

**ZEW**

Zentrum für Europäische  
Wirtschaftsforschung GmbH  
Centre for European  
Economic Research



Fraunhofer Institut  
System- und  
Innovationsforschung



**Öko-Institut e.V.**  
Institut für angewandte Ökologie  
Institute for Applied Ecology



**DIW** Berlin



Universität St.Gallen

# **Einflussfaktoren auf die Zahlungsbereitschaft für energieeffizientes Wohnen: Ergebnisse eines diskreten Entscheidungsmodells**

**Draft Working Paper No. 9 within the project:**

## **Soziale, ökologische und ökonomische Dimensionen eines nachhaltigen Energiekonsums in Wohngebäuden**

**Funded under the BMBF Programme  
„Vom Wissen zum Handeln  
- Neue Wege zum nachhaltigen Konsum“**

**Draft Version 1**

**Author:**

**Martin Kesternich, ZEW Mannheim**

**Mannheim  
July 2010**

# Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	iv
Abbildungsverzeichnis	vi
Tabellenverzeichnis	vii
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2 Energieeffizienz im Gebäudesektor</b>	<b>2</b>
2.1 Energieeffizienz als prioritäres Handlungsfeld? . . . . .	2
2.2 Der Energieausweis als Instrument zur Steigerung der Energieeffizienz .	4
2.2.1 Entwicklung der gesetzlichen Ausgestaltung des Energieausweises	4
2.2.2 Ökonomische Wirkung . . . . .	7
2.2.3 Schwächen des Energieausweises . . . . .	8
2.3 Barrieren und Hemmnisse . . . . .	9
2.3.1 Qualitative Analyse . . . . .	10
2.3.2 Empirischer Vergleich . . . . .	16
<b>3 Methoden zur Bestimmung von Zahlungsbereitschaften für Qualitätsmerkmale am Beispiel der Energieeffizienz</b>	<b>21</b>
3.1 Das Modell der hedonischen Preise nach Rosen (1974) . . . . .	21
3.1.1 Das Marktgleichgewicht . . . . .	22
3.1.2 Das Nutzenkalkül des Haushalts . . . . .	22
3.1.3 Die Bedeutung des Einkommens und spezifischer Haushaltscharakteristika . . . . .	24
3.1.4 Wohlfahrtseffekte ordnungsrechtlicher Restriktionen . . . . .	25
3.1.5 Schätzung . . . . .	26
3.1.6 Empirische Beispiele . . . . .	30
3.2 Das diskrete Entscheidungsmodell . . . . .	32
3.2.1 Diskrete Entscheidungsmodelle als <i>behavioral models</i> . . . . .	32
3.2.2 Mikroökonomische Einbettung und Wohlfahrtseffekte . . . . .	33
3.2.3 Schätzung . . . . .	37
3.2.4 Empirische Beispiele . . . . .	38
<b>4 Empirische Auswertung</b>	<b>42</b>
4.1 Motivation . . . . .	42
4.2 Daten . . . . .	46
4.3 Deskriptive Ergebnisse . . . . .	46
4.3.1 Zahlungsbereitschaft für energieeffiziente Bestandsgebäude . . . .	46
4.3.2 Wissen und Einstellung zum Energieausweis . . . . .	47
4.4 Modell und Schätzung . . . . .	49

4.5	Ergebnisse . . . . .	55
4.6	Methodenkritik . . . . .	62
<b>5</b>	<b>Fazit</b>	<b>63</b>
<b>6</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>65</b>
<b>A</b>	<b>Anhang</b>	<b>viii</b>
A.1	Herleitung der Wahlwahrscheinlichkeit im Logit Modell . . . . .	viii
A.2	Herleitung des <i>maximum likelihood</i> Schätzers im Logit Modell . . . . .	ix
A.3	Deskriptive Auswertung zur Kenntnis des Energieausweises und Einstellung zu diesem . . . . .	x

# Abkürzungsverzeichnis

2SLS	Instrumentalvariablenschätzer ( <i>two stage least squares</i> )
AME	durchschnittlicher marginaler Effekt ( <i>average marginal effect</i> )
Bd.-Reg.	Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland
BDI	Bundesverband der Deutschen Industrie e.V.
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
CAPI	Computer gestützte persönliche Befragung
CEPE	<i>Centre for Energy Policy and Economics</i> , ETH Zürich, Schweiz
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid
CS	Konsumentenrente
dena	Deutsche Energie - Agentur GmbH
DNGB	Deutsches Gütesiegel für nachhaltiges Bauen
EEG	Erneuerbare Energien Gesetz
EEWärmeG	Erneuerbare Energien Wärme Gesetz
EnEV	Energieeinsparverordnung
EP	Europäisches Parlament
EPBD	Europäische Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz in Gebäuden
EU	Europäische Union
EUKOM	Europäische Kommission
EuP	Energiebetriebene Produkte ( <i>energy using products</i> )
GfK	Gesellschaft für Konsumforschung
GIH	Bundesverband der Gebäudeenergieberater, Ingenieure und Handwerker
HeizAnIV	Heizungsanlagenverordnung
HH	Haushalt
IIA	Anahme der Unabhängigkeit irrelevanter Alternativen
iid	<i>independent and identically distributed</i>
IÖW	Institut für ökologische Wirtschaftsforschung, Berlin
k.A.	keine Angabe
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
LEED	<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>
MAP	Marktanreizprogramm
MEM	marginaler Effekt für ein durchschnittliches Individuum ( <i>marginal effect at the mean</i> )
Mio.	Millionen
MNLM	Multinominales Logit Modell
MWTP	Marginale Zahlungsbereitschaft ( <i>marginal willingness to pay</i> )

OLS	kleinste Quadrate Schätzung ( <i>ordinary least squares</i> )
$Q_p$	Primärenergiebedarf
RES	erneuerbare Energiequellen ( <i>renewable energy sources</i> )
RUM	<i>Random Utility Model</i>
Seco@home	Soziale, ökologische und ökonomische Dimensionen eines nachhaltigen Energiekonsums in Wohngebäuden (Forschungsprojekt)
USA	Vereinigte Staaten von Amerika
WSVO	Wärmeschutzverordnung
ZEW	Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, Mannheim

# Abbildungsverzeichnis

1	Die Entwicklung zur EnEV und zur Einführung des Energieausweises .	5
2	Kennzeichnungspflicht durch den Energieausweis nach EnEV 2007 . . .	6
3	Entwicklung der energetischen Mindestanforderung für Neubauten nach WSVO/EnEV . . . . .	10
4	Wahl des optimalen Energieeffizienznieaus . . . . .	13
5	Wohlfahrtseffekte bei der Wahl des optimalen Energieeffizienznieaus .	14
6	Wahl der optimalen Produkteigenschaften . . . . .	24
7	Wohlfahrtseffekte ordnungsrechtlicher Restriktionen . . . . .	25
8	Wohlfahrtsverluste ordnungsrechtlicher Restriktionen . . . . .	26
9	Das <i>second stage identification problem</i> I . . . . .	29
10	Das <i>second stage identification problem</i> II . . . . .	29
11	Das <i>second stage identification problem</i> III . . . . .	30
12	Deskriptive Ergebnisse zur Zahlungsbereitschaft für energieeffiziente Be- standsbauten . . . . .	47

# Tabellenverzeichnis

1	Vergleich der Studien zur Energieeffizienz in Wohngebäuden . . . . .	17
2	Vergleich der identifizierten Treiber und Hemmnisse für Energieeffizienz	18
3	Beschreibung der verwendeten Variablen . . . . .	54
4	Schätzergebnisse des multinominalen Logit Modells 1-3 . . . . .	56
5	Schätzergebnisse des multinominalen Logit Modells 4-5 . . . . .	58
6	Marginale Effekte . . . . .	60
A.1	Kenntnis des Energieausweises und Einstellung zu diesem in Abhängig- keit von soziodemographischen Variablen . . . . .	x
A.2	Kenntnis des Energieausweises und Einstellung zu diesem in Abhängig- keit von Umwelteinstellung und -wissen . . . . .	xi
A.3	Kenntnis des Energieausweises und Einstellung zu diesem in Abhängig- keit von Wohnpräferenzen . . . . .	xii

# 1 Einleitung

Zur Erreichung der ambitionierten Umwelt- und Klimaschutzziele hat die Europäische Union im Rahmen des im Jahr 2009 verabschiedeten Klimapakets die Energieeffizienz als zentrales Handlungsfeld identifiziert (vgl. u.a.: EP, 2008) und strebt bis zum Jahr 2020 eine Steigerung der Energieeffizienz um 20% gegenüber 2008 an. Eine besondere Rolle misst das Europäische Parlament dem Gebäudesektor zu, da dieser aufgrund des Bedarfs an Heizwärme (Raumwärme und Warmwasserbereitung) zu einem erheblichen Anteil der CO<sub>2</sub> Emissionen beiträgt. Gleichzeitig wird häufig argumentiert, dass für die Steigerung der Energieeffizienz in Wohngebäuden eine Vielzahl von Maßnahmen mit geringen bzw. sogar negativen Vermeidungskosten zur Verfügung stehen (vgl. u.a.: BDI, 2009). Dennoch ist festzustellen, dass trotz aller Maßnahmenpakete und Förderprogramme die energetische Sanierungsaktivität in europäischen Haushalten bislang nicht die gewünschte Dynamik erreicht. Obgleich das Interesse in Deutschland in den letzten Jahren zugenommen hat, zeigt sich, dass zwischen 1989 und 2006 weniger als 30% aller möglichen energetischen Sanierungsmaßnahmen durchgeführt worden sind (vgl.: BMVBS, 2007).

Ziel dieser Arbeit ist es, einen Beitrag zur Erforschung der Einflussfaktoren auf die Nachfrage nach energieeffizienten Technologien in Haushalten zu leisten. Einen Schwerpunkt bildet dabei die Spezifikation des mikroökonomischen Nutzenkalküls des Individuums bei der Entscheidung über das optimale Energieeffizienzniveau. An dieser Stelle soll vor allem diskutiert werden, inwieweit das traditionelle Konzept der Investitionsrechnung das ökonomische Optimum abbildet. Den Kern der empirischen Analyse bildet die Bestimmung der Determinanten der Zahlungsbereitschaft für die Energieeffizienz eines Bestandsgebäudes bei der Wohnungssuche. Es gilt zu analysieren, inwieweit sich unterschiedliche Zahlungsbereitschaften auf Einkommenseffekte zurückführen lassen und welche weiteren Faktoren in die mikroökonomische Bewertung einer energieeffizienten Immobilie eingehen. Dabei soll auch die Rolle des Energieausweises als politisches Instrument zur Reduktion von Informationsasymmetrien zwischen Anbietern und Nachfragern bezüglich des energetischen Zustands einer Immobilie untersucht werden.

Kapitel 2 gibt einen Überblick über die ordnungspolitischen Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz in Wohngebäuden und diskutiert die ökonomische Wirkung des Energieausweises. Darüber hinaus identifiziert der Vergleich von vier Studien zur Sanierungsaktivität von selbstnutzenden Eigentümern Barrieren und Hemmnisse der energetischen Sanierung. Kapitel 3 stellt zwei Methoden zur Bestimmung von (impliziten) Zahlungsbereitschaften für Qualitätsmerkmale einander gegenüber, untersucht deren mikroökonomische Einbettung und zeigt die wesentlichen Schritte der empirischen Umsetzung auf. In Kapitel 4 erfolgt die empirische Auswertung der Determinanten der Zahlungsbereitschaft für energieeffiziente Bestandsgebäude mithilfe eines diskreten Entscheidungsmodells. Kapitel 5 fasst die zentralen Ergebnisse zusammen.

## 2 Energieeffizienz im Gebäudesektor

### 2.1 Energieeffizienz als prioritäres Handlungsfeld?

Mit der Verabschiedung des Klima- und Energiepakets im Frühjahr 2009 setzt die Europäische Kommission die erstmals zu Beginn des Jahres 2007 formulierten „20/20/20 Ziele“ (EP, 2008) gesetzlich um. Demnach soll die Vorreiterrolle der Europäischen Union beim Klimaschutz im Wesentlichen durch drei Säulen gestützt werden. Bis zum Jahr 2020 soll eine Reduktion der Treibhausgasemissionen um 20% gegenüber dem Jahr 1990, ein Ausbau des Anteils erneuerbarer Energien am Gesamtenergieverbrauch auf 20% und eine Steigerung der Energieeffizienz um 20% gegenüber 2008 angestrebt werden. Die Steigerung der Energieeffizienz, das Verhältnis von produziertem Output oder produzierter Leistung zur eingesetzten Energiemenge wird dabei im Allgemeinen auf der europäischen Agenda zur Klima- und Energiepolitik als Schlüsselement diskutiert. So kann „[d]ie Bedeutung wirksamer Strategien zur Verbesserung der Energieeffizienz für die integrierte Klima- und Energiepolitik der EU [...] gar nicht hoch genug angesetzt werden“ (EUKOM, 2008a, S. 4). Die Grundlage für die abzuleitenden politischen Maßnahmen im Handlungsfeld einer sparsamen Nutzung von Energie bildet ein Grünbuch der Europäischen Kommission aus dem Jahr 2005, in welchem die Vielfalt der positiven Effekte eines effizienten Energieeinsatzes hervorgehoben wird (vgl. hier und im Folgenden: EUKOM, 2005). Die Kommission schätzt, dass Energieeffizienzmaßnahmen zu einer Reduktion des aktuellen Energieverbrauchs um 20% oder äquivalent zu einer Kosteneinsparung von 60 Mrd. € pro Jahr für Industrie und Haushalte beitragen können. Dies führt demnach zu einer Entlastung der privaten Haushalte, trägt zum anderen zu sinkenden Produktionskosten bei und erhöht damit die Wettbewerbsfähigkeit europäischer Unternehmen im internationalen Vergleich. Insgesamt könnten damit bis zu eine Million direkte und indirekte hochqualifizierte Jobs entstehen. Der Kommission zufolge trägt der verminderte Energieeinsatz nachhaltig zu einer raschen, effektiven und kosteneffizienten Reduktion der Treibhausgasemissionen bei und harmonisiert daher mit den Klimaschutzzielen der Europäischen Union. Als weiteren positiven Effekt identifiziert das Grünbuch die Steigerung der Energieeffizienz als wirkungsvolles Mittel zur Verminderung der Energienachfrage. Dies dämmt die Abhängigkeit von ausländischen Energieimporten ein und schafft damit die Voraussetzung für eine dauerhafte, sichere Energieversorgung. Die europäische Gemeinschaft zögert an dieser Stelle nicht, sogleich potenzielle Hemmnisse und Barrieren innerhalb dieses vielversprechenden Handlungsfelds zu identifizieren und einen Maßnahmenkatalog abzuleiten, um die zügige Diffusion von energieeffizienten Technologien sicherzustellen. Demnach gehören zum Instrumentenmix, neben einer verbesserten Ausgestaltung der Verbraucherinformationen (z.B. verbessertes *Energylabeling* für energiebetriebene Haushaltswaren), auch Energiesteuern, die die externen Effekte internalisieren sowie staatliche Förderprogramme. Die Forderung von einer verstärkten Nachfrage nach energieeffizienten

Produkten und Dienstleistungen seitens der öffentlichen Hand (*Green Public Procurement*) komplettiert außerdem den Maßnahmenkatalog. Die Notwendigkeit für die staatliche Intervention wird dabei einerseits aus den spezifischen Charakteristika (z.B. Machtverteilung) des Energiemarktes abgeleitet. Andererseits gilt es, die identifizierten Informations- bzw. Anreizprobleme zu lösen. Beispiele dafür sind die Unsicherheit über Kosten/Nutzen - Relationen, die Verfügbarkeit energieeffizienter Technologien, das fehlende Wissen über den eigenen Energiekonsum oder das Mieter/Vermieter - Dilemma. Die Umsetzung des Grünbuchs erfolgt im Rahmen des 2006 veröffentlichten Aktionsplans für Energieeffizienz (EUKOM, 2006) und der parallel eingeführten Richtlinie zur Endenergieeffizienz und Energieleistungen (EU, 2006). Darin weist die Europäische Kommission explizit auf die zentrale Bedeutung und das hohe Einsparpotenzial in Gebäuden hin. Zum einen wird etwa 40% der Endenergie in Deutschland für Heizwärme (Raumwärme und Warmwasserbereitung) verwendet (vgl.: BMVBS, 2007). Hansen (2009) beziffert den Anteil des Wohngebäudesektors am Gesamtenergieverbrauch des Jahres 2006 auf 30%, davon entfallen etwa 20% auf die Heizwärme (vgl.: dena, 2007). Zum anderen wird häufig argumentiert, dass ein großer Teil dieser Emissionen zu geringen, teilweise sogar negativen Vermeidungskosten eingespart werden kann (vgl. u.a.: Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden Württemberg, 2004; BDI, 2009). Diese Ergebnisse und Berechnungsmethoden werden allerdings kontrovers diskutiert (vgl. u.a.: Weimann, 2009). Dennoch zeichnet die Kommission eine Verschärfung der energetischen Mindestanforderungen an Gebäude im Rahmen des Aktionsplans für Energieeffizienz als vorrangige Maßnahme aus (vgl.: EUKOM, 2006). Gleichzeitig fordert sie die Mitgliedsstaaten zur Ausarbeitung eigener Maßnahmenkataloge auf (vgl.: EU, 2006; EUKOM, 2006). Die Bundesrepublik Deutschland setzt diese Forderung mit der Einführung des Nationalen Energieeffizienz - Aktionsplans Ende 2007 um (vgl.: BMWi, 2007). Der deutsche Aktionsplan beinhaltet ein Maßnahmenpaket, welches hauptsächlich aus Förderprogrammen (koordiniert durch die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)), Energieverbrauchskennzeichnungen, der Sanierung öffentlicher Gebäude sowie Beratungs- und Informationsprogrammen besteht (vgl.: BMWi, 2007 für eine umfassende Darstellung). Gemessen an den direkten Emissionsminderungseffekten bis 2020 schätzt Hansen (2009) die Wirkung von Förderungsinstrumenten wie dem KfW- CO<sub>2</sub> - Gebäudesanierungsprogramm (7,1 Mio. t CO<sub>2</sub> - Äquivalent), dem Marktanreizprogramm (MAP) (4,8 Mio. t CO<sub>2</sub> - Äquivalent) sowie einer Novellierung der Energieeinsparverordnung (EnEV) (3,7 Mio. t CO<sub>2</sub> - Äquivalent) innerhalb der Maßnahmen des beschlossenen integrierten Energie- und Klimaprogramms am höchsten ein. Es wird an dieser Stelle jedoch nicht deutlich, ob diese Maßnahmen auch das Kriterium der Kosteneffizienz erfüllen.

