; Thema 5 - Teil 1

Links zu thematisch relevanten Organisationen und Plattformen:

-  www.iswb.at (Link zum Infoservice Wohnen und Bauen mit Infos zu Förderungen, rechtlichen Themen, Projekten und vielem mehr)
-  www.energytech.at (Link zu umfangreichen Projektdokumentationen im Bereich Energie und Architektur auch mit separaten Sanierungsbereich)
-  www.cephesus.at (Informationen zum Projekt CEPHEUS welches sich mit kosteneffizienten Passivhäusern beschäftigt)
-  www.passiv.de (Link zum Passivhaus Institut Darmstadt welches sich mit hocheffizienten Energieanwendungen beschäftigt)
-  www.aee.at (Link zur Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energie, mit Infos zu Technologiethemata wie z.B. Solaranlagen im mehrgeschossigem Wohnbau)
-  www.lev.at (Link zum Landesenergieverein Steiermark mit vielen nützlichen Downloads zum Thema)
-  www.esv.or.at (Link zum Oberösterreichischen Energiesparverband)
-  www.energie-tirol.at (Link zu Energie Tirol mit vielen nützlichen Infos und Downloads zum Thema)
-  www.energieinstitut.at (Link zum Energieinstitut Vorarlberg)
-  www.ibo.at (Österr. Institut für Baubiologie und Bauökologie; Liste von zertifizierten Baustoffen)
-  www.baubiologie.at (Infohomepage des österr. Strohbaunetzwerkes)
-  www.bdb.at (Bauinformationsnetz der Bauwirtschaft; Angaben zu Bauprodukten und Dienstleistungen)
-  www.oib.or.at (Koordinierungsplattform der österreichischen Bundesländer auf dem Gebiet des Bauwesens; Leitfaden und Programm für die Berechnung von Energiekennzahlen ist als Download verfügbar)
-  www.wze.at (Homepage des Wiener Zentrums für Energie, Umwelt und Klima; unter "Links" finden Sie **umfangreiche Linklisten zu nationalen, europäischen und internationalen Organisationen**)



[zurück](#)



[home](#)



[weiter](#)



Wollen Sie mehr über uns wissen, oder weitere Informationen nutzen, so besuchen Sie bitte unsere homepage unter www.wze.at

Eine Initiative des Wiener Zentrums für Energie, Umwelt und Klima (WZE)
Gefördert durch das Bundesministerium für Verkehr Innovation und Technologie (BMVIT)

Abbildung B.7: Infoplattform; Thema 5 - Teil 2



6. Literatur zum Thema

-  "Vom Altbau zum NiedrigEnergieHaus", Heinz Ladener, 1998, Ökobuch-Verlag, ISBN: 3-922964-64-8, ca. 27 Euro;
-  "Altbau Modernisierung - der praktische Leitfaden", Johannes Fechner, 2002, Springer Verlag, ISBN: 3-211-83580-6;
-  "Cepheus - Wohnkomfort ohne Heizung", Helmut Krapmeier, Eckart Drössler u. a., 2001, Springer Verlag, ISBN: 3-211-83720-5, ca. 41 Euro (in diesem Buch sind die 9 österreichischen CEPHEUS-Passivhäuser ausführlich dokumentiert, auch das jeweilige haustechnische Konzept)
-  "Neues Bauen mit der Sonne", Martin Treberspurg, 1999, Springer-Verlag, ISBN: 3-211-82940-7, ca. 84 Euro;
-  "Wärmeschutz und Feuchte in der Praxis", Horst Arndt, 2002, Verlag Bauwesen, ISBN: 3-345-00800-9
-  "Niedrigenergiehäuser", Othmar Humm, 1998, Ökobuch-Verlag, ISBN: 3-922964-51-6, ca. 31 Euro;
-  "Das Passivhaus, Wohnen ohne Heizung", Graf, Anton, 2000, Callwey-Verlag, ISBN: 3-7667-1372-8, ca. 42 Euro;
-  "Der ökologische Bauauftrag", Hansruedi Preisig u. a., 2001, Callwey-Verlag, ISBN: 3-7667-1472-4, ca. 26 Euro;
-  "Biologisch natürlich Bauen", Kroiss, Josef, Bammer, August, 2000, Hirzel-Verlag, ISBN: 3-7776-0969-2, ca. 52 Euro;
-  "Ökologischer Bauteilkatalog", IBO, 1999, Springer-Verlag, ISBN: 3-211-83370-6, ca. 73 Euro;
-  "Handbuch zur Planung von thermischen Solaranlagen für Mehrfamilienhäuser", Austria Solar Innovation Center (ASIC), gut aufbereitetes Planungshandbuch, Bestellung unter Angabe der Lieferadresse mittels e-mail an: sperrer.gertrude@asic.at (Schutzgebühr 22 Euro)



[zurück](#)



[home](#)



[weiter](#)



Wollen Sie mehr über uns wissen, oder weitere Informationen nutzen, so besuchen Sie bitte unsere homepage unter www.wze.at

Eine Initiative des Wiener Zentrums für Energie, Umwelt und Klima (WZE)
Gefördert durch das Bundesministerium für Verkehr Innovation und Technologie (BMVIT)

Abbildung B.8: Infoplattform; Thema 6



7. Interessante Veranstaltungen zum Thema

Links zu Veranstaltungskalendern:

-  www.ewa.wsr.ac.at/service/veranst/index.htm
(Veranstaltungskalender der Energieverwertungsagentur)
-  www.energytech.at/sanierung/veranstaltungen.html
(Veranstaltungskalender der Infopage energytech.at für den Bereich Sanierung)
-  www.salzburg.gv.at/themen/bw/sir_haupt/veranstaltungsuebersicht.htm
(Veranstaltungen des Salzburger Institut für Raumplanung)
-  www.esv.or.at/aktuelles/veranstaltungen-kurse/index.htm
(Veranstaltungen und Kurse des OÖ. Energiesparverbandes)
-  www.lev.at
(unter Termine: weitere Veranstaltungskalender und eigene Veranstaltungen des Landesenergievereins Steiermark)
-  www.energieinstitut.at
(unter Bildungsangebot: Kursangebote und Lehrgänge des Energieinstituts Vorarlberg)
-  www.aee.at/veranstaltungen/veranstaltungen.php
(Veranstaltungskalender Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energie)
-  www.hausderzukunft.at/veranst.htm
(Veranstaltungskalender Haus der Zukunft)



[zurück](#)



[home](#)



[weiter](#)



Wollen Sie mehr über uns wissen, oder weitere Informationen nutzen, so besuchen Sie bitte unsere homepage unter www.wze.at

Eine Initiative des Wiener Zentrums für Energie, Umwelt und Klima (WZE)
Gefördert durch das Bundesministerium für Verkehr Innovation und Technologie (BMVIT)

Abbildung B.9: Infoplattform; Thema 7



8. Diashows zum Thema (mit Erläuterungen)

-  [Nachhaltiger Wohn- und Bürobau](#)
-  [Technologien im nachhaltigen Wohnbau](#)
-  [Das Niedrigenergiehaus](#)
-  [Das Passivhaus](#)
-  [Ökologische Baustoffe](#)



[zurück](#)



[home](#)



Wollen Sie mehr über uns wissen, oder weitere Informationen nutzen, so besuchen Sie bitte unsere homepage unter www.wze.at

Eine Initiative des Wiener Zentrums für Energie, Umwelt und Klima (WZE)
Gefördert durch das Bundesministerium für Verkehr Innovation und Technologie (BMVIT)

Abbildung B.10: Infoplattform; Thema 8

Anhang C: Erhebungsbogen und Interviewleitfaden

Auf den folgenden Seiten ist das Erhebungstool dokumentiert, welches zur Datenaufnahme im Zuge der Untersuchung der Fallstudien angewandt wurde. Es handelt sich dabei um die Kombination von standardisiertem Fragebogen und Interviewleitfaden. Das Formular wurde im Zuge der Erhebungsarbeiten sowohl bei persönlichen Interviews vor Ort als auch bei telefonischen Interviews eingesetzt.