## **2.2 Der Energieausweis als Instrument zur Steigerung der Energieeffizienz**

Aus ökonomischer Perspektive ist ein staatlicher Eingriff zu rechtfertigen, wenn die private Allokation knapper Ressourcen durch den Marktmechanismus nicht zu einem pareto - optimalen Gleichgewicht führt. Im Immobiliensektor lassen sich zwei potenzielle Gründe für ein Marktversagen identifizieren. Durch die Emission von Treibhausgasen beim Konsum von Heizwärme entstehen negative externe Effekte, die ein Konsument in seinem privaten Nutzenkalkül lediglich unzureichend berücksichtigen wird. Darüber hinaus liegt bei der Wahl der Wohnung private Information bezüglich des energetischen Zustands einer Immobilie vor, so dass sich die tatsächliche Qualität dem Nachfrager erst bei der Benutzung zeigt (vgl. hier und im Folgenden: Mennel und Sturm, 2007). Eine Signalisierung des wahren energetischen Zustands einer Immobilie ist ohne unabhängige Kontrolle nicht glaubhaft, so dass das ökonomische Phänomen der adversen Selektion zu vermuten ist.

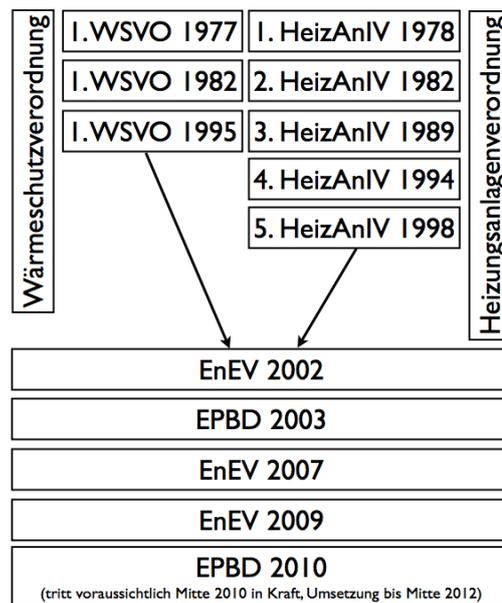
Wie im vorherigen Abschnitt beschrieben, fordert die Europäische Kommission von den Mitgliedsstaaten einen Maßnahmenkatalog verschiedener Instrumente zur Steigerung der Energieeffizienz in Gebäuden. Diese lassen sich, der Typologisierung von Kaufmann-Hayoz und Tews (2009) folgend, in ordnungsrechtliche (wie Gebote und Verbote), kooperative (wie freiwillige Selbstverpflichtung oder Selbstregulierung), ökonomische und kommunikative Instrumente (Bereitstellung von Informationen und Beratung oder Kennzeichnung) gliedern. Ökonomische Instrumente setzen dabei auf eine Veränderung der individuellen Bewertung der Handlungsoptionen durch Preissignale oder auf die Internalisierung externer Effekte. Mennel und Sturm (2007) diskutieren die Wirkung verschiedener Politikinstrumente zur Erreichung einer höheren Energieeffizienz. Vor dem Hintergrund der Kosteneffizienz bei der Beseitigung von Marktversagen empfehlen die Autoren im Fall von asymmetrischer Information zwischen Anbietern und Nachfragern informatorische Instrumente. Bei externen Effekten, wie beispielsweise der Emission von Treibhausgasen, kann eine Steuer- oder Zertifikatelösung dazu beitragen, dass Individuen die gesellschaftlichen Auswirkungen des eigenen Handelns in ihrem individuellen Nutzenkalkül berücksichtigen. Regulatorische Vorgaben oder Zwangsstandards dagegen verletzen oftmals das Kriterium der Kosteneffizienz. Im Folgenden soll nun beispielhaft die Wirkung des Energieausweises als Instrument an der Schnittstelle zwischen ökonomischen und kommunikativen Maßnahmen erläutert werden.

### **2.2.1 Entwicklung der gesetzlichen Ausgestaltung des Energieausweises**

Die gesetzliche Forderung nach einer Kennzeichnung des Energieverbrauchs bei Immobilien findet sich erstmals in der europäischen Richtlinie zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (vgl: EU 2002). Diese soll dazu beitragen, die „[...] klima- und energiepoliti-

schen Ziele mit möglichst geringen Kosten zu erreichen“ (EU, 2009b, §17). Lücke (2009) versteht die Richtlinie neben der EcoDesign- bzw. EuP- Richtlinie zur umweltgerechten Gestaltung energiebetriebener Produkte (EU, 2005) und der noch nicht verabschiedeten Novellierung der RES- (Renewable Energy Sources) Richtlinie zur Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien am Gesamtenergiemix als eine der drei wesentlichen Elemente der „Dreifaltigkeit« der 20er Zielsetzung“ (a.a.O.: S. 71). Abbildung 1 gibt einen Überblick über die Entwicklung der deutschen Gesetzgebung zur Steigerung der Energieeffizienz in Gebäuden.

Abbildung 1: Die Entwicklung zur EnEV und zur Einführung des Energieausweises

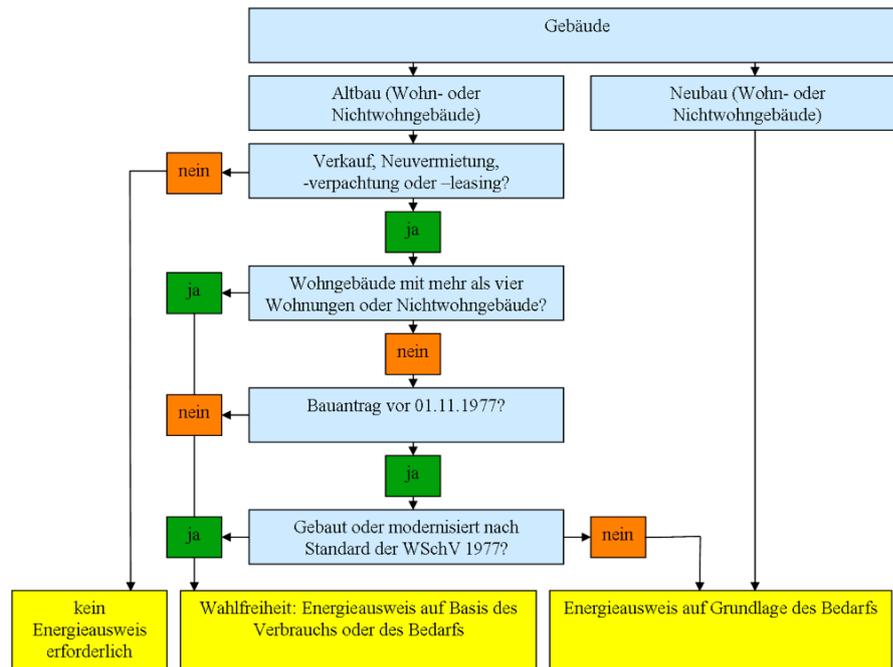


Quelle: eigene Darstellung nach: Verbraucherzentrale NRW, zitiert durch: Albert, 2007.

Die Bundesregierung hat bereits durch die Einführung der Energieeinsparverordnung (EnEV) (Bd.-Reg., 2001) im Jahr 2002 die Grundlage für eine gemeinsame Betrachtung von baulichen und heizungstechnischen Anforderungen gelegt (vgl. hier und im Folgenden: dena, 2002). Diese löst die bis dahin geltende Wärmeschutzverordnung (WSVO) und die entsprechende Heizungsanlagenverordnung (HeizAnIV) ab und führt erstmals für Neubauten sowie für Gebäude, die „wesentlich geändert werden“ (Bd.-Reg., 2001, §13 Abs.2) einen Energieausweis ein, der spezifische Kennwerte zu bauphysikalischen und technischen Daten zur Gebäudehülle sowie Angaben zum Jahres - Primärenergiebedarf aufzuweisen hat (vgl.: §13 Abs.1). Mit der Novellierung der EnEV (vgl.: Bd.-Reg, 2007) im Jahr 2007 setzt die Bundesregierung die zentralen Forderungen der europäischen Richtlinie zur Gesamtenergieeffizienz (EPBD 2003) (vgl.: EU, 2002) in Gebäuden um. In Hinblick auf die Energieverbrauchskennzeichnung bedeutet dies, die verpflichtende Einführung eines Energieausweises bei Neubauten sowie beim Verkauf, Neuvermietung, -pachtung oder -leasing von Bestandsbauten. Abbildung 2 verdeutlicht

die wesentlichen Unterschiede der Kennzeichnungspflicht.

Abbildung 2: Kennzeichnungspflicht durch den Energieausweis nach EnEV 2007



Quelle: eigene Darstellung nach: Albert, 2007.

Dabei ist zunächst einmal zwischen dem Verbrauchsausweis und dem Bedarfsausweis zu unterscheiden. Der für die energetische Bewertung innerhalb des Bedarfsausweises zentrale Primärenergiebedarf ( $Q_p$ ) setzt sich aus dem Endenergiebedarf sowie der zusätzlichen Energiemenge, „die durch zeitlich oder örtlich vorgelagerte Prozessketten außerhalb des Systems des «Gebäude[s]» bei der Gewinnung, Umwandlung und Verteilung der eingesetzten Brennstoffe entsteht“ (Baunetz Wissen, 2010), zusammen. Dies bedeutet, dass neben dem auf objektiven Daten wie Wohnungsgröße, Art der Fenster und Dämmung oder Heizungsanlage berechneten Energiebedarf, energieträgerspezifische Umwandlungskosten berücksichtigt werden. Die energetische Bewertung beim Verbrauchsausweis hingegen erfolgt auf Basis des witterungsbereinigten Energieverbrauchs von mindestens drei aufeinander folgenden Heizkostenabrechnungen. Aufgrund dieser nutzerabhängigen Einschätzung und dem Fehlen von objektiven Bewertungskriterien zur baulichen Substanz raten Ingenieursverbände (vgl. u.a.: GIH, 2006) zum deutlich aufwändigeren und damit teureren Bedarfsausweis. Auch die vom Gesetzgeber geforderten Angaben zu kosteneffizienten Modernisierungsvorschlägen werden beim Verbrauchsausweis aufgrund der fehlenden objektiven Datenbasis kritisch betrachtet (vgl.: a.a.O.). Die EnEV 2007 sieht neue und einheitliche Formularentwürfe für den Energieausweis in Neu- und Bestandsbauten vor. Während in Wohngebäuden neben dem Energiebedarf für Heizung und die Warmwasserbereitung die Lüftung sowie Kühlung berücksichtigt wird, tritt in Nichtwohngebäuden der Bereich der eingebauten Beleuchtung hinzu. Wie Abbildung 2 verdeutlicht, ist in Neubauten ein Energieausweis auf

Basis des Energiebedarfs verpflichtend. Dem hingegen besteht bei Bestandsgebäuden, welche neuvermietet, -verpachtet oder -verleast werden, grundsätzlich eine Wahlmöglichkeit zwischen dem Bedarfs- und dem Verbrauchsausweis. Von diesem Wahlrecht ausgenommen sind Wohngebäude mit weniger als vier Wohnungen, deren Bauantrag vor dem 01.11.1977 gestellt wurde und die nicht nach der damals geltenden Wärmeschutzverordnung gebaut oder modernisiert wurden. Für diese Gebäude ist analog zu den Neubauten der anspruchsvollere Bedarfsausweis bindend. Der Energieausweis ist im Allgemeinen für zehn Jahre gültig. Mit der Novellierung der EnEV im Jahr 2009 werden die primärenergetischen Anforderungen bei Neubau und Sanierung noch einmal um 30% verschärft (vgl.: Bd.-Reg., 2009). Die Regelungen für den Energieausweis aus der EnEV 2007 bleiben weitestgehend unberührt, sehen jedoch beispielsweise eine Verschärfung des Anforderungsprofils der Aussteller von Energieausweisen vor (vgl.: dena, 2009). Für Mitte 2010 planen das Europäische Parlament und der Europäische Rat den Beschluss einer Novellierung der Richtlinie zur Steigerung der Energieeffizienz in Gebäuden (EPBD 2010), die dann ab 2012 in Kraft treten könnte (vgl. hier und im Folgenden: EU, 2009a). Ein zentrales Element des aktuellen Gesetzesentwurfs in Bezug auf die Energiekennzeichnung ist demnach der öffentliche Zugang zum Energieausweis. In Zukunft soll daher in öffentlichen Gebäuden ab 500m<sup>2</sup> mit regelmäßigem Publikumsverkehr eine Aushangspflicht bestehen. Darüber hinaus müssen bei kommerziellen Verkaufs- oder Vermietungsanzeigen ermittelte Energiekennwerte veröffentlicht sowie der Energieausweis einer Immobilie nach Abschluss eines Kauf- oder Mietvertrags dem Käufer oder Mieter ausgehändigt werden. Des Weiteren wird über die Einführung eines unabhängigen Kontrollsystems für die Sicherung der Qualität von Energieausweisen, eine erneute Anpassung des Anforderungsprofils der Aussteller sowie eine Überarbeitung der Modernisierungsempfehlungen diskutiert.

### **2.2.2 Ökonomische Wirkung**

Die Wirkung des Energieausweises lässt sich auf Basis der mikroökonomischen Wohlfahrtstheorie vor dem Hintergrund von asymmetrischer Information zwischen Käufern und Verkäufern bzw. Mietern und Vermietern ableiten (vgl. hier und im Folgenden: Menzel und Sturm, 2007). Bezogen auf die Energieeffizienz im Bereich des Wohnungsmarktes bedeutet dies zunächst, dass ein Individuum bei der Entscheidung zwischen zwei Wohnungen die energetische Qualität (z.B. Fassadendämmung) ohne zusätzliche Informationen nur bedingt beurteilen kann. Somit kann der Interessent nicht hinreichend abschätzen, ob die Wahl der vermeintlich energieeffizienteren Wohnung und der damit verbundene höhere Kaufpreis bzw. die höhere Kaltmiete für ihn die nutzenoptimale Alternative darstellt. Geht man davon aus, „dass der Mieter bei sicherer Information über den Zustand der Wärmedämmung mehr für die Wohnung zu zahlen bereit ist als der Vermieter an Miete verlangen würde“ (a.a.O) und dass ein interessiertes Individuum „eine mittlere Erwartung über [die] Gutseigenschaft bild[et] und daraus seine

mittlere Zahlungsbereitschaft [ableitet]“ (a.a.O), so kommt die Transaktion zwischen einem Interessenten und dem Verkäufer bzw. Vermieter der energieeffizienten Wohnung möglicherweise nicht zu Stande, wenn die mittlere Zahlungsbereitschaft unterhalb des Angebots des Verkäufers liegt. Mennel und Sturm (2007) folgern daraus, dass dies, in Anlehnung an das Grundmodell von Akerloff (1970), zur adversen Selektion führt, so dass nur noch Wohnungen mit einer schlechteren energetischen Qualität alloziiert werden. Da der Interessent den energetischen Zustand der Wohnung nicht hinreichend feststellen kann, ist der Markt nicht dazu in der Lage, das Problem der Informationsasymmetrie zu lösen. Gleichzeitig ist eine Signalisierung des energetischen Niveaus ohne eine unabhängige Kontrolle nicht glaubhaft. Das Problem der asymmetrischen Information auf den Wohnungsmärkten lässt sich durch die Einführung eines unabhängigen (staatlich) kontrollierten Energieausweises mit objektiven Informationen (wie in Abschnitt 2.2.1 beschrieben) lösen, da so jeder Interessent die für ihn nutzenoptimale Wahl treffen kann. Gegenüber der rein marktwirtschaftlichen Allokation führt der staatliche Eingriff an dieser Stelle zu einer Paretoverbesserung.