Die Interviewdauer lag je nach Datenverfügbarkeit (Energieabrechnungen, Grundrisspläne,...) und individuellen Facettenreichtum des zu untersuchenden Projektes bei der Interviewführung durch sehr routinierte Interviewer bei 60 bis 120 Minuten pro Haushalt. Die Interviews wurden dabei mit wenigen Ausnahmen (Ablehnung durch den Interviewten) auf Tonträger aufgezeichnet.

Versionen des Erhebungstools wurden jeweils speziell für den Einsatz in Mehrfamilienhäusern und für den Einsatz in Einfamilienhäusern entwickelt, wobei die Grundstruktur und die Fragenkategorien jedoch ident sind. Aus Platzgründen erfolgt im Weiteren nur die Dokumentation des Erhebungstools für Mehrfamilienhäuser.

Erhebungsbogen

Energieverbrauch in sanierten Wohngebäuden

(für Einfamilienhäuser, Version 1.0)

Die Erkenntnisse aus dieser Studie dienen zur Erforschung der Auswirkung von thermischer Sanierung bei Wohngebäuden. Wir garantieren für eine weitere anonymisierte Datenverarbeitung.



Wiener Zentrum für Energie, Umwelt und Klima

Tel.: 01-58801-37355 (Hr. Schriefl oder Hr. Baumann)
oder 01-58801-37358 (Hr. Biermayr)
e-mail: bernhard.baumann@wze.at
ernst.schriefl@wze.at

Fax.: 01-58801-37397

Internet: www.wze.at

Wien, Juli 2003

Teil 1: Allgemeine Daten

1.1 zum Gebäude:

Objekt: Einfamilienhaus Zweifamilienhaus Reihenhause Mehrfamilienhaus

Land: B K N O S ST T V W

Ort: Postleitzahl: _____ Ort: _____

Angaben beziehen sich auf: Gesamtgebäude einzelne Wohnung _____

Baujahr des Gebäudes: _____ Gesamtgeschosszahl (ohne Keller): _____

Von uns bewohnt seit: _____ Die Wohnung liegt im _____ Geschoss

Gebäude ist zu _____ % unterkellert Anzahl Wohnungen im Gebäude: _____

in welchem Zeitraum wurden die Sanierungsarbeiten durchgeführt? _____

nach Sanierung

mittlere Raumhöhe: _____ Meter Wohnfläche: _____ m²

Im Winter beheizte Fläche: _____ m² (_____ °C)

Im Winter temperierte Fläche: _____ m² (_____ °C)

Sonstige beheizte Flächen (Keller, Garage, Wintergärten...): _____ m² (_____ °C)

Sonstige temperierte Flächen (Keller, Garage, Wintergärten...): _____ m² (_____ °C)

vor Sanierung

mittlere Raumhöhe: _____ Meter Wohnfläche: _____ m²

Im Winter beheizte Fläche: _____ m² (_____ °C)

Im Winter temperierte Fläche: _____ m² (_____ °C)

Sonstige beheizte Flächen (Keller, Garage, Wintergärten...): _____ m² (_____ °C)

Sonstige temperierte Flächen (Keller, Garage, Wintergärten...): _____ m² (_____ °C)

MARESI - Endbericht

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:

nach Sanierung

- Nutzung ausschließlich als private Wohnung
- Berufliche Nutzung zu ___% der Fläche; Art der Tätigkeit: _____

Notizen zur Nutzungsart:

vor Sanierung

- Nutzung ausschließlich als private Wohnung
- Berufliche Nutzung zu _____% der Fläche; Art der Tätigkeit: _____

Notizen zur Nutzungsart:

Gründe für Sanierung generell / spezielle Ausführung

Welche Motivation hatten Sie, eine thermische Sanierung ihres Hauses durchzuführen?

Was waren die Gründe für die konkrete Auswahl der Sanierungsmaßnahmen und deren technischer Durchführung?

Einspareffekte vorher berechnet? (Energie-)beratung

Haben Sie die zu erwartenden Heizenergieeinsparungen / Heizkosteneinsparungen vor der Sanierung berechnet / abgeschätzt bzw. berechnen / abschätzen lassen?

Haben Sie vor der Sanierung eine Energieberatung oder eine andere Art von Beratung in Anspruch genommen? (Woher bezogen Sie Ihre Informationen?)

Zustand vor Sanierung

(ev. in Frage oben schon abgedeckt, Details bzw. noch nicht besprochene Bereiche nachfragen)

Können Sie beschreiben, wie der Zustand des Gebäudes vor Durchführung der Sanierungsmaßnahmen war?

< Schäden in Gebäudehülle, Feuchtigkeitsprobleme, undichtetes Dach, undichte Fenster, ...>

Zustand nach Sanierung / Zufriedenheit mit Sanierung

Konnten Schäden/Probleme, die vor der Sanierung bestanden, durch die Sanierung behoben werden?

Sind sie mit der Qualität der durchgeführten Maßnahmen zufrieden? Wenn nein, welche Mängel/Probleme gibt es?

Gab es bei der Durchführung der Sanierungsmaßnahmen irgendwelche Probleme?

Sind nach Ende der Sanierungsmaßnahmen irgendwelche Schäden/Probleme aufgetreten?

Gab es irgendwann Schimmelschäden? Gibt es sie noch? Hat sich diesbezüglich nach der Sanierung etwas verändert??

Teil 2: Technische Grundausstattung

2.1 Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energieträger:

nach Sanierung

- Sonnenkollektoren zur WW-Bereitung
 Kollektorart _____ m² Südabweichung _____ ° Baujahr _____
 Neigung _____ °
- Sonnenkollektoren zur teilsolaren Heizung
 Kollektorart _____ m² Südabweichung _____ ° Baujahr _____
 Neigung _____ °
- Photovoltaikanlage
 Typ _____ BJ _____ m²
 Südabweichung _____ ° Neigung _____ ° Netzeinbindung? _____
- Solar passive Elemente
 Typ _____ m² Ausrichtung _____
- Wärmepumpe zur WW-Bereitung
 Typ _____ BJ _____
 Leistungsaufnahme _____ W Arbeitszahl _____
- Wärmepumpe zur Heizung
 Typ _____ BJ _____
 Leistungsaufnahme _____ W Arbeitszahl _____
- Biomasseanlage individuell (Beschreibung) _____

- Biomasse in Nahwärmesystemen(Beschreibung) _____

vor Sanierung

- Sonnenkollektoren zur WW-Bereitung
 Kollektorart _____ m² Südabweichung _____ ° Baujahr _____
 Neigung _____ °
- Sonnenkollektoren zur teilsolaren Heizung
 Kollektorart _____ m² Südabweichung _____ ° Baujahr _____
 Neigung _____ °
- Photovoltaikanlage
 Typ _____ BJ _____ m²
 Südabweichung _____ ° Neigung _____ ° Netzeinbindung? _____
- Solar passive Elemente
 Typ _____ m² Ausrichtung _____
- Wärmepumpe zur WW-Bereitung
 Typ _____ BJ _____
 Leistungsaufnahme _____ W Arbeitszahl _____
- Wärmepumpe zur Heizung
 Typ _____ BJ _____
 Leistungsaufnahme _____ W Arbeitszahl _____
- Biomasseanlage individuell (Beschreibung) _____

- Biomasse in Nahwärmesystemen(Beschreibung) _____

2.2 Heizsystem:

nach Sanierung

Heizsystem: _____

Brennstoff: _____

Heizkörper: _____

Regelungen:

Innenthermostat Außenthermostat per Hand

Kessel:

Baujahr: _____ Kesselleistung: __ kW Type/Hersteller: _____

Pufferspeicher vorhanden?