### **2.2.3 Schwächen des Energieausweises**

Neben den erläuterten Problemen der Vergleichbarkeit der Verbrauchsausweise zeigt sich, dass der Energieausweis nur dann als wirkungsvolles Instrument eingesetzt werden kann, wenn die energetische Bewertung objektiv, einheitlich und korrekt erfolgt. So stellt die Deutsche Energie - Agentur fest, dass die Energieeinsparverordnung „großen Spielraum – sowohl bei der Qualifikation der Aussteller als auch beim Ausstellungsverfahren“ (dena, 2010) zulässt. Aus diesem Grund empfiehlt sie energiebewussten Konsumenten einen Energieausweis mit dem dena Gütesiegel. Einheitliche Standards, die „über das Anforderungsniveau der Energieeinsparverordnung (EnEV) hinausgehen“ (dena, 2008, S. 3), sollen „Vertrauen in einen qualitätsgesicherten Energieausweis schaffen“ (a.a.O.). Auch die diskutierten steigenden Anforderungen an Aussteller von Energieausweisen und die Überarbeitung der Erstellung des bedarfsbasierten Energieausweises (z.B. EnEV 2009) zeigen, dass die Sicherstellung der Glaubwürdigkeit des Energieausweises eine notwendige Voraussetzung für seine Wirksamkeit ist. Darüber hinaus stärkt der Ausweis die Position des einzelnen Mieters oftmals nicht hinlänglich, da er Aussagen für das gesamte Gebäude trifft und keine Aussagen auf die einzelnen Wohnungen zulässt (vgl.: ECOBAU, 2010). Da für die komplexe Berechnung des Bedarfsausweises eine Softwareunterstützung unabdingbar ist, bieten die unterschiedlichen Auslegungen der Gesetzeslage und die Normungslücken Interpretationsspielräume. Kusic (2009) zeigt, dass sich bei der Berechnung des Energiebedarfs, je nach verwendeter zugelassener Software, Abweichungen von bis zu 30% ergeben können. So können Eigentümer das Programm verwenden, „das den geringsten Energieverbrauch errechnet, um sich einen Wettbewerbsvorteil im Kampf um Mieter zu sichern“ (Handelsblatt, 2009).

## 2.3 Barrieren und Hemmnisse

Trotz aller Förderinstrumente haben Investitionen in energieeffiziente Technologien auf der Nachfrageseite im Gebäudesektor bislang nicht die gewünschte Höhe und Dynamik erreicht. So stellt die Europäische Kommission bei einer ersten Evaluation der Aktionspläne fest, dass “[v]iele [Mitgliedsstaaten] [...] offenbar ein auf einer unveränderten Politik beruhendes Konzept [präsentieren] [...]“(EUKOM, 2008a, S. 12). Dies ist vor allem vor dem Hintergrund der oftmals explizit betonten privaten Nutzensteigerung und der volkswirtschaftlichen Impulse auf den ersten Blick unverstänlich. Das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) schätzt, dass 75% der 17 Mio. Wohngebäude in Deutschland noch vor der Einführung der ersten Wärmeschutzverordnung errichtet wurden und weitestgehend unsaniert sind (vgl. hier und im Folgenden: BMVBS, 2007). Auf der einen Seite ist die Quote der jährlich vollständig sanierten Gebäude, die zwischen 1900 und 1979 erbaut wurden, zwar geringfügig von 1,6% im Jahr 1994 auf 2,2% im Jahr 2006 gestiegen. Auf der anderen Seite zeigt jedoch die kumulierte Sanierungsrate, dass zwischen 1989 und 2006 weniger als 30% aller möglichen energetischen Sanierungsmaßnahmen durchgeführt worden sind. Es stellt sich demnach die Frage, welche Faktoren Investitionen in Energieeffizienz fördern und an welcher Stelle Barrieren entstehen können. Dazu ist zunächst einmal zu beachten, dass energiebewusste Individuen grundsätzlich auf mehreren Wegen zu einer Diffusion von energiesparenden Technologien in Gebäuden beitragen können:

- als Bauherr durch die Verwendung moderner Baustoffe und Energiekonzepte,
- als Eigentümer eines Bestandsgebäudes durch eine energieeffiziente Sanierung,
- als potenzieller Neueigentümer oder Neumieter eines Bestandsgebäudes durch die Berücksichtigung von Energiebedarfskennziffern (z.B. mithilfe des Energieausweises).

Der Typologie von Jakob (2007) folgend, lassen sich Barrieren (oder Treiber) für den Einsatz energieeffizienter Technologien im Wesentlichen in folgende Kategorien einordnen: Gebäudestruktur, ordnungsrechtliche Rahmenbedingungen, ökonomische Voraussetzungen, Wissen und Information sowie sozioökonomische Attribute. Diese Kategorien sollen im Folgenden nun zunächst beispielhaft für die energieeffiziente Sanierung von Bestandsgebäuden diskutiert werden. Der Schwerpunkt der theoretischen Analyse liegt dabei auf dem mikroökonomischen Nutzenkalkül und der korrekten Spezifikation von Kosten-/ Nutzenrelationen.<sup>1</sup> Daran schließt sich der Vergleich von vier empirischen Studien zu selbst wahrgenommenen Barrieren und Treibern von Eigentümern bei der energieeffizienten Sanierung an.

---

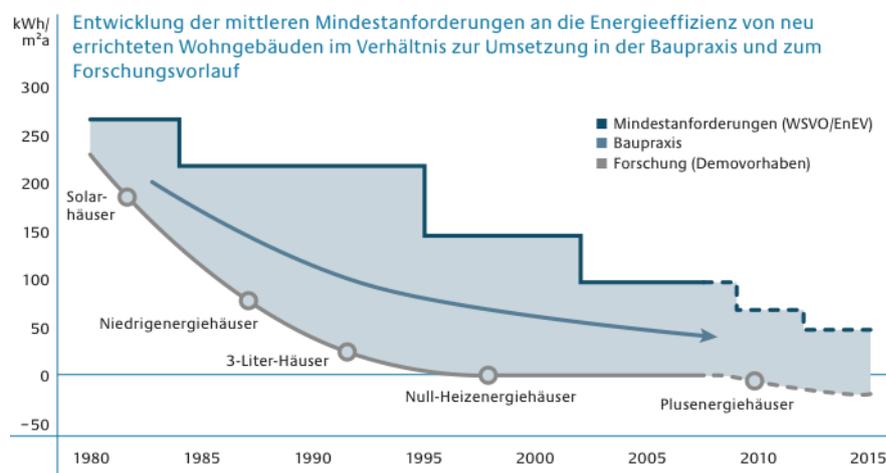
<sup>1</sup> Für eine ausführliche Diskussion psychologischer Faktoren sei an dieser Stelle auf Gigli (2008) verwiesen.

### 2.3.1 Qualitative Analyse

#### Gebäudestruktur

Die bauphysikalischen Eigenschaften bzw. technischen Bedingungen eines Gebäudes können unterschiedliche Auswirkungen auf die energieeffiziente Sanierung haben. Es ist anzunehmen, dass für die meisten Gebäudetypen entsprechende Technologien, wie Fenster oder Dämmungen, zur Verfügung stehen, so dass nur in Ausnahmefällen aufgrund der architektonischen Spezifika eines Gebäudes eine energieeffiziente Sanierung nicht möglich ist. Werden Gebäudeteile am Ende ihres Lebenszyklus ersetzt, besteht somit in der Regel die Möglichkeit, auf energiesparende Baustoffe zurückzugreifen. Auch wenn ein sanierungsbedürftiges Gebäude bis zu einem gewissen Grad beispielsweise ohne Dämmung oder Isolierung bewohnbar bleiben kann, ist davon auszugehen, dass die Gebäudestruktur (bzw. grundsätzliche Sanierungsbedürftigkeit) einen positiven Einfluss auf die Energieeffizienz hat. Darüber hinaus ist festzuhalten, dass ordnungsrechtliche Vorgaben (z.B. EnEV) bei größeren Modernisierungsmaßnahmen, Umbauten und Erweiterungen energetische Mindestanforderungen vorgeben und damit die Diffusion energieeffizienter Technologien fördern. Abbildung 3 gibt einen Überblick über die Entwicklung der gesetzlichen Mindestanforderungen am Beispiel von Neubauten und wagt einen Ausblick auf zukünftige Entwicklungen. Demnach ist davon auszugehen, dass Neubauten im Jahr 2015 etwa 80% weniger Energie brauchen werden als 1980.

Abbildung 3: Entwicklung der energetischen Mindestanforderung für Neubauten nach WSVO/EnEV



Quelle: Fraunhofer Institut für Bauphysik, zitiert durch: BMVBS, 2007.

#### Ordnungsrechtliche Rahmenbedingungen

Die lange Tradition gesetzlicher Anforderungen an den Wärmeschutz und das energiesparende Bauen (HeizAnIV, WSVO, EnEV) hat dazu geführt, dass die ordnungsrechtlichen Rahmenbedingungen mit dem Ziel der Steigerung der Energieeffizienz harmonisieren. Bei Baudenkmalern ist zu vermuten, dass der Erhalt der ursprünglichen

Baustruktur und die Steigerung der Energieeffizienz Konfliktpotential bergen. Es zeigt sich jedoch, dass der Gesetzgeber die spezifischen Charakteristika denkmalgeschützter Gebäude berücksichtigt, indem beispielsweise im Rahmen der EnEV Wärmeverluste an der Fassade durch andere Maßnahmen ausgeglichen werden können. Die ordnungsrechtlichen Rahmenbedingungen dürften somit mit dem Ziel der erhöhten Diffusion energieeffizienter Technologien in Gebäuden vereinbar sein und in der Regel nicht als Hemmnis wirken.

### **Finanzielle Voraussetzungen und ökonomisches Nutzenkalkül**

Es ist zu erwarten, dass ökonomische Größen wie Investitionskosten, Amortisationsdauer und Kosten-/Nutzenrelationen zu den zentralen Determinanten der Entscheidung über eine energieeffiziente Sanierung zählen. Jakob (2007) schätzt, dass bei Einfamilienhäusern, je nach Ausgestaltung, in der Regel mit einem Investitionsvolumen von etwa 7-10% des Kaufpreises zu rechnen ist und sich eine energieeffiziente Sanierung bei einer langfristigen durchschnittlichen realen Zinsrate von 3-3,5% lohnt. Die Erträge aus der Investition in Form von eingesparten Energiekosten fallen dann über einen Zeitraum von 30-50 Jahren an. Unsicherheiten über die zukünftige Energiepreisentwicklung erschweren dabei das Kalkül zur Berechnung der Amortisationszeit. Aus ökonomischer Sicht sind darüber hinaus die Opportunitätskosten einer solchen Entscheidung zu berücksichtigen. Dies setzt eine korrekte und vollständige Spezifikation des eigenen Nutzenkalküls des Individuums voraus. Thompson (2002) vermutet, dass die klassische Investitionsrechnung den Nutzen aus Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz oftmals unterschätzt. Nach der Investitionsrechnung sollte ein Individuum beispielsweise eine energieeinsparende Maßnahme vornehmen, wenn gilt:

$$C_K \leq V_K = \sum_{t=1}^T ([P_t(F_C - F_N)] / (1 + r)^t) \quad (1)$$

Dabei seien  $C_K$  die anfänglichen Investitionskosten in  $t = 1$  in die entsprechende Maßnahme.  $V_K$  entspricht dem Gegenwartswert der eingesparten Energiekosten. Eine Investition ist somit vorteilhaft, wenn die Investitionskosten in  $t=1$  geringer sind als die Summe der diskontierten zukünftigen Erträge aus Energieeinsparungen. Der Gegenwartswert  $V_K$  entspricht dabei der Differenz aus dem Energieverbrauch ohne Maßnahme  $F_C$  und dem Energieverbrauch nach der Realisierung der energieeinsparenden Investition  $F_N$ , bewertet mit dem Preis für den verwendeten Energieträger in Periode  $t$ ,  $P_t$ , und diskontiert mit der Zinsrate  $r$ . Wird eine Investition nicht durchgeführt, obwohl  $C_K \leq V_K$ , spricht man in der Literatur vom sogenannten *efficiency gap* (vgl. für eine Diskussion über die Existenz des *efficiency gap* und abzuleitende Maßnahmen u.a.: Hirst und Brown, 1990; Jaffe und Stavins, 1994; Koopmans und te Velde, 2001 und Reddy, 2003). Eine mögliche Erklärung für den *efficiency gap* ist, dass die Konsumenten das Kalkül aus Gleichung 1 bei ihrer Entscheidung nicht korrekt anwenden oder weitere Faktoren wie Unsicherheit oder die Irreversibilität der Investition miteinbezie-

hen, so dass der Nutzen aus der Investition sinkt. Thompson (2002) zeigt in seinem Modell, dass Gleichung 1, trotz Berücksichtigung von Risiken und weiteren Kosten, den Nutzen aus einer Energieeffizienzsteigerung unterschätzt. Überträgt man das Modell auf den Gebäudesektor, ergibt sich bei der Wahl des optimalen Energieeffizienzniveaus für einen Nutzen maximierenden Haushalt folgendes Kalkül:

$$\max U(E, X) \text{ s.t. } M = X + P(K, P_f, E)E \quad (2)$$

Der Nutzen  $U(\cdot)$  hängt dabei von den unter dem Einsatz von Energie erzeugten Attributen einer Wohnung (z.B. Behaglichkeit und Komfort durch Wärme bzw. Kühlung)  $E$  und des Numéraire-Guts  $X$ , welches alle anderen Ausgaben des Haushalts repräsentiert, ab. Die Grenzrate der Substitution von  $E$  für  $X$  sei abnehmend. Der Haushalt kann die Attribute  $E$  durch die Kombination der Inputfaktoren  $K$  und  $F$  erzeugen. Dabei stellt  $K$  eine Investition in die Steigerung der Energieeffizienz (z.B. Dämmung, Heizungsanlage) und  $F$  die Menge des verwendeten Energieträgers dar. Die Budgetrestriktion stellt sicher, dass der Konsum von Gut  $X$  (mit  $P(X) = 1$ ) und  $E$  (mit dem marginalen Preis  $P(K, P_f, E)$ ) das verfügbare Haushaltseinkommen  $Y$  nicht überschreitet. Der marginale Preis  $P$  hängt von der Höhe des in Energieeffizienz steigernde Maßnahmen investierten Kapitals  $K$ , (positiv) vom Preis für den verwendeten Energieträger  $P_f$  und vom Niveau von  $E$  ab.<sup>2</sup> In der kurzen Frist sei  $K$  fix und innerhalb der Budgetrestriktion in  $M$  berücksichtigt, so dass  $M$  als Haushaltseinkommen  $Y$  abzüglich der Investition  $K$  betrachtet werden kann ( $M = Y - K$ ).  $P$  ist damit in der kurzen Frist der marginale Preis für  $E$ . Analog zum Kalkül auf Seiten eines gewinnmaximierenden Produzenten ergibt sich zunächst folgenden Bedingung (Situation 1):

$$P_1 = \frac{P_F}{\frac{\partial E}{\partial F}}, \quad K = K_1 \quad (3)$$

Aus Gleichung 3 ist ersichtlich, dass die marginalen Kosten des Outputs gleich den variablen Inputpreisen, geteilt durch deren marginales Produkt, entsprechen. Für einen nutzenmaximierenden Haushalt ergeben sich nach dem Lagrange Ansatz folgende Optimalitätsbedingungen:

$$\frac{\partial L(\cdot)}{\partial E} = \frac{\partial U(\cdot)}{\partial E} - \lambda P_1 \stackrel{!}{=} 0 \quad (4)$$

$$\frac{\partial L(\cdot)}{\partial X} = \frac{\partial U(\cdot)}{\partial X} - \lambda \stackrel{!}{=} 0 \quad (5)$$

---

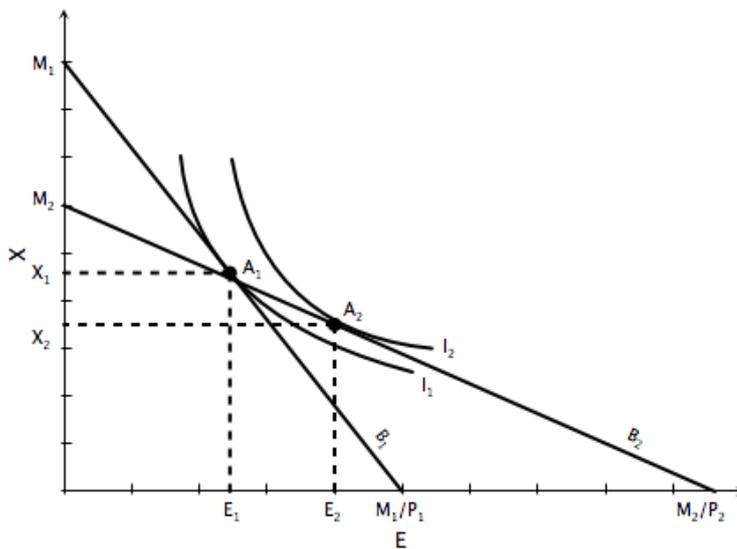
<sup>2</sup> Bezüglich der Wirkung einer Änderung von  $E$  auf den marginalen Preis  $P$  sind in der kurzen Frist unterschiedliche Annahmen möglich (convex, konkav, linear), die alle in der Literatur diskutiert werden. Thompson (2002) nimmt einen linearen Effekt an, um die Existenz einer inneren Lösung sicher zu stellen. Des Weiteren sei angenommen, dass ein höheres Investitionsniveau  $K$  den marginalen Preis  $P$  senkt.