Volumen: _____ Liter mittlere Temperatur: _____ °C

Verwendung von elektrischen Heizgeräten:

oft selten nie

welche: _____

vor Sanierung

Heizsystem: _____

Brennstoff: _____

Heizkörper: _____

Regelungen:

Innenthermostat Außenthermostat per Hand

Kessel:

Baujahr: _____ Kesselleistung: __ kW Type/Hersteller: _____

Pufferspeicher vorhanden?

Volumen: _____ Liter mittlere Temperatur: _____ °C

Verwendung von elektrischen Heizgeräten:

oft selten nie

welche: _____

Heizungsregelung / Heizkomfort

Sind Sie mit Ihrer (neuen) Heizung zufrieden? Ist die Regelbarkeit zufriedenstellend (oder hätten Sie es gern manchmal wärmer / kühler und die Heizung reagiert nicht entsprechend / zu langsam?)

Sind Sie mit dem Heizkomfort (Arbeitsaufwand beim Heizen) zufrieden?

Wenn Sie das mit der Situation vor der Sanierung vergleichen, was hat sich verändert?

Behaglichkeit Winter

An einem typischen Wintertag, fühlen Sie sich behaglich in Ihrem Haus? Wenn nein, in welchen Situationen / an welchen Orten fühlen Sie sich unwohl? An welchen Orten halten Sie sich bevorzugt auf?

Wenn Sie das mit der Situation vor der Sanierung vergleichen, was hat sich verändert?

Zufriedenheit Wohnsituation allgemein

Ganz allgemein, sind Sie mit Ihrer momentanen Wohnsituation zufrieden? Wenn nein, was stört Sie? Was gefällt Ihnen besonders an Ihrem Haus?

Wenn Sie das mit der Situation vor der Sanierung vergleichen, was hat sich verändert?

Luftqualität

Ist die Luft phasenweise zu trocken / zu feucht in der Wohnung / im Haus? Wenn ja, wann tritt dies auf?

falls neue Fenster: Haben Sie das Gefühl, dass die neuen Fenster zu dicht sind?

2.3 Warmwasserbereitung

nach Sanierung

Art der WW-Bereitung: _____

Größe Warmwasserspeicher: _____ Liter,

mittl. Temp. im Speicher: _____ °C

Im Winter:

- mit Heizungsanlage anderes System

Im Sommer:

- mit Heizungsanlage anderes System

vor Sanierung

Art der WW-Bereitung: _____

Größe Warmwasserspeicher: _____ Liter,

mittl. Temp. im Speicher: _____ °C

Im Winter:

- mit Heizungsanlage anderes System

Im Sommer:

- mit Heizungsanlage anderes System

2.4 Herd (Kochstellen):

nach Sanierung

- elektrisch (____%) Erdgas (____%) Flüssiggas (____%)

- sonstiges: _____ (____%)

vor Sanierung

- elektrisch (____%) Erdgas (____%) Flüssiggas (____%)

- sonstiges: _____ (____%)

Teil 3: Gebäude

3.1 Wesentliche Bauteile

Bauweise: schwer gemischt leicht

Aktive Speichermasse: hoch mittel gering

Wandaufbauten (Angaben des Interviewpartners):

<u>nach Sanierung</u>	
Aufbau Nordwand	Aufbau Südwand
Aufbau Ost/Westwand	Dachgeschossdecke

<u>vor Sanierung</u>	
Aufbau Nordwand	Aufbau Südwand
Aufbau Ost/Westwand	Dachgeschossdecke

nach Sanierung

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

vor Sanierung

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

Heizkosteneinsparungen

Haben Sie bemerkt, dass Sie nach der Sanierung Heizenergie / Heizkosten eingespart haben? Wenn ja, ca. in welchem Ausmaß (prozentuell oder ev. absolut)?

Decken sich die Einsparungen mit Ihren Erwartungen (falls Erwartungen bzgl. Einsparungen vorhanden waren) ? Wenn nein, was glauben sie, woran das liegt?

Heizkosten (Wichtigkeit, Höhe)

Sind Heizkosten (bzw. Energie-/ Betriebskosten generell) für Sie wichtig?
Können Sie angeben, wie hoch Ihre jährlichen Heizkosten ungefähr liegen?

Kosten der Sanierung

Wie hoch waren die gesamten Kosten der Sanierung?

Welches Finanzierungsmodell wurde gewählt?

Falls Darlehen: Fallen jetzt noch laufende Kosten an? Wie hoch sind diese etwa?

Gab es Förderungen? Welche? In welcher Höhe?

Laufende Kosten

Haben sich Ihre gesamten laufenden Kosten für Ihr Haus nach der Sanierung reduziert?

Oder wurden allfällige Senkungen der Heizkosten durch andere (zusätzliche) Kostenfaktoren ausgeglichen?

Teil 4: Energiebuchhaltung und Personen im Haushalt

4.1 Personen im Haushalt: (Interviewpartner kennzeichnen!)

<u>nach Sanierung</u>						
Im Haushalt lebende Personen:						
Alter, Geschlecht (M,W)			Beruf/ Tätigkeit/ <i>Schulbildung</i>		Anwesenheit	
					jährlich in Tagen pro Jahr	täglich in Std. pro Tag
1.	M	W				
2.	M	W				
3.	M	W				
4.	M	W				
5.	M	W				
6.	M	W				
7.	M	W				
8.	M	W				
9.	M	W				

<u>vor Sanierung</u>						
Im Haushalt lebende Personen:						
Alter, Geschlecht (M,W)			Beruf/ Tätigkeit/ <i>Schulbildung</i>		Anwesenheit	
					jährlich in Tagen pro Jahr	täglich in Std. pro Tag
1.	M	W				
2.	M	W				
3.	M	W				
4.	M	W				
5.	M	W				
6.	M	W				
7.	M	W				
8.	M	W				
9.	M	W				

Zeiten in der Heizperiode, in denen die Wohnung leer steht (Absenphasen?):

Zeiten in der Heizperiode, in denen die Wohnung leer steht (Absenphasen?):

Interviewpartner ist: Eigentümer Pächter Mieter Untermieter

MARESI - Endbericht

4.2 Zur Sanierung:

Planung: selbst geplant vom Baumeister Architekt unbekannt oder: _____

Durchführung: selbst durchgeführt vom Baumeister Architekt unbekannt oder: _____

4.3 Jahresenergiebilanz: bitte sehr genaue Angaben aller Verbräuche (auch Holz f. Kamin etc.)

<u>nach Sanierung</u>						
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.

<u>vor Sanierung</u>						
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.

Raumtemperaturen

Welche Raumtemperatur bevorzugen Sie während der Heizperiode? Gilt das auch für sehr kalte Tage?

Ist die Raumtemperatur während der Heizsaison in den einzelnen Räumen unterschiedlich?

(ev. Räume gedanklich durchgehen)

Gibt es Unterschiede zwischen Tag und Nacht?

Wenn ja, welche?

Sind die Raumtemperaturen ähnlich in der Übergangszeit wie in der Heizperiode?

Was hat sich hier punkto Raumtemperaturen seit der Sanierung verändert? Ist es im Schnitt wärmer (wenn ja, wieviel), sind mehr Räume beheizt als vor der Sanierung, wenn ja, welche? Sind einige Räume gleich geblieben, einige wärmer gehalten?

Regelung Raumtemperatur

Falls Regelungseinrichtungen für Raumtemperatur (siehe 2.2) vorhanden:

Wie bedienen Sie diese? (immer gleich eingestellt, selten / oft nachgeregelt), falls

Thermostat: auf welcher Temperatur eingestellt? regeln Sie die Raumtemperatur?