Es sei angenommen, dass eine innere Lösung existiert. Nach Einsetzen von Gleichung 4 in 3 ergibt sich damit im Optimum:

$$\frac{\partial U(\cdot)/\partial E}{\partial U(\cdot)/\partial X} = P_1, \text{ mit } K = K_1 \quad (6)$$

Dies bedeutet, dass ein rational entscheidender Haushalt  $E$  und  $X$  so wählen sollte, dass die Grenzrate der Substitution zwischen den unter Einsatz von Energie erzeugten Wohnattributen und dem Númerair - Gut dem Preisverhältnis entspricht. Diese nutzenoptimale Allokation ist in Abbildung 4 durch Punkt  $A_1$  gekennzeichnet. Dort tangiert die Budgetrestriktion  $B_1$  die Indifferenzkurve  $I_1$ .

Abbildung 4: Wahl des optimalen Energieeffizienznieaus



Quelle: Thompson, 2002.

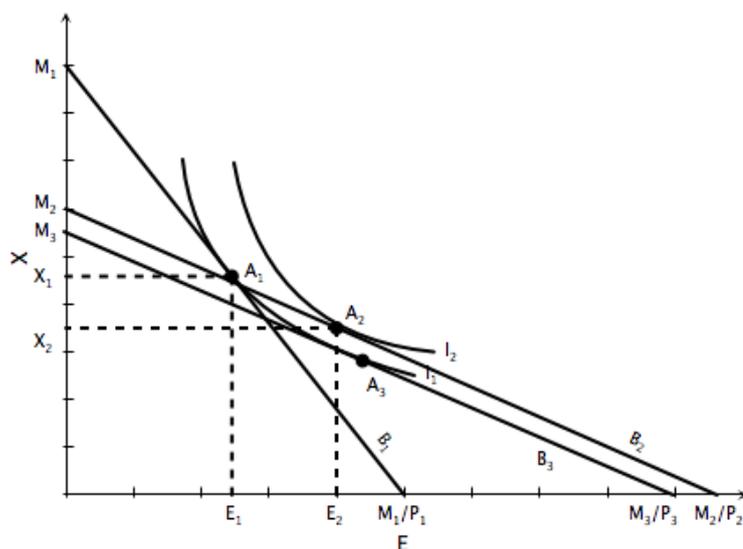
Im Folgenden sei nun angenommen, dass ein Level  $K_2 > K_1$  existiert, so dass  $P_2 < P_1$ . Dies bedeutet, dass die marginalen Kosten für  $E$  sinken.  $P_2$  und  $K_2$  seien so gewählt, dass gilt:

$$M_1 - P_K(K_2 - K_1) = M_2 = X_2 + P_2 E_2 = X_1 + P_2 E_1 \quad (7)$$

Aus Gleichung 7 folgt, dass die Reduktion der marginalen Kosten gerade dem Nutzenverlust aus einer Reduktion des verfügbaren Einkommens (aufgrund des zusätzlich eingesetzten Kapitals  $K$ ) entspricht, so dass das ursprüngliche Bündel  $A_1$  weiterhin erreichbar ist. Die Kosten für das zusätzlich eingesetzte Kapital ( $P_K(K_2 - K_1)$ ) entsprechen daher exakt den eingesparten Energiekosten ( $E_1(P_1 - P_2)$ ). Die neue Budgetgerade  $B_2$  besitzt damit aufgrund der niedrigeren marginalen Kosten für  $E$  eine geringere (weniger negative) Steigung und schneidet die vertikale Achse an der niedrigeren Stelle  $M_2$ . Ein rationaler (Kosten minimierender) Konsument, der eine Wohnung mit entsprechenden energetischen Attributen  $E$  wünscht, sollte daher indifferent zwischen der Wahl  $K_1$  und

$P_1$  bzw.  $K_2$  und  $P_2$  sein. Wie jedoch aus Abbildung 4 ersichtlich, kann der Haushalt mit der neuen Budgetgerade  $B_2$  eine höhere Indifferenzkurve  $I_2$  und damit ein höheres Nutzenniveau erreichen. Im Punkt  $A_2$  wählt der Haushalt nun ein höheres Niveau  $E_2$  und ein niedrigeres Niveau  $X_2$ . Eine Budgetgerade  $B'_2$  (nicht eingezeichnet), welche parallel zu, aber geringfügig unterhalb von  $B_2$  verläuft, so dass Punkt  $A_1$  nicht mehr, jedoch ein höheres Nutzenniveau als  $I_1$ , erreicht werden kann, konstruiert den Fall einer minimal höheren Investition  $K$  als  $M_2 - M_1$ . Obwohl eine marginal höhere Investition  $K$  damit zu einem höheren Nutzenniveau führt, kann die Entscheidung auf Basis der Investitionsrechnung zu anderen Ergebnissen führen, da sie nicht berücksichtigt, dass ein Konsument nach der Investition einen geringeren (marginalen) Preis  $P$  zahlt und somit die Wahl von  $E$  entsprechend anpasst. Aus dem höheren Niveau  $E$  resultiert ein Nutzenzuwachs. Die Investitionsrechnung berücksichtigt diesen Effekt der Substitution von  $X$  zu  $E$  auf den Nutzen nicht und unterschätzt damit den wahren Wert einer Verbesserung der Energieeffizienz. Abbildung 5 verdeutlicht diesen Zusammenhang. Auf

Abbildung 5: Wohlfahrtseffekte bei der Wahl des optimalen Energieeffizienznieaus



Quelle: Thompson, 2002.

Basis der Investitionsrechnung akzeptiert ein Konsument eine Investition in eine energieeffiziente Maßnahme in Höhe von  $M_1 - M_2$  nur, wenn seine marginalen Kosten für  $E$  danach  $P_2$  betragen. Auf Basis der ökonomischen Wohlfahrtstheorie nach Hicks (1946) (Kaldor - Hicks - Kriterium) ist ein Konsument bereit, eine höhere Investition ( $M_1 - M_3$ ) zu tätigen, um nach der Preisänderung sein altes Nutzenniveau  $I_1$  zu erreichen. Diese in der Ökonomie als Kompensationsvariation bezeichnete Größe  $M_1 - M_3$  ist größer als die Differenz der Kosten des alten Bündels  $A_1$  ( $M_1 - M_2$ ) bei alten und neuen Preisen. Die Höhe der Kompensationsvariation hängt dabei vom genauen Verlauf von  $U(\cdot)$  ab. Die Investitionsrechnung bildet die Nutzeneffekte einer Anpassung des Konsums von  $E$  nicht ab und kann damit die Wirkung von Investitionen in energieeffiziente Maßnahmen

unterschätzen. Thompson schließt aus den Ergebnissen, dass Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz darauf abzielen sollten, Konsumenten für Nutzeneffekte, die über das bloße Kosten-/Ertragskalkül hinausgehen, zu sensibilisieren. Die These, dass festgelegte Standards als Instrument zur Steigerung der Energieeffizienz zu volkswirtschaftlichen Nutzenverlusten führen, kann auf Basis dieses Modells ein wenig entkräftet werden. Es stellt sich an dieser Stelle jedoch die Frage, ob ein sozialer Planer über die genauen Präferenzen der Individuen informiert ist und auf Basis dessen die wohlfahrts-optimale Höhe des Standards bestimmen wird. Jakob (2006) unterstreicht die zentralen Ergebnisse des Modells von Thompson. Er argumentiert, dass die Bewertung von Energieeffizienzmaßnahmen auf Basis von energieökonomischen Analysen zu falschen Schlussfolgerungen führen kann, wenn bedeutende Elemente bei der Berechnung der marginalen Kosten/des marginalen Nutzens unberücksichtigt bleiben. So könnte beispielsweise die Unabhängigkeit von Energiepreiserhöhungen bei der Durchführung von Energieeffizienzmaßnahmen nicht adäquat abgebildet werden. Andere solcher *Co - Benefits* (Jakob, 2006, S. 174) könnten ein verbesserter Wohnkomfort bzw. Raumklima, Lärmschutz oder eine Verbesserung der Vermietbarkeit bzw. Wertsteigerung darstellen. Zusammenfassend ist davon auszugehen, dass die finanziellen Voraussetzungen und die korrekte Spezifikation des ökonomischen Nutzenkalküls die entscheidenden Hürden bei der Entscheidung zur energieeffizienten Sanierung darstellen, da sie eine Vielzahl von potenziellen Barrieren bergen.

### **Information und Wissen**

Fehlende Informationen werden oftmals als wesentliche Barrieren bei der Diffusion von effizienten Technologien in Wohngebäuden diskutiert. Zick (2009) stuft die informativen Hemmnisse neben den finanziellen Restriktionen seitens der Unternehmen, Kommunen und privaten Haushalte als die wesentlichen Investitionsbarrieren ein, so dass beispielsweise hohe Energiepreise alleine keinen eindeutigen Anreiz für Investitionen in Energieeffizienzmaßnahmen darstellen. Dennoch stellt sich die Frage, ob dieses Informationsdefizit auf den Mangel an Informationsmöglichkeiten oder eher auf das von Pöschk (2009) vermutete „Komplexitätsdilemma“, bezogen auf die Vielzahl an Einzelentscheidungen (Baustoffe, Energieträger, Heiztechnik, rechtliche Normen, Förderangebote), zurückzuführen ist. Jakob (2007) vermutet kein Informationsdefizit im Hinblick auf Quantität und Qualität, sondern identifiziert den Mangel an Markttransparenz und anfallende Suchkosten als mögliche Problemquellen.

### **Sozioökonomische Attribute**

Sozioökonomische Aspekte können einen wichtigen Beitrag zur Diskussion über das Entscheidungsverhalten von energieeffizienten Technologien leisten. Der Einfluss des Alters der Gebäudebesitzer auf die Sanierungsaktivität kann dabei unterschiedlich interpretiert werden. Auf der einen Seite ist zu vermuten, dass junge Menschen ein grö-

ßeres Interesse und eine höhere Bereitschaft haben, in entsprechende Maßnahmen zu investieren, da sie voraussichtlich lange von den positiven Effekten profitieren können. Die Finanzierung kann dabei langfristig angelegt sein, so dass die monatliche Belastung gering bleibt. Auf der anderen Seite beobachtet man, dass viele ältere Menschen mit dem Renteneintritt aktiv werden. Zum einen verfügen sie in der Regel über höhere finanzielle Rücklagen als junge Menschen und zum anderen haben sie die nötige Zeit, sich ausführlich über Alternativen informieren zu können. Auch bei der formalen Bildung sind verschiedene Wirkungsrichtungen denkbar. So kann man vermuten, dass Individuen mit einem hohen formalen (akademischen) Bildungsabschluss Kosten-/Nutzenrelationen besser abschätzen können oder aufgrund von Einkommenseffekten eine erhöhte Sanierungstätigkeit aufweisen. Demgegenüber steht die These, dass eher handwerklich tätige und interessierte Personen, die womöglich in ihrem Beruf tagtäglich mit Sanierungstätigkeiten und Investitionen in energieeffiziente Technologien konfrontiert werden, sensibler für entsprechende Maßnahmen sind. Aus den Hypothesen bezüglich des Alters und der formalen Bildung lassen sich unterschiedliche Wirkungen der Höhe des Einkommens auf die Renovierungsaktivität ableiten. Zum einen ist denkbar, dass eher junge Menschen oder handwerklich begabte Individuen trotz höherer finanzieller Hürden ein stärkeres Interesse an energieeffizienten Maßnahmen zeigen. Zum anderen können die Einkommenseffekte aus einer höheren formalen Bildung und eine genaue Abwägung der Kosten-/Nutzenrelation sowie ein zunehmender Renovierungsdrang nach Eintritt in die Rente als wesentliche Treiber für ein steigendes Sanierungsinteresse interpretiert werden. Dennoch ist vor dem Hintergrund der hohen Investitionskosten und der langen Amortisationszeit jedoch grundsätzlich zu vermuten, dass mit zunehmendem Haushaltseinkommen die Investitionsbereitschaft steigt.

### 2.3.2 Empirischer Vergleich

Nach der theoretischen Analyse der potenziellen Quellen von Barrieren und Treibern bei der energieeffizienten Sanierung werden im Folgenden nun die Ergebnisse von vier empirischen Untersuchungen miteinander verglichen:

- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), 2007:<sup>3</sup>  
*CO<sub>2</sub> - Gebäudereport 2007.*
- Centre for Energy Policy and Economics (CEPE), Swiss Federal Institutes of Technology, 2007:<sup>4</sup>  
*The drivers of and barriers to energy efficiency in renovation decisions of single-family home-owners.*
- Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) et al., 2010:<sup>5</sup>

---

<sup>3</sup> BMVBS, 2007.

<sup>4</sup> Jakob, 2007.

<sup>5</sup> Stieß et al., 2010.

*Handlungsmotive, -hemmnisse und Zielgruppen für eine energetische Gebäudesanierung.*

- Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) et al., 2010:<sup>6</sup>  
*Soziale, ökologische und ökonomische Dimensionen eines nachhaltigen Energiekonsums und Wohngebäuden (Seco@home).*

Tabelle 1 gibt dazu zunächst einen Überblick über die wesentlichen Merkmale der Studien.

Tabelle 1: Vergleich der Studien zur Energieeffizienz in Wohngebäuden

	BMVBS	CEPE	IÖW et al.	ZEW et al.
<b>Art der Befragung</b>	k.A.	Schriftliche Befragung	Computer gestützte persönliche Befragung (CAPI) und Bus Methode	Computer gestützte persönliche Befragung (CAPI)
<b>Zielpersonen</b>	Hauseigentümer, Hausverwaltung	Selbstnutzende Eigentümer/-innen von Einfamilienhäusern	Selbstnutzende Eigentümer/-innen von Ein- und Zweifamilienhäusern	Selbstnutzende Eigentümer/-innen von Ein- und Zweifamilienhäusern
<b>Anzahl der Beobachtungen</b>	n=1000	n=360	n=1008	n=433 (subsample Wärme)
<b>Zeitpunkt</b>	Februar und Juli 2007, August und September 2007	2001/2002 und Mitte 2004	Ende Januar bis Anfang März 2009	März bis Juli 2009
<b>Land</b>	Deutschland	Schweiz	Deutschland	Deutschland

Tabelle 2 zeigt, dass die vier Studien weitestgehend zu ähnlichen Ergebnissen kommen.<sup>7</sup> Mit Blick auf die **Gebäudestruktur** lässt sich zusammenfassen, dass die Wahrscheinlichkeit einer energieeffizienten Sanierung steigt, wenn Bauteile am Gebäude das Ende ihres Lebenszeitzyklus erreicht haben und ausgetauscht werden müssen. Dies bedeutet im Umkehrschluss, dass Bauteile in der Regel nicht aus rein energiewirtschaftlichen Aspekten ersetzt werden, wenn die Bausubstanz es nicht verlangt. Die Studie des CEPE kommt zu dem Ergebnis, dass die Gebäudestruktur zwar einen positiven Einfluss auf die allgemeine Renovierungstätigkeit hat, allerdings nicht notwendigerweise eine energieeffiziente Sanierung fördert. Bei Erweiterung und Umbau gelten jedoch meist

<sup>6</sup> im Erscheinen. Für weitere Informationen vgl. Projekthomepage: <http://kooperationen.zew.de/de/seco> [Zugriff am 01.06.2010].

<sup>7</sup> bei ZEW et al.: eine vollständige ökonomische Auswertung steht noch aus.