Wer im Haushalt bedient die Regelung?

Was hat sich hier seit der Sanierung verändert? Wie haben Sie vor der Sanierung die Temperatur geregelt / die Regeleinrichtungen bedient?

Wie lüften Sie, - wenn es sehr kalt ist, - an einem durchschnittlichen Wintertag, - in der Übergangszeit? Gibt es Fenster, die (fast) ständig gekippt sind?

Wie hat sich das Lüftungsverhalten seit der Sanierung verändert? Lüften Sie mehr / weniger?

Lüftungsverhalten

Wie oft / wie lange lüften Sie an einem durchschnittlichen Wintertag? In einzelnen Räumen unterschiedlich? Gibt es Fenster, die ständig geöffnet / gekippt sind?
An einem sehr kalten Wintertag: ändern Sie ihr Lüftungsverhalten im Vergleich dazu?

Wenn Sie ihr Verhalten punkto Lüftung mit der Situation vor der Sanierung vergleichen, was hat sich verändert?

Lüften Sie während der Übergangszeit (falls bereits geheizt wird) öfter / anders als durchschnittlich im Winter?

Hat sich in dieser Hinsicht zur Situation vor der Sanierung etwas verändert?

10 allgemeine Fragen zum Bereich Energie/Umwelt

1. *Schätzen Sie:*

Ein durchschnittliches Einfamilienhaus in Österreich benötigt zur Beheizung in etwa die Energiemenge, die in _____ l Öl (oder m³ Erdgas) steckt. (*Hinweis: der Energieinhalt von 1 l Erdöl entspricht in etwa dem Energieinhalt von 1 m³ Erdgas*)

2. *Schätzen Sie:*

Ein durchschnittlicher Haushalt in Österreich benötigt gemessen am Haushalts-Gesamtenergieverbrauch (ohne Verbrauch für PKW)

für Warmwasser: _____ %
 für Haushaltsgeräte inkl. Kochen _____ %
 für Beleuchtung _____ %
 für Beheizung _____ % (Summe ist 100%!)

3.

Mit einer Kilowattstunde (kWh) kann eine 100 W Glühbirne _____ Stunden brennen.

4.

Das Verbrennen von Holz gilt als „CO₂-neutral“ ja nein weiß nicht

5.

Der Energieverbrauch für Mobilität (PKW) in einem durchschnittlichen Haushalt in Österreich ist verglichen mit dem Heizenergieverbrauch:

deutlich niedriger deutlich höher etwa gleich hoch weiß nicht

6 a.

Dass ich mich zum Energiesparen bewußt einschränke (z.B. niedrige Raumtemperaturen, bestimmte Elektrogeräte nicht verwenden), kommt

nie oder fast nie ab und zu oft vor.

6b.

Falls ich mich zum Energiesparen bewußt einschränke, tue ich dies in erster Linie

aus Kostengründen aufgrund ökologischer Überlegungen

7.

Ich trenne regelmässig Müll: ja nein

8.

Wege im Alltag lege ich folgendermassen zurück:

zu Fuß: nie oder fast nie ab und zu oft
 mit dem PKW: nie oder fast nie ab und zu oft
 mit öffentlichen Verkehrsmitteln: nie oder fast nie ab und zu oft
 mit dem Fahrrad: nie oder fast nie ab und zu oft

9.

Beim Kauf von Haushaltsgeräten achte ich auf den Energieverbrauch:

nie oder fast nie ab und zu oft

10.

In folgenden Bereichen des Konsums versuche ich - oft oder zumindest fallweise - „Bio“-Produkte bzw. möglichst ökologisch produzierte bzw. möglichst naturbelassene Produkte zu kaufen:

Lebensmittel Kleidung Möbel Waschmittel Farben und Lacke Papier andere: _____

MARESI - Endbericht