Tabelle 2: Vergleich der indentifizierten Treiber und Hemmnisse für Energieeffizienz

	BMVBS	CEPE	IÖW et al.	ZEW et al.
Gebäudestruktur				
Notwendige Instandhaltung bzw. generelle Renovierungstätigkeit (Erweiterung, Umbau)	+		+	+
Technische Bedingungen				o
Allgemeine ordnungsrechtliche Rahmenbedingungen				
Gesetzliche Anforderungen		o	o	o
Finanzielle Voraussetzungen und ökonomisches Nutzenkalkül				
Unsicherheit über Rentabilität			-	-
Fehlende finanzielle Mittel	-	-	-	-
Amortisationsdauer	-		-	-
Hohe Energiekosten	+	+	+	+
Werterhalt bzw. -steigerung der Immobilie		+	+	
Nutzengewinn aus Steigerung des Wohnkomforts	+	+	+	+
Information und Wissen				
Information und Wissen	+	+	+	
Sozioökonomische Attribute				
Einkommen		o	o	
Formale Bildung		o	o	
Alter		o	o	
Technisches Interesse		o	+	
Beitrag zu Umwelt- und Klimaschutz leisten	o	+	+	+

+Treiber    - Barriere    o kein eindeutiger Einfluss

entsprechende Modernisierungsrichtlinien (z.B. EnEV), die die Berücksichtigung energieeffizienter Technologien fordern. Technische oder gebäudespezifische Bedingungen werden in den meisten Fällen nichts als Hemmnis wahrgenommen, da eine Vielfalt von Technologien (Innen- & Außendämmung, Fenster, Heizungsanlage) für die individuellen Anforderungen zur Verfügung steht. Auch die **allgemeinen gesetzlichen Anforderungen** (z.B. Denkmalschutz, Bauordnungen der Gemeinden) werden zunehmend mit Verordnungen zur Energieeinsparung (u.a. EnEV, EEWärmeG, EEG) harmonisiert und werden deshalb im Allgemeinen nicht als Barrieren wahrgenommen. Die **finanziellen Voraussetzungen und das ökonomische Nutzenkalkül** werden in allen Studien als entscheidende Faktoren identifiziert. Dennoch lassen sich einige Unterschiede feststellen. Die Studie des IÖW stellt heraus, dass „handfeste ökonomische Gründe, wie fehlende finanzielle Mittel oder ein ausgeschöpfter Kreditrahmen bei weniger als der Hälfte der Befragten als Hindernis für eine energetische Sanierung genannt werden“ (Stieß et al., 2010, S. 45). Gleichzeitig ist jedoch auch festzustellen, dass mehr als 2/3 der Befragten nicht bereit sind, einen (weiteren) Kredit für Investitionen in Sanierungsmaßnahmen aufzunehmen. Die Studie des CEPE kommt zu dem Ergebnis, dass die *cost - effectiveness* (vgl.: Jakob, 2007, S. 56) (abhängig von Parametern wie Zeithorizont, Zinsrate, zukünftige Energiepreise) nur in wenigen Fällen (10-15%) als Treiber oder Barriere genannt wird. Im Rahmen des seco@home Projekts zeigt die deskriptive Auswertung, dass Individuen mit einem niedrigen monatlichen Haushaltseinkommen (< 1.500 Euro) signifikant häufiger finanzielle Restriktionen als eine der zentralen Barrieren angeben. Insgesamt nennen mehr als die Hälfte der Befragten finanzielle Restriktionen als wesentliches Hemmnis für Investitionen in eine energieeffiziente Sanierung (vgl.: Achtnicht, 2009). Es zeigt sich, dass energetische Sanierer häufig einen Finanzierungsmix aus Ersparnissen, Krediten bei der Hausbank sowie Fördermitteln verwenden (vgl.: Stieß et al., 2010). Die Unsicherheit über die Rentabilität und die nicht eindeutig einzuschätzende Amortisationszeit stellen zwar wichtige Hemmnisse dar, führen aber nicht notwendigerweise dazu, dass eine Investition nicht durchgeführt wird. Viele Sanierer erwarten für die kommenden Jahre einen Anstieg der Energiekosten, so dass sie davon ausgehen, ihre Investition über eingesparte Energiekosten wieder auszugleichen. Sie akzeptieren dabei eine gewisse Spannbreite der Amortisation, wobei 15 Jahre oftmals als „Schmerzgrenze“ (Stieß et al., 2010, S. 45) angegeben werden. Des Weiteren zeigt sich, dass Individuen auch den Werterhalt bzw. die Wertsteigerung ihrer Immobilie durch eine Sanierung und „Co - Benefits“ (Jakob, 2006) wie den Nutzengewinn aus einem steigenden Wohnkomfort in ihrer Investitionsentscheidung berücksichtigen. Die Auswirkung von **Information und Wissen** auf die Sanierungsaktivität ist nicht ganz eindeutig. Fehlende Informationen werden seitens der befragten Individuen nicht als zentrales Hemmnis wahrgenommen (vgl.: Achtnicht, 2009; Jakob, 2007). Allerdings geben in der Studie des IÖW etwa 70% der Befragten an, dass sie sich über die Förderprogramme und -möglichkeiten unzureichend informiert fühlen. Die Ergebnisse des

CO<sub>2</sub> - Gebäudereports zeigen, dass das Einsparpotential in Gebäuden in vielen Fällen und besonders im Vergleich zu anderen Sektoren (elektrische Geräte, Autoverkehr) deutlich unterschätzt wird. Darüber hinaus wird deutlich, dass Individuen über ihren eigenen Energiebedarf oftmals nicht im Bilde sind und das Einsparpotenzial unterschätzen (vgl.: BMVBS, 2007; Stieß et al. 2010). Außerdem werden die Sanierungskosten um bis zu 40% überschätzt. Damit zeigt sich, dass den Konsumenten ihr eigenes Informationsdefizit oftmals nicht bewusst ist und sie ihren tatsächlichen Informationsstand falsch beurteilen. Somit scheint kein Informations-, sondern ein Wissensmangel vorzuliegen, der zu verzerrten Entscheidungen führen kann. Im Hinblick auf die Ausgestaltung zukünftiger Informationsinstrumente ist die Bedeutung sozialer Netzwerke besonders zu berücksichtigen, da Konsumenten die Erkenntnisse aus persönlichen Gesprächen mit Handwerkern, Energieberatern, Verwandten und Bekannten besonders schätzen (vgl.: Stieß et al., 2010). Die Analyse des Einflusses bestimmter **sozioökonomischer Attribute** zeigt, dass sowohl das Alter als auch die formale Bildung keinen eindeutigen Einfluss auf die energieeffiziente Sanierung erkennen lassen. Obwohl finanzielle Restriktionen oftmals als Hemmnis identifiziert werden und scheinbar auch mit dem Einkommen korreliert sind, identifizieren CEPE und IÖW keine eindeutigen Einkommenseffekte. Gleichzeitig zeigt sich, dass technisch interessierte Individuen und Personen mit einer höheren Sensibilität für den Umwelt- und Klimaschutz häufiger energieeffizient sanieren.

Das Ziel der empirischen Analyse dieser Arbeit in Kapitel 4 ist es, festzustellen, inwieweit die identifizierten Treiber und Barrieren bei der Sanierung auf die Entscheidungssituation eines potenziellen Neueigentümers/Neumieters bei der Wahl einer energieeffizienten Wohnung übertragbar sind. Im Fokus sollen dabei die finanziellen Voraussetzungen, die Rolle von Information und Wissen und der Einfluss sozioökonomischer Attribute stehen.

### 3 Methoden zur Bestimmung von Zahlungsbereitschaften für Qualitätsmerkmale am Beispiel der Energieeffizienz

Eine energieeffiziente Wohnung kann durch verschiedene Wirkungsweisen zu einem Nutzensgewinn des Konsumenten beitragen. Dabei ist entscheidend, dass der Nutzenzuwachs nicht ausschließlich durch die zukünftig erwarteten niedrigeren Energiekosten (aufgrund eines geringeren Verbrauchs), sondern auch durch die in Kapitel 2.3.1 erläuterten, *Co - Benefits* generiert werden kann. Dazu zählen u.a. die Steigerung des Wohnkomforts, die Reduktion von Lärm, die Verminderung der Unsicherheit (z.B. über zukünftige Energiekosten) oder die positiven Nutzeneffekte aus einem eigenen Beitrag zum Umwelt- und Klimaschutz. Die Energieeffizienz einer Wohnung kann damit als Qualitätsmerkmal betrachtet werden, welches eine Vielzahl potenzieller nutzenstiftender Attribute vereint. Es stellt sich die Frage, wie Konsumenten dieses Qualitätsmerkmal wahrnehmen, welchen Nutzen und insbesondere welchen monetären Wert sie ihm beimessen.

Die Grundlage für die Analyse dieser Fragestellung bilden die in der Umweltökonomik verwendeten Ansätze zur monetären Bewertung von nicht marktfähigen Umweltgütern (z.B. Luft- und Wasserqualität, Nähe zu einem Naherholungsgebiet). Die Bestimmung von Zahlungsbereitschaften für Umweltqualität folgt dabei weitestgehend dem Konzept der hedonischen Preise nach Rosen (1974):

„Hedonic prices are defined as the implicit prices of attributes and are revealed to economic agents from observed prices of differentiated products and the specific amounts of characteristics associated with them.“ (Rosen, 1974, S. 34).

Die Zahlungsbereitschaft für eine bestimmte Umweltqualität kann somit indirekt abgeleitet werden, wenn Preise für eine Vielzahl von Gütern mit unterschiedlichen (differenzierbaren) Produkteigenschaften zur Verfügung stehen. Ziel dieses Kapitels ist es, das Modell der hedonischen Preise von Rosen und die darauf basierenden diskreten Entscheidungsmodelle zur Bestimmung von Zahlungsbereitschaften für Qualität und *non-price attributes* (Phaneuf und von Haefen, 2009, S. 319) zu erläutern und einander gegenüber zu stellen.

#### 3.1 Das Modell der hedonischen Preise nach Rosen (1974)

Das Modell von Rosen (1974) bildet die Grundlage für die Bestimmung von Zahlungsbereitschaften für einzelne Produktattribute und findet in Analysen zu Immobilienpreisen, in der Umweltökonomik, Arbeitsmarktökonomik und Industrieökonomik eine breite Anwendung (vgl.: Bajari und Benkard, 2005). Im Folgenden sollen nun die wesentlichen Annahmen und Ergebnisse des Modells beschrieben und diskutiert werden. Der Schwerpunkt liegt dabei auf dem mikroökonomischen Nutzenkalkül.

### 3.1.1 Das Marktgleichgewicht

Es sei angenommen, dass im Marktgleichgewicht ein Spektrum an Gütern mit unterschiedlichen Produkteigenschaften vorhanden ist, aus dem die Konsumenten auswählen können. Das gewählte Gut dient dabei lediglich dem eigenen Konsum, so dass keine Möglichkeit des Wiederverkaufs besteht. Die Individuen verhalten sich rational, maximieren ihren Nutzen und sind über die verschiedenen Auswahlmöglichkeiten mit deren spezifischen Charakteristika hinreichend informiert. Jedes Gut kann durch  $n$  objektiv messbare Eigenschaften eindeutig identifiziert werden. Weiteren gilt, dass jede verfügbare Stelle im Vektorraum der Produkteigenschaften durch den Vektor  $z = (z_1, \dots, z_n)$  mit  $i = 1, \dots, n$  Produkteigenschaften beschrieben werden kann. Dabei misst  $z_i$  die Menge an Produkteigenschaft  $i$  in jedem Gut. Gleichzeitig existiert ein Preisvektor  $p(z) = p(z_1, \dots, z_n)$  an jeder Stelle im entsprechenden Vektorraum. Rosen nimmt weiter an, dass auf dem betrachteten Markt ein Wettbewerbsgleichgewicht herrscht, so dass sowohl für Anbieter als auch für Nachfrager  $p(z)$  exogen ist.<sup>8</sup>  $p(z)$  ist damit der markträumende Preis, bei dem das Angebot der Nachfrage entspricht und die Unterschiede zwischen den Gütern gemäß den Produkteigenschaften ausgeglichen werden („*equalizing differences*“, Rosen, 1974, S. 35), so dass damit Preise und Produkteigenschaften miteinander verbunden werden können.  $p(z)$  ist steigend in allen seinen Argumenten und differenzierbar. Die Regression von  $p(z)$  auf seine Argumente wird als *first step hedonic price estimation* bezeichnet und ermöglicht es, den impliziten Wert einzelner Produkteigenschaften zu ermitteln.

### 3.1.2 Das Nutzenkalkül des Haushalts

Der Konsument wählt aus dem Spektrum an Gütern ein Produkt mit seinen spezifischen Eigenschaften  $z$  aus. Die Nutzenfunktion  $U(x, z_1, \dots, z_n)$  sei strikt konkav und  $x$  sei ein Numéraire - Gut mit  $p(x) = 1$ , welches den Konsum aller anderen Güter determiniert. Unter Berücksichtigung der Budgetrestriktion mit  $y$  als Einkommen ergibt sich für den Konsumenten folgendes Maximierungskalkül:

$$\max U(x, z_1, \dots, z_n) \quad \text{s.t. } y = x + p(z) \quad (8)$$

Aus dem Lagrange Ansatz lassen sich folgende Optimalitätsbedingungen ableiten:

$$\frac{\partial L(\cdot)}{\partial x} = \frac{\partial U(\cdot)}{\partial x} - \lambda \stackrel{!}{=} 0 \quad (9)$$

$$\frac{\partial L(\cdot)}{\partial z_i} = \frac{\partial U(\cdot)}{\partial z_i} - \lambda \frac{\partial p(\cdot)}{\partial z_i} \stackrel{!}{=} 0. \quad (10)$$

---

<sup>8</sup> Bezüglich der Produzentenseite sei angenommen, dass sich diese im vollkommenen Wettbewerb befinden, so dass der Preis für ein Gut den Grenzkosten entspricht und die Firmen ökonomische Nullgewinne erzielen.

Es sei angenommen, dass eine innere Lösung existiert. Nach Einsetzen von Gleichung 10 in 9 ergibt sich damit:

$$\frac{\partial U(\cdot)/\partial z_i}{\partial U(\cdot)/\partial x} = \frac{\partial p(\cdot)}{\partial z_i}. \quad (11)$$

Im Optimum gilt, dass die Grenzrate der Substitution zwischen  $z_i$  und  $x$  dem marginalen Preisverhältnis für  $z_i$  und  $x$  (mit  $p(x) = 1$ ) entsprechen muss.  $\frac{\partial p(\cdot)}{\partial z_i}$  ist dabei der implizite Preis, den der Konsument  $z_i$  beimisst. Um das Problem graphisch darstellen zu können, definiert Rosen eine *bid function*

$$\theta(z_1, \dots, z_n; \bar{u}, y) \quad (12)$$

analog zu

$$U(y - \theta, z_1, \dots, z_n) = \bar{u}. \quad (13)$$

Aus Gleichung 13 ist zu erkennen, dass dem Individuum für den Konsum von  $x$  das verfügbare Einkommen  $y$  abzüglich des Gebots für  $z$  zur Verfügung steht. Damit gibt Gleichung 12 an, wie ein Konsument auf Änderungen in  $z$  bei gegebenem Nutzen  $\bar{u}$  und Einkommen  $y$  reagieren sollte. Dem mikroökonomischen Ansatz der Ausgabenminimierung (vgl. u.a.: Mas-Colell et al., 1995) folgend, definiert  $\theta(z_1, \dots, z_n; \bar{u}, y)$  damit den maximalen Betrag, den ein Konsument mit einem Einkommen von  $y$  für ein Gut mit den spezifischen Produkteigenschaften  $z = z_1, \dots, z_n$  zu einem gegebenen Nutzenniveau  $\bar{u}$  zu zahlen bereit ist. Differenzierung der Gleichung 12 nach  $z_i$ ,  $\bar{u}$  und  $y$  ergibt:

$$\frac{\partial \theta(\cdot)}{\partial z_i} = \frac{\partial U(\cdot)/\partial z_i}{\partial U(\cdot)/\partial x} \geq 0; \quad \frac{\partial \theta(\cdot)}{\partial u} = \frac{-1}{\partial U(\cdot)/\partial x} < 0; \quad \frac{\partial \theta}{\partial y} = 1 \quad (14)$$

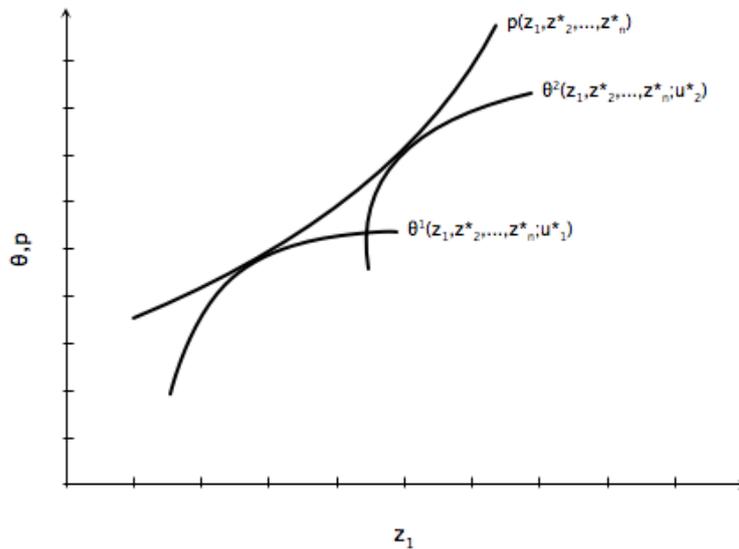
$\frac{\partial \theta(\cdot)}{\partial z_i}$  ist dabei der implizite Reservationspreis für eine zusätzliche Einheit  $z_i$ , gegeben Nutzen  $\bar{u}$  und Einkommen  $y$ . Der Betrag, den ein Individuum für  $z$  mit einem Einkommen von  $y$  bei einem festen Nutzenniveau  $\bar{u}$  zu zahlen bereit ist, entspricht damit  $\theta(z; u, y)$ . Wenn die Zahlungsbereitschaft des Konsumenten für ein Gut mit einem bestimmten  $z$ , gegeben  $u$  und  $y$  darstellt und aufgrund der Annahme des vollkommenen Wettbewerbs  $p(z)$  exogen ist, erreicht das Individuum sein Nutzenmaximum, wenn gilt:

$$\begin{aligned} \frac{\partial U(\cdot)/\partial z_i}{\partial U(\cdot)/\partial x}(z^*; u^*, y) &= \frac{\partial p(z^*)}{\partial z_i} = \frac{\partial \theta(z_1, \dots, z_n, y; \bar{u})}{\partial z_i} \\ &= \pi^{z_i}(z_1, \dots, z_n, \bar{u}) \quad i = 1, \dots, n \end{aligned} \quad (15)$$

mit  $z^*$  und  $u^*$  als optimale Ausprägungen für  $z$  und  $u$ . Abbildung 6 bildet das komplexe Entscheidungskalkül mit dem mehrdimensionalen Vektor  $z$  in eine zweidimensionale Entscheidungssituation ab, indem angenommen wird, dass  $(z_2, \dots, z_n)$  bereits optimal gewählt wurden. Die Individuen wählen an dieser Stelle lediglich das nutzenmaximie-

rende Niveau von  $z_1$ .  $p(z_1, z_2^*, \dots, z_n^*)$  sei dabei steigend in  $z_1$ . Zwei Individuen wählen gemäß ihrer *bid function*  $\theta^1$  bzw.  $\theta^2$  und dem Nutzenkalkül im Optimum  $z_1$  so, dass  $p(z)$  und  $\theta(z; u^*, y)$  tangential sind. Demnach wählt Individuum 2 in Abbildung 6 eine höhere Menge  $z_1$  als Individuum 1.

Abbildung 6: Wahl der optimalen Produkteigenschaften



Quelle: Rosen, 1974.

### 3.1.3 Die Bedeutung des Einkommens und spezifischer Haushaltscharakteristika

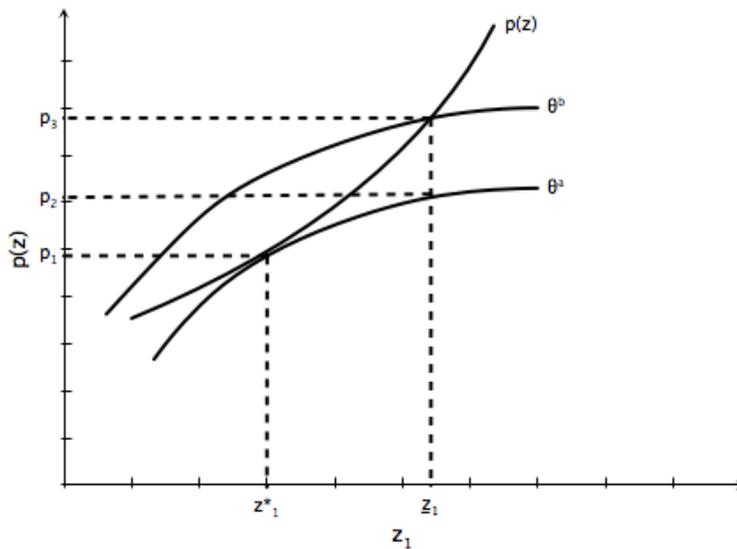
Es ist anzunehmen, dass die Präferenzen von Individuen für spezifische Qualitätsattribute durch individuelle Eigenschaften und Haushaltscharakteristika beeinflusst werden. Für die Zahlungsbereitschaft bei Immobilien lässt sich vermuten, dass die individuelle monetäre Bewertung von Attributen, wie Anzahl der Zimmer oder Lage durch die Haushaltsgröße sowie die spezifischen Präferenzen der Haushaltsmitglieder, determiniert wird. Ähnliches gilt für das Attribut der Energieeffizienz eines Haushalts. Demnach messen verschiedene Individuen, ihren *Co - benefits* entsprechend, einem energieeffizienten Gebäude einen unterschiedlichen Nutzen bei. Es ist zu vermuten, dass, neben dem Haushaltseinkommen oder Alter, persönliche Eigenschaften wie das technische Interesse oder das Umweltbewusstsein eine wichtige Rolle bei der individuellen Bestimmung der Zahlungsbereitschaft für ein bestimmtes Energieeffizienzniveau spielen können. Der Notation von Palmquist (im Erscheinen) folgend, können Haushaltscharakteristika durch einen Vektor  $s$  berücksichtigt werden, so dass sich eine Nutzenfunktion  $U(x, z_1, \dots, z_n; s)$  ergibt und damit analog zu Gleichung 15 gilt:

$$\begin{aligned} \frac{\partial U(\cdot)/\partial z_i}{\partial U(\cdot)/\partial x}(z^*; u^*, y, s) &= \frac{\partial p(z^*)}{\partial z_i} = \frac{\partial \theta(z_i, \dots, z_n, y; \bar{u}, s)}{\partial z_i} \\ &= \pi^{z_i}(z_1, \dots, z_n, \bar{u}, s) \quad i = 1, \dots, n. \end{aligned} \quad (16)$$

### 3.1.4 Wohlfahrtseffekte ordnungsrechtlicher Restriktionen

Das Modell von Thompson (2002) kommt zu dem Ergebnis, dass Effizienzstandards unter gewissen Annahmen positive Wohlfahrtseffekte haben können. Rosen (1974) modelliert ebenfalls die Auswirkung von Standards auf das Nutzenniveau der Individuen. Bezogen auf das Beispiel der Energieeffizienz in Wohngebäuden sei angenommen, dass ein ordnungsrechtlich festgelegter Qualitätsstandard  $z_1$  existiert, so dass nur Wohnungen alloziiert werden dürfen, die über ein Energieeffizienzniveau  $z_i \geq z_1$  verfügen. Abbildung 7 zeigt die Auswirkungen eines solchen Standards auf die Konsumententscheidung der Individuen.

Abbildung 7: Wohlfahrtseffekte ordnungsrechtlicher Restriktionen

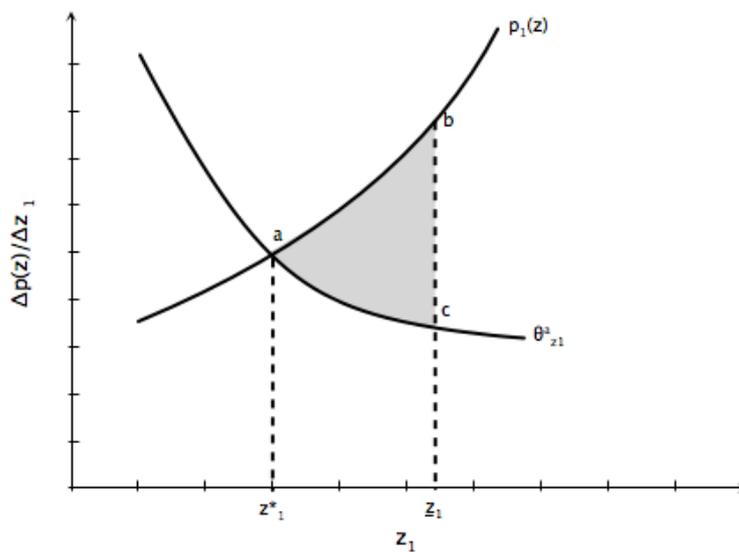


Quelle: Rosen, 1974.

$z_1^*$  stellt die ursprüngliche nutzenoptimale Wahl des Energieeffizienzniveaus  $z_1$  dar. Durch das gesetzlich geforderte Mindestniveau ist die Wahl  $z_1^*$  nun nicht mehr möglich, so dass die ursprüngliche *bid function* ( $\theta^a$ ) nicht mehr erreichbar ist. Das Individuum wird damit durch die Einführung des Energieeffizienzstandards schlechter gestellt. Im ursprünglichen Szenario war das Individuum bereit, für  $z_1^*$  den Preis  $p_1$  zu zahlen. Nach Einführung des Mindestniveaus ist der Konsument dazu gezwungen, einen Wettbewerbspreis  $p_3$  zu zahlen und kann damit lediglich die für ihn schlechtere *bid function* ( $\theta^b$ ) erreichen. Vor der Einführung des Standards wäre das Individuum lediglich zu einer Zahlung in Höhe von  $p_2$  bereit gewesen und hätte aufgrund des höheren Marktpreises das Niveau  $z_1^*$  nicht gewählt.  $\Delta P = P_3 - P_2$  dient damit als monetäres Maß für den Wohlfahrtsverlust. Abbildung 8 verdeutlicht diese Wohlfahrtseffekte graphisch.  $p_1(z)$  stellt die Angebotsfunktion für  $z$  dar.  $\theta_{z_1}^a$  kann als kompensierte Nachfragefunktion (kompensiert am ursprünglichen realen Einkommensniveau) interpretiert werden. Den zusätzlichen Kosten in Höhe von  $z_1^* a b z_1$  steht lediglich ein Nutzengewinn in Höhe von  $z_1^* a c z_1$  gegenüber, so dass durch die Einführung eines Standards ein Wohlfahrtsverlust

in Höhe der eingefärbten Fläche  $abc$  entsteht.

Abbildung 8: Wohlfahrtsverluste ordnungsrechtlicher Restriktionen



Quelle: Rosen, 1974.

### 3.1.5 Schätzung

Das Ziel der empirischen Applikation des hedonischen Modells ist die Schätzung der Nachfrage nach  $z$  und der Bestimmung des Marktgleichgewichts (vgl. hier und im Folgenden: Palmquist, im Erscheinen). Die ökonometrische Spezifikation erfolgt dabei in zwei Schritten. Diese sollen erneut am Beispiel von Immobilien erläutert werden. Während der in der Literatur als *first stage hedonic estimation* bezeichneten Schätzung, werden beobachtbare Verkaufspreise auf die interessierenden Attribute wie Lage, Größe, Nachbarschaft oder Energieeffizienzniveau regressiert. Bei  $J$  Beobachtungen ergibt sich damit folgendes ökonometrisches Modell:

$$p_j = f(z_j, \beta, \epsilon_j) \quad j = 1, \dots, J \quad (17)$$

Dabei ist  $p_j$  der beobachtete Verkaufspreis der Immobilie,  $f(\cdot)$  spezifiziert die funktionale Form des Modells,  $z_j$  sei der Vektor der beobachtbaren Attribute für Immobilie  $j$  und  $\epsilon_j$  der Fehlerterm. Im Idealfall ermöglicht die Schätzung von  $\beta$ , (a) einen großen Teil der Variation der Immobilienpreise zu erklären; (b) einen kausalen Zusammenhang zwischen Energieeffizienz und Preisen für Wohngebäude zu identifizieren und (c) eine unverzerrte Schätzung des marginalen impliziten Preises von  $z_{1j}$  für Haushalt  $j$  zu

erlangen:<sup>9</sup>

$$\hat{p}_{z_{1j}} = \frac{\partial \hat{f}(z_{1j}, \dots, z_{nj}, \beta)}{\partial z_{1j}} \quad j = 1, \dots, J \quad (18)$$

Die *first stage estimation* liefert damit für jeden Haushalt  $j$  den marginalen impliziten Preis, den der Haushalt für die von ihm gewählte Menge  $z_1$  zu zahlen bereit ist. Bezogen auf das Beispiel der Energieeffizienz in Häusern bedeutet dies, dass nach dem ersten Schritt der Schätzung ein Vektor  $\hat{p}$  zur Verfügung steht, der die marginale Zahlungsbereitschaft für das Energieeffizienzniveau  $z_1$  des von Haushalt  $j$  gewählten Gebäudes enthält. Damit steht für jede Beobachtung  $j$  ein marginaler Preis für ein Niveau  $z_1$  zur Verfügung. Gemäß der unterschiedlichen Präferenzen kann sich die marginale Zahlungsbereitschaft für ein und dasselbe Niveau  $z_1$  von Individuum zu Individuum unterscheiden.

Das Ziel der sogenannten *second stage estimation* ist, die Schätzergebnisse der marginalen impliziten Preise von  $z_{1j}$  für Haushalt  $j$  zu nutzen, um in Verbindung mit den spezifischen Charakteristika des Haushalts ( $s_j$ ) eine inverse Nachfragefunktion zu schätzen. Wenn  $f(z_{1j}, \dots, z_{nj}, \beta, \epsilon_j)$  nicht-linear in  $z_{1j}$  ist, dann variiert der marginale implizite Preis für  $z_1$  (die marginale Zahlungsbereitschaft), definiert in Gleichung 18, mit dem Niveau von  $z_1$ . Da die verschiedenen Haushalte unterschiedliche Mengen an  $z_1$  wählen, steigt die Variabilität in  $(\hat{p}_{z_{1j}}, z_j, s_j)$  mit den Beobachtungen. Die Schätzung der Parameter  $\gamma$  der Gleichung

$$\frac{\partial \hat{f}(z_{1j}, \dots, z_{nj})}{\partial z_{1j}} = \hat{p}_{z_{1j}} = g(z_{1j}, s_j, \gamma) + \eta_j \quad j = 1, \dots, J \quad (19)$$

bietet eine Annäherung an die wahre Nachfragefunktion nach  $z_1$ .  $g(\cdot)$  determiniert dabei die funktionale Form der inversen Nachfragefunktion;  $\eta_j$  stellt den Fehlerterm dar. Brown und Rosen (1982), Bartik (1987) oder Bajari (2005) weisen auf die Herausforderungen und Probleme der *second stage estimation* hin. Als wesentliche Hürde wird dabei das *identification* - Problem diskutiert (vgl. hier und im Folgenden: Palmquist, im Erscheinen). Die Abbildungen 9-11 verdeutlichen diesen Aspekt. Dabei stellt Abbildung 9, analog zu Abbildung 6, das Kalkül der Nachfrager für zwei Haushalte  $s_a$  und  $s_b$  dar. Durch die individuellen *bid functions* lassen sich die von den beiden Haushalten im Optimum gewählten Energieeffizienz-niveaus  $z_{1a}$  und  $z_{1b}$  und die marginalen impliziten Preise ableiten. Die Punkte  $c$  und  $d$  in Abbildung 10 bilden damit jeweils einen Punkt auf der individuellen Nachfragekurve der beiden Individuen und gehen als Ergebnis der *first stage estimation* in die Bestimmung der allgemeinen inversen Nachfragefunktion ein. Mit  $J = 2$  ist das Ziel der *second stage estimation* nach Gleichung 19

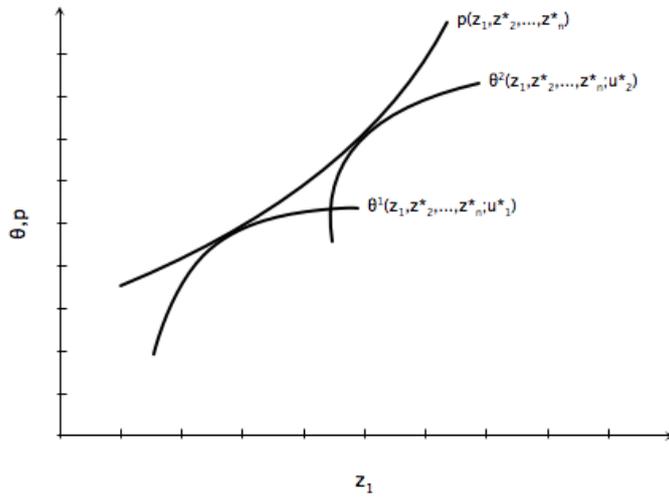
<sup>9</sup> Für eine ausführliche Diskussion der ökonometrischen Herausforderungen der *first stage regression* sei an dieser Stelle auf Palmquist (im Erscheinen) und Taylor (2003) verwiesen, die mögliche Probleme wie z.B. Spezifikation der funktionalen Form  $f(\cdot)$ , Messfehler in der abhängigen und den unabhängigen Variablen, *sample selection bias* oder die Wahl der unabhängigen Variablen diskutieren.

nun, eine Funktion zu spezifizieren, die die Punkte  $c$  und  $d$  verbindet. Die allgemeine inverse Nachfrage entspricht in diesem Fall der gestrichelten Linie in Abbildung 10. Das Identifikationsproblem entsteht, da die durch die Regression nach Gleichung 19 abgeleitete Nachfrage weder der Nachfragefunktion des Haushalts  $a$  noch des Haushalts  $b$  entspricht.

„Said another way, the data used in the regression do not represent  $[j]$  points on a single person’s inverse demand curve, but are instead a collection of  $[j]$  points on  $[j]$  different inverse demand curves.“ (a.a.O, o.S.)

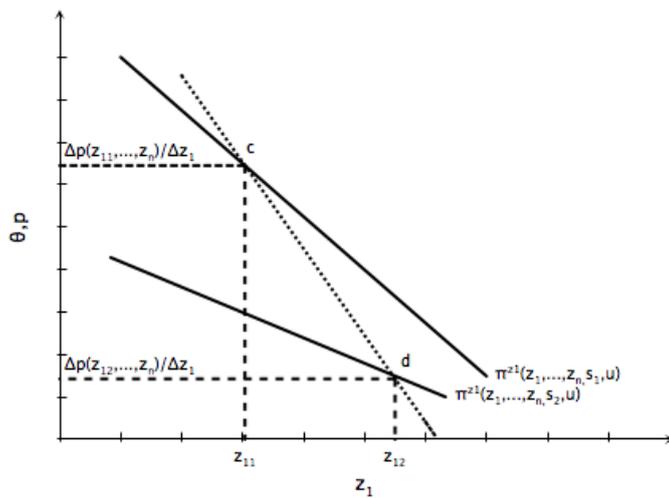
Palmquist (im Erscheinen) folgert daraus, dass die Regression in Gleichung 19 keine ökonomische Interpretation zulässt, da mindestens zwei Beobachtungen für einen Haushalt notwendig wären, um eine haushaltsspezifische Nachfragefunktion und daraus eine allgemeine inverse Nachfragefunktion schätzen zu können. Nimmt man hingegen an, dass die Individuen  $a$  und  $b$  identische Präferenzen haben, liegen die Punkte  $c$  und  $d$  auf der gleichen inversen Nachfragefunktion. Dieser besondere Fall ist in Abbildung 12 dargestellt. Die hedonische Preisfunktion muss damit einer universell geltenden *bid function* für alle Individuen entsprechen und ist somit unabhängig von den Haushaltscharakteristika  $s_j$ , so dass die *second stage estimation* nicht mehr notwendig ist. Panel-Daten zu Immobilienentscheidungen der gleichen Konsumenten zu verschiedenen Zeitpunkten stehen in der Regel nicht zur Verfügung, können jedoch in der empirischen Analyse durch einen so genannten *multiple market* - Ansatz simuliert werden. Dazu wird angenommen, dass der Immobilienmarkt in bestimmte Teilssegmente aufgeteilt werden kann, in denen Individuen mit gleichen Charakteristika (Haushaltsgröße, Einkommen,...) die gleichen Präferenzen und damit die gleiche marginalen implizite Zahlungsbereitschaft für  $z_1$  haben. Dennoch lassen sich nutzenkonstante Wohlfahrtsmaße nicht direkt ableiten, da die Beobachtungen der verschiedenen Individuen mit gleichen Charakteristika auf verschiedenen *bid functions* mit unterschiedlichen Nutzenniveaus liegen. Eine weitere Herausforderung stellt die konsistente Schätzung von Gleichung 19 dar. Der marginale Preis  $\partial p(z_1, \dots, z_n)/\partial z_1$  und  $z_1$  wird durch die Entscheidung des Haushalts simultan determiniert. Bartik (1987) argumentiert, dass  $\eta_j$  unbeobachtete Haushaltscharakteristika enthalten kann, die Informationen über die Präferenzen von Haushalt  $j$  bezüglich der Eigenschaft  $z_1$  enthalten, so dass  $z_{1j}$  und  $\eta_j$  korreliert sind. Die OLS Schätzung der *second stage* Parameter ist damit verzerrt. Eine mögliche Alternative bietet daher ein Instrumentalvariablenansatz (2SLS) mit Instrumenten für  $z_1$  in der *second stage estimation* (vgl.: Bartik, 1987; Netusil et al., 2010). Palmquist und Israngkura (1999) vermuten (analog zum *multiple market approach*), dass die Präferenzen der Konsumenten über die verschiedenen Märkte (z.B. zeitliche und räumliche Unterschiede) nicht systematisch variieren, so dass die entsprechende *behavioral function* über die verschiedenen Preisvektoren in den einzelnen Märkten abgeleitet werden kann.

Abbildung 9: Das *second stage identification problem I*



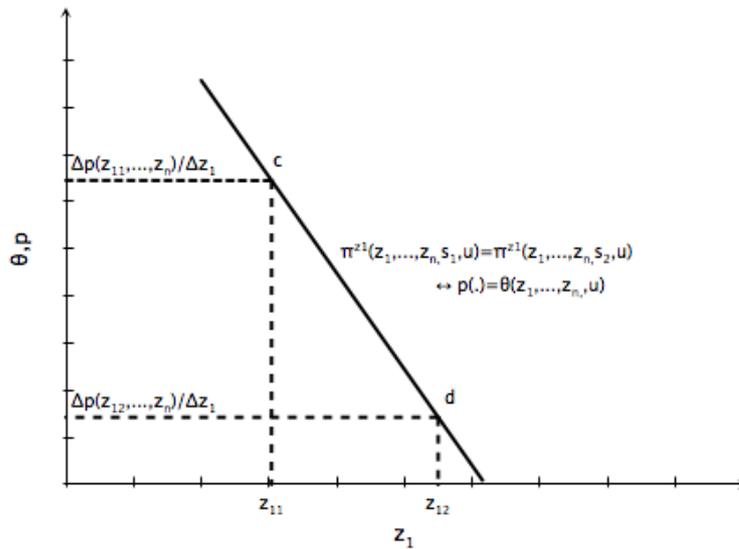
Quelle: Rosen, 1974.

Abbildung 10: Das *second stage identification problem II*



Quelle: Rosen, 1974.

Abbildung 11: Das *second stage identification problem* III



Quelle: Rosen, 1974.

### 3.1.6 Empirische Beispiele

In der wissenschaftlichen Literatur existieren zahlreiche empirische Anwendungen der *first stage regression*. Bei der Analyse der Zahlungsbereitschaft für Umweltqualität werden besonders häufig Immobilienpreise verwendet, um daraus die implizite marginale Zahlungsbereitschaft für bestimmte ökologische Attribute abzuleiten (*property value models*) (vgl.: Palmquist, im Erscheinen). Dabei stand in den 1980ern und frühen 1990ern Jahren vor allem die monetäre Bewertung von Luftqualität im Mittelpunkt des umweltökonomischen Interesses. Zum Thema Energieeffizienz in Wohngebäuden konnte während der Literaturrecherche keine Analyse gefunden werden.

Harrison und Rubinfeld (1978) kommen zu dem Ergebnis, dass die marginale Zahlungsbereitschaft für saubere Luft mit zunehmendem Verschmutzungsniveau steigt. Darüber hinaus nimmt die Nachfrage nach einer höheren Luftqualität mit steigendem Einkommen zu. Chattopadhyay (1999) verwendet Immobilienpreise aus Chicago (USA) aus den Jahren 1989-1990 und kommt zu dem Ergebnis, dass die Zahlungsbereitschaft für verschiedene Luftschadstoffe deutlich variiert und Individuen für Feinstaub und Schwebeteilchen besonders sensibel sind.

Vor dem Hintergrund der eigenen Schätzung zum Einfluss von demographischen Variablen auf die Zahlungsbereitschaft für energieeffizientes Wohnen im folgenden Kapitel fokussieren sich die nachfolgenden Beispiele im Wesentlichen auf Arbeiten mit *second stage* - Schätzungen. Insgesamt sind diese Regressionen aufgrund der beschriebenen Probleme bezüglich der Verfügbarkeit von Haushaltsdaten und den ökonometrischen Herausforderungen seltener als Anwendungen zur *first stage estimation*. Palmquist und Israngkura (1999) ermitteln die Zahlungsbereitschaft für saubere Luft (Schwebestaub, Ozon, Stickstoffdioxid und Schwefeldioxid) anhand von Daten aus dem Jahre 1979 in

13 US-amerikanischen Ballungsgebieten (Chicago, Cincinnati, Dallas, Denver, Detroit, Houston, Indianapolis, Los Angeles, Philadelphia, Portland, St. Louis, San Bernardino und San Francisco). Sie ermitteln eine Einkommenselastizität  $> 1$ , so dass die Luftqualität als Luxusgut betrachtet werden kann. Zabel und Kiel (2000) führen eine ähnliche Analyse für Chicago, Denver, Philadelphia und Washington, D.C. mit Daten aus den Jahren 1974-1991 durch. Die ermittelten Einkommenseffekte sind geringer als die in der Studie von Palmquist und Israngkura (1999). Ein 1%-iger Anstieg im Einkommen erhöht die marginale Zahlungsbereitschaft (MWTP) für saubere Luft (Ozon, Stickoxide, Schwebstaub) um 0,1%. Die *second stage estimation* stellt heraus, dass die MWTP für lateinamerikanische oder afroamerikanische Haushalte signifikant geringer ist (vermutlich aufgrund von Einkommenseffekten). Das Geschlecht und der Familienstatus haben keine Auswirkung auf die Zahlungsbereitschaft.

Ein weiteres bedeutendes Forschungsgebiet, in dem hedonische Preismodelle Anwendung finden, ist die Bewertung von städtischen Parks und Naherholungsgebieten. Dabei werden die Zahlungsbereitschaften in der Regel ebenfalls aus Immobilienpreisen abgeleitet. Hoshino und Kuriyama (2010) bestimmen den Effekt von städtischen Parks auf die Mietpreise der umliegenden Wohnungen anhand von 2.370 vermieteten Wohneinheiten in Setagaya, einem Stadtteil im Südwesten von Tokyo. Sie stellen fest, dass die Preise für eine Wohnung mit zunehmender Parkfläche in unmittelbarer Nähe (450m-Radius) signifikant steigen. So zeigt sich, dass Mietpreise mit zunehmender Parkfläche innerhalb eines größeren Radius (1.000m) abnehmen. Hoshino und Kuriyama schließen daraus, dass Individuen den schnellen Zugang zu einem Naherholungsgebiet schätzen, in ihrem weiteren Umfeld jedoch ein stärker diversifiziertes Angebot bevorzugen. Poudyal et al. (2009) kommen ebenfalls zu dem Ergebnis, dass die Entfernung und Größe des nächstgelegenen Parks einen signifikant positiven Einfluss auf die Preise der umliegenden Immobilien hat. Aus den Ergebnissen ihrer *second stage estimation* lässt sich schließen, dass die Nachfrage nach Parks unelastisch im Einkommen ist. Darüber hinaus zeigt sich in ihrer Analyse beispielsweise, dass ältere Menschen eine signifikant geringere Nachfrage nach Parkflächen aufweisen. Netusil et al. (2010) kommen zu dem Ergebnis, dass Individuen Laubdächer (z.B. in Form von Alleen) in urbanen Regionen mit 0,75%-2,52% des durchschnittlichen Immobilienpreises in der beobachteten Region bewerten und unterschiedliche Zahlungsbereitschaften nicht ausschließlich auf Einkommenseffekte zurückzuführen sind.

Aus den vorgestellten Studien geht hervor, dass die Nachfrage nach Parks und Naherholungsgebieten eher einkommensunelastisch ist. Es scheint, dass weite Bevölkerungsteile Naherholungsgebieten einen hohen Nutzen beimessen. Dem hingegen scheint das Einkommen bei der Nachfrage nach sauberer Luft eine größere Rolle zu spielen. Bei der Interpretation der Ergebnisse sollte allerdings berücksichtigt werden, dass die vorgestellten Analysen weitestgehend Daten aus den 1980er Jahren verwenden und das Umweltbewusstsein der Bevölkerung in den letzten Jahren zugenommen hat.

## 3.2 Das diskrete Entscheidungsmodell

Eine weitere Möglichkeit, die Zahlungsbereitschaft für Umweltattribute abzuleiten, bieten diskrete Entscheidungsmodelle. Im Unterschied zu dem Modell der hedonischen Preise wählt ein Individuum nicht ein optimales  $z = (z_1, \dots, z_n)$  mit  $i = 1, \dots, n$  aus dem stetigen Vektorraum (vgl. hier und im Folgenden: Palmquist, im Erscheinen). Die Idee dieser Entscheidungsmodelle ist, dass ein Individuum aus einer endlichen Menge von verfügbaren Gütern mit den entsprechenden Produkteigenschaften dasjenige Gut auswählt, welches ihm den höchsten Nutzen stiftet. Der *Outcome* nimmt damit eine endliche Menge von möglichen Ausprägungen an. Bezogen auf das Beispiel der Energieeffizienz in Wohngebäuden bedeutet dies, dass ein Individuum aus einer endlichen Anzahl von Gebäuden mit spezifischen Eigenschaften (u.a. einer bestimmten energetischen Qualität) auswählen kann. Das Individuum wählt das Gebäude, welches ihm den höchsten Nutzen stiftet und zahlt den entsprechenden Kaufpreis/die entsprechende Kaltmiete. Auf Basis dieser Entscheidung lässt sich dann die marginale Zahlungsbereitschaft für die Energieeffizienz  $z_1$  ableiten. Des Weiteren unterscheiden sich einfache Formen diskreter Entscheidungsmodelle von dem hedonischen Ansatz in Bezug auf das Marktgleichgewicht. So lassen sich aus diesen Modellen nicht unmittelbar Bedingungen für ein Marktgleichgewicht und damit die Auswirkung exogener Schocks auf den Gleichgewichtspreis ableiten. Im Folgenden soll nun zunächst die mikroökonomische Fundierung des diskreten Entscheidungsmodells und anschließend vor dem Hintergrund der empirischen Analyse im nächsten Kapitel die Schätzung des diskreten multinominalen Entscheidungsmodells erläutert werden.

### 3.2.1 Diskrete Entscheidungsmodelle als *behavioral models*

Im Mittelpunkt des diskreten Entscheidungsmodells steht die Analyse des Verhaltensprozesses eines Individuums. Dieser führt zu einer Entscheidung für ein bestimmtes Gut mit spezifischen Eigenschaften (vgl. hier und im Folgenden: Train, 2009). Dazu sei angenommen, dass bestimmte Faktoren die Wahl des Individuums beeinflussen. Einige dieser Faktoren sind beobachtbar ( $x$ ); andere bleiben bei der Analyse unbeobachtbar ( $\epsilon$ ). Diese Faktoren werden durch eine Funktion  $h(\cdot)$  mit dem *Outcome* der Entscheidung  $y$  in Verbindung gebracht, so dass gilt:  $y = h(x, \epsilon)$ . Diese Funktion wird als *behavioral process* bezeichnet. Da  $\epsilon$  bei der empirischen Analyse unbeobachtbar ist, ist die vorhergesagte Wahl  $y$  des Agenten nicht deterministisch, sondern wird in Form von Wahrscheinlichkeiten angegeben. Die Ausprägungen der unbeobachtbaren Faktoren  $\epsilon$  werden dazu als zufällig angenommen und folgen einer bestimmten Verteilung mit Dichtefunktion  $f_\epsilon(\cdot)$ . Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Individuum ein bestimmtes *Outcome* wählt, entspricht der Wahrscheinlichkeit, dass  $\epsilon$  einen Wert annimmt, so dass der *behavioral process* zu dem entsprechenden *Outcome* führt:  $P(y|x) = \text{Prob}(\epsilon \text{ s.t. } h(x, \epsilon) = y)$ . Dieser Ausdruck lässt sich auch durch eine Indikatorfunktion  $I[\cdot]$  darstel-

len, so dass gilt:

$$I[h(x, \epsilon) = y] = 1, \quad (20)$$

wenn  $\epsilon$  kombiniert mit  $x$  zum *Outcome*  $y$  führt bzw.

$$I[h(x, \epsilon) = y] = 0, \quad (21)$$

wenn  $\epsilon$  kombiniert mit  $x$  zu einem anderen *Outcome* führt. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Individuum *Outcome*  $y$  wählt, entspricht dann dem Erwartungswert der Indikatorfunktion über alle möglichen Werte von  $\epsilon$ . Da  $\epsilon$  einer Verteilung mit Dichtefunktion  $f_\epsilon(\cdot)$  folgt, kann die Wahrscheinlichkeit mithilfe eines Integrals ausgedrückt werden:

$$P(y|x) = \text{Prob}(I[h(x, \epsilon) = y] = 1) = \int I[h(x, \epsilon) = y] f_\epsilon(\epsilon) d(\epsilon) \quad (22)$$

Um die Wahrscheinlichkeit zu bestimmen, muss das Integral bestimmt werden. Für bestimmte Spezifikationen von  $h$  und  $f$  (z.B. im Logit Modell) kann das Integral in einer geschlossenen Form ausgedrückt werden, so dass die Wahrscheinlichkeit unmittelbar aus Gleichung 22 bestimmt werden kann. Andernfalls kann das Integral durch Simulation der Verteilung von  $\epsilon$  approximiert werden. Des Weiteren ist von Bedeutung, dass das Bündel an möglichen Alternativen (*choice set*) folgende Eigenschaften erfüllt:

- die Alternativen müssen sich gegenseitig ausschließen (*mutually exclusive*),
- das *choice set* muss vollständig sein (*exhaustive*),
- die Anzahl der Alternativen muss endlich sein.

### 3.2.2 Mikroökonomische Einbettung und Wohlfahrtseffekte

Diskrete Entscheidungsmodelle basieren in vielen ökonomischen Fragestellungen auf der Annahme, dass sich das Individuum nutzenoptimal verhält und die Alternative wählt, die ihm den größt möglichen Nutzen stiftet. Modelle, die annehmen, dass die Produkteigenschaften eines Guts zum individuellen Nutzen beitragen und konsistent mit der Nutzenmaximierung sind, werden als *Random Utility Models* (RUMs) bezeichnet. Eine wichtige Eigenschaft der RUMs ist die Beschreibung des Verhältnisses zwischen den erklärenden Variablen und des gewählten *Outcome*, wobei die unbeobachtbare Heterogenität der individuellen Entscheidung durch den Fehlerterm  $\epsilon$  berücksichtigt wird (vgl.: Phaneuf und Smith, 2005). Train (2009) unterstreicht explizit, dass die Ableitung der diskreten Entscheidungsmodelle vor dem Hintergrund der mikroökonomischen Nutzenmaximierung lediglich sicherstellt, dass die Modelle mit diesem Ansatz konsistent sind. Dies bedeutet nicht, dass das Modell nicht anderen Verhaltensformen folgen kann.

Es sei angenommen, dass ein Individuum  $j$  ein Güterbündel mit  $n$  Alternativen zur

Auswahl hat. Für das Immobilienbeispiel bedeutet dies, dass Individuum  $j$  aus  $N$  Häusern auswählen kann.  $U_{jn}$   $n = 1, \dots, N$  sei dabei sein Nutzen, den die Wahl der Alternative  $n$  stiftet. Die exakte Höhe des Nutzens ist dabei lediglich der entsprechenden Person bekannt. Unter der Annahme, dass sich das Individuum nutzenoptimal verhält, ergibt sich folgendes *behavioral model*: Wähle Alternative  $m$ , wenn gilt:  $U_{jm} > U_{jn}$  für alle  $n \neq m$ . Bei der empirischen Analyse bleibt die genaue Spezifikation des Nutzenkalküls des Individuums für den Forscher unbeobachtbar, so dass dieser lediglich einige Attribute der Alternativen ( $x_{jn}$   $n = 1, \dots, N$ ) und einige Eigenschaften des Individuums ( $s_j$ ) beobachten kann. Daraus lässt sich die so genannte *representative utility* ableiten:  $V_{jn} = V(x_{jn}, s_j)$   $n = 1, \dots, N$ . Der wahre Nutzen  $U_{jn}$  kann damit wie folgt zerlegt werden:  $U_{jn} = V_{jn} + \epsilon_{jn}$ . Damit stellt  $\epsilon_{jn}$  einen Vektor der Faktoren dar, die zwar den Nutzen des Individuums beeinflussen, aber nicht beobachtbar sind. Für die empirische Analyse wird  $\epsilon_{jn}$  für alle  $j$  als zufällig betrachtet. Die gemeinsame Verteilung des Zufallvektors  $\epsilon_j^T = (\epsilon_{j1}, \dots, \epsilon_{jn})$  wird durch die Dichtefunktion  $f_\epsilon(\cdot)$  beschrieben. Mit Annahmen über  $f(\epsilon)$  können nun die Wahrscheinlichkeiten für die Wahl eines bestimmten Guts abgeleitet werden. Die Wahrscheinlichkeit  $P_{jm}$ , dass Individuum  $j$  Gut  $m$  wählt ist:

$$\begin{aligned} P_{jm} &= \text{Prob}(U_{jm} > U_{jn}) \quad \forall n \neq m \\ &= \text{Prob}(V_{jm} + \epsilon_{jm} > V_{jn} + \epsilon_{jn}) \quad \forall n \neq m \\ &= \text{Prob}(\epsilon_{jn} - \epsilon_{jm} < V_{jm} - V_{jn}) \quad \forall n \neq m). \end{aligned} \quad (23)$$

Im Logit Modell wird angenommen, dass  $\epsilon_{jn}$  der *iid extreme value* (Gumbel) Verteilung folgt. Die Dichtefunktion für jede unbeobachtbare Komponente der Nutzenfunktion ist demnach

$$f_\epsilon(\epsilon_{jn}) = e^{-\epsilon_{jn}} e^{-e^{-\epsilon_{jn}}} \quad (24)$$

und die (kumulierte) Verteilungsfunktion entspricht

$$F(\epsilon_{jn}) = e^{-e^{-\epsilon_{jn}}}. \quad (25)$$

Es gilt, dass die Fehlerterme  $\epsilon_j$  zwischen den verschiedenen Alternativen unabhängig voneinander sind. Dies bedeutet, dass der Fehlerterm  $\epsilon_j$  einer Alternative keine Informationen bezüglich des Fehlerterms einer anderen Alternative  $j$  beinhaltet. Im Folgenden sollen nun die wesentlichen Schritte der Herleitung der Wahlwahrscheinlichkeit im Logit Modell aufgezeigt werden (McFadden, 1974). Wie in Gleichung 23 dargestellt, wählt Individuum  $j$  die Alternative  $m$ , wenn gilt:

$$\begin{aligned} P_{jm} &= \text{Prob}(V_{jm} + \epsilon_{jm} > V_{jn} + \epsilon_{jn}) \quad \forall n \neq m \\ &= \text{Prob}(\epsilon_{jn} - \epsilon_{jm} < V_{jm} - V_{jn}) \quad \forall n \neq m). \end{aligned} \quad (26)$$

Wenn zunächst angenommen wird, dass  $\epsilon_{jm}$  bekannt ist, entspricht der Ausdruck in Gleichung 26 der kumulierten Wahrscheinlichkeitsverteilung für jedes  $\epsilon_{jn}$ , evaluiert an der Stelle  $\epsilon_{jm} + V_{jm} - V_{jn}$ . Diese entspricht Gleichung 25. Da die  $\epsilon$ 's unabhängig sind, beträgt die kumulierte Wahrscheinlichkeitsverteilung über alle  $n \neq m$  dem Produkt der individuellen Verteilungen:

$$P_{jm}|\epsilon_{jm} = \prod_{m \neq n} e^{-e^{(\epsilon_{jm} + V_{jm} - V_{jn})}}. \quad (27)$$

Da  $\epsilon_{jm}$  unbekannt ist, entspricht die Wahlwahrscheinlichkeit dem Integral von  $P_{jm}|\epsilon_{jm}$  über alle Werte von  $\epsilon_{jm}$ , gewichtet mit ihrer Dichte:

$$P_{jm} = \int \left( \prod_{n \neq m} e^{-e^{(\epsilon_{jm} + V_{jm} - V_{jn})}} \right) e^{-\epsilon_{jm}} e^{-e^{-\epsilon_{jm}}} d\epsilon_{jm}. \quad (28)$$

Daraus ergibt sich nach einigen Umformungen (vgl.: Anhang A.1) die Wahlwahrscheinlichkeit im Logit Modell:

$$P_{jm} = \frac{e^{V_{jm}}}{\sum_n e^{V_{jn}}}. \quad (29)$$

Für die *representitive utility*  $V_{jn}$  gilt gewöhnlich, dass sie linear in ihren Parametern ist, so dass gilt:  $V_{jn} = \beta^T x_{jn}$  und die Logit Wahrscheinlichkeit aus Gleichung 29 damit wie folgt ausgedrückt werden kann:

$$P_{jm} = \frac{e^{\beta^T x_{jm}}}{\sum_n e^{\beta^T x_{jn}}}. \quad (30)$$

Diese erfüllt einige wünschenswerte Eigenschaften, die die Analyse vereinfachen:

- $P_{jm}$  liegt immer zwischen 0 und 1 und kann damit direkt als Wahrscheinlichkeit interpretiert werden.
- Die Wahlwahrscheinlichkeiten aller Alternativen summieren sich zu 1:  

$$\sum_{m=1}^N P_{jm} = \sum_m \exp(V_{jm}) / \sum_n \exp(V_{jn}) = 1.$$

Die Verbindung zwischen statistischen Methoden und dem Konzept der Nutzenmaximierung in diskreten Entscheidungsmodellen wirft die Frage auf, ob die Verfahren der traditionellen ökonomischen Theorie zur Messung von Wohlfahrtseffekten bei einer Änderung der interessierenden Attribute auf diskrete Entscheidungsmodelle übertragen werden können (vgl.: Hanemann, 1983). Small und Rosen (1981) legen mit ihrem theoretischen Modell die Grundlage für die Wohlfahrtsanalyse in diskreten Entscheidungsmodellen. Auf Basis dessen kann, der Notation von Train (2009) folgend, die Konsumentenrente (CS) im diskreten Entscheidungsmodell durch den Nutzen der Wahlalternative gemessen werden:

$$CS_j = \left( \frac{1}{\alpha_j} \right) \max_n U_{jn}. \quad (31)$$

Die Division durch  $(\frac{1}{\alpha_j})$  drückt die Konsumentenrente in monetären Werten aus.  $\alpha_j$  ist dabei der marginale Nutzen des Einkommens:  $\alpha_{nj} = \frac{\partial U_j}{\partial Y_j}$ . Da  $U_j$  nicht beobachtbar ist, nutzt man die *representative utility* und bildet den Erwartungswert:

$$E[CS_j] = \left(\frac{1}{\alpha_j}\right)E[\max_n(V_{jn} + \epsilon_{jn})]. \quad (32)$$

Small und Rosen (1981) zeigen, dass sich im Logit Modell, analog zu Gleichung 32, für die Konsumentenrente ergibt:

$$E[CS_j] = \left(\frac{1}{\alpha_j}\right)\ln\left(\sum_{n=1}^N e^{V_{jn}}\right) + C. \quad (33)$$

Dabei kann  $\alpha_j$  aus dem Koeffizienten einer Preis- bzw. Kostenvariable der Schätzung abgeleitet werden (vgl. dazu: Train, 2009, S. 56). Die Interpretation der Preisvariable als marginaler Nutzen des Einkommens folgt aus der Annahme, dass die Budgetrestriktion eingehalten wird (vgl.: McConnell, 1995).  $C$  ist eine unbekannte Konstante, die die Annahme sicherstellt, dass das absolute Nutzenniveau nicht messbar ist. Hanemann (1982) kritisiert diese Vorgehensweise, da dadurch angenommen wird, dass der marginale Nutzen des Einkommens für alle Individuen gleich und unabhängig von der Höhe des Einkommens ist (*No - income - effects*, Hanemann, 1982, S. 11) und leitet Wohlfahrtsmaße für diskrete Entscheidungsmodelle ab (vgl.: Hanemann, 1984a; Hanemann, 1984b). So zeigt er, dass beim Übergang vom deterministischen Modell zum RUMs Modell die Kompensationsvariation nicht einfach durch die Preisänderung multipliziert mit der Wahlwahrscheinlichkeit der Alternative zu berechnen ist, wenn die *No - income - effects* - Annahme gelockert wird. Train (2009) gibt zu bedenken, dass diese Annahme zulässig ist, wenn davon ausgegangen wird, dass der Effekt einer politischen Maßnahme (z.B. Mindestanforderung für ein Energieeffizienzniveau in Wohngebäuden) nur geringe Auswirkungen auf die Konsumentenrente hat, so dass der marginale Nutzen des Einkommens in diesem Bereich unverändert bleibt. Darüber hinaus könnte ein Vektor  $c_{jn}$  mit weiteren Haushaltscharakteristika (z.B. Haushaltsgröße) dazu beitragen, individuelle marginale (konstante) Grenznutzen  $a_j$  abzuleiten.

In der Diskussion über die theoretische mikroökonomische Fundierung der diskreten Entscheidungsmodelle fällt auf, dass die Berücksichtigung des Einkommens (und damit in gewisser Weise der Budgetrestriktion) beim Übergang zur ökonometrischen Anwendung problematisch ist. Selbst wenn die Budgetrestriktion in einer indirekten Nutzenfunktion (analog zu Gleichung 13) berücksichtigt wird, fällt diese (konstante) Variable bei der Herleitung der Wahlwahrscheinlichkeiten (Gleichung 23) aus dem Kalkül heraus, da lediglich Nutzenunterschiede berücksichtigt werden (vgl. hier und im Folgenden: Hanemann, 1982). Damit ist die Wahlwahrscheinlichkeit  $P_{jm}$  unabhängig vom Einkommen. Der marginale Nutzen des Einkommens kann zwar durch den Koeffizienten der Preis- bzw. Kostenvariable geschätzt werden, jedoch tritt das Einkommen unter der *No - income - effects* - Annahme nicht als explizite Variable in einem dis-

kreten Entscheidungsmodell auf. McConnell (2005) interpretiert den Wohlfahrtseffekt eines Konsumenten durch die Wahl einer Alternative  $n$  als den Betrag  $C$ , den ein perfekt diskriminierender Monopolist abschöpfen könnte:  $C = \int_0^\infty P_n(p)dp$ . Er zeigt, dass für den Fall einer im Einkommen linearen Budgetrestriktion,  $C$  gleich der Kompensationsvariation im Logit Modell entspricht. Dieses Wohlfahrtsmaß verlangt deshalb in dieser Situation nicht die direkte Berücksichtigung der Budgetrestriktion. Herriges und Kling (1999) stellen in ihrer empirischen Analyse fest, dass die Einführung nichtlinearer Einkommenseffekte eine geringere Auswirkung auf die Schätzergebnisse hat als die unterschiedlichen Annahmen über die Fehlerterme beim Vergleich eines multinominalen Logit Modells mit einem *Nested* Logit Modell. Phaneuf und Smith (2005) diskutieren die Bedeutung des konstanten Grenznutzens des Einkommens in RUM's zur Ermittlung der Nachfrage nach Naherholungsgebieten und stellen abschließend fest:

"Ideally, the random utility model would allow income to influence the choice among alternatives and would provide a consistent definition of the choice occasion income relevant to the decision being modeled. The literature has not realized this overall goal."(Phaneuf und Smith, 2005, S. 710).

### 3.2.3 Schätzung

Da die Wahlwahrscheinlichkeit im Logit Modell durch die geschlossene Form des Integrals direkt abgeleitet werden kann und es damit keines simulativen Verfahrens bedarf, kann für die Schätzung das traditionelle *maximum likelihood* Prinzip angewendet werden (vgl. u.a.: Wooldridge, 2001). Die Idee dieses Schätzprinzips ist, eine so genannte *likelihood* Funktion  $L(Y, X, \theta)$  zu bestimmen und  $\theta$  dabei so zu wählen, dass die Distanz zwischen der wahren (unbekannten) Verteilung von  $Y$ , konditioniert auf  $X$ , und der angenommenen Verteilung von  $Y$  minimal wird.  $\theta$  entspricht dabei einem Vektor aus exogenen Variablen und Momenten der Verteilung. Da die Ausprägungen für  $\{Y_j, X_j\}$   $j = 1, \dots, J$  Realisationen eines Zufallsexperiments sind, kann der *maximum likelihood* Schätzer  $\hat{\theta}_{ML}$  auch als derjenige Wert von  $\theta$  interpretiert werden, der das Stichprobenergebnis mit der größten Wahrscheinlichkeit hervorgebracht hätte (vgl. u.a.: Schira, 2005). Im Folgenden sollen nun die wesentlichen Schritte der Herleitung des *maximum likelihood* Schätzers dargestellt werden. Die Wahrscheinlichkeit, dass die vorhergesagte Wahl von Individuum  $j$  der tatsächlichen Wahl des Individuums entspricht, kann durch

$$\prod_m (P_{jm})^{y_{jm}} \quad (34)$$

ausgedrückt werden (vgl. hier und im Folgenden: Train, 2009). Dabei gilt  $y_{jm} = 1$ , wenn Individuum  $j$  Alternative  $m$  wählt und  $y_{jm} = 0$ , wenn Individuum  $j$  Alternative  $m$  nicht wählt. Unter der Annahme, dass die Entscheidung jedes Individuums unabhängig von der Entscheidung der anderen Individuen ist, beträgt die Wahrscheinlichkeit, dass die

vorhergesagte Wahl der tatsächlichen Wahl für alle Individuen entspricht

$$L(\beta) = \prod_{j=1}^J \prod_m (P_{jm})^{y_{jm}}. \quad (35)$$

$L(\beta)$  entspricht dabei der *likelihood* Funktion.  $\beta$  ist der Vektor der exogenen Variablen des Modells. Die *log likelihood* Funktion lautet dann

$$LL(\beta) = \sum_{j=1}^J \sum_m y_{jm} \ln P_{jm}. \quad (36)$$

Der gesuchte Schätzer ist nun der Wert für  $\beta$ , der die *log likelihood* Funktion maximiert (vgl. Wooldridge, 2001). Das Maximum der *log likelihood* Funktion ergibt sich aus ihrer Ableitung nach  $\beta$  (siehe Anhang A.2):

$$\frac{\partial LL(\beta)}{\partial \beta} = \sum_j \sum_m (y_{jm} - P_{jm}) x_{jm} = 0. \quad (37)$$

Daraus ergibt sich nach Division durch  $J$ :

$$\frac{1}{J} \sum_j \sum_m y_{jm} x_{jm} = \frac{1}{J} \sum_j \sum_m P_{jm} x_{jm}. \quad (38)$$

Dieser Ausdruck kann wie folgt interpretiert werden:  $\bar{x} := (1/J) \sum_j \sum_m y_{jm} x_{jm}$  entspricht dem Durchschnitt der erklärenden Variablen über alle Wahlalternativen, die von den Individuen in der Stichprobe tatsächlich gewählt werden.  $\hat{x} := (1/J) \sum_j \sum_m P_{jm} x_{jm}$  ist der vorhergesagte Durchschnitt. Aus Gleichung 38 ist ersichtlich, dass durch die *maximum likelihood estimation*  $\beta$  so gewählt wird, dass der vorhergesagte Durchschnitt der erklärenden Variablen dem beobachteten Durchschnitt entspricht. Ziel der *maximum likelihood estimation* ist im Logit Modell also, einen Schätzer  $\beta$  zu finden, der dazu führt, dass das verwendete Modell die beobachteten Durchschnitte in der Stichprobe reproduziert.

### 3.2.4 Empirische Beispiele

In der wissenschaftlichen Literatur finden sich zahlreiche Beispiele diskreter Entscheidungsmodelle zur Analyse von Energieeffizienzmaßnahmen in Haushalten.

Cameron (1985) analysiert die Effekte von Modernisierungsmaßnahmen wie Fassaden- und Dachisolierung sowie Sturmfenstern auf das Nutzenkalkül der Haushalte mit einem *nested* Logit Modell und simuliert Politikszenerarien. In ihrem Modell geht Cameron zunächst davon aus, dass die Nachfrage nach Energie zur Erwärmung der Wohnfläche  $f$  von der Effizienz des Heizsystems  $\xi$ , dem Grad der Fassaden- und Dachisolierung  $U$  und der von dem Haushalt gewünschten Raumtemperatur  $H$  abhängt. Damit gilt:

$$f = \left[ \left( \frac{1}{\xi} \right) U \right] H. \quad (39)$$

Während  $H$  kurzfristig (und auch nur begrenzt) angepasst werden kann, um Energie zu sparen, betrachtet Cameron die Verbesserung der Effizienz des Heizsystems als Alternative in der langen Frist (z.B. bei Neubau). Eine Steigerung der Energieeffizienz durch nachträgliche Wärmeisolierung und Austausch der Fenster ist demnach in der mittleren Frist zu realisieren und aus diesem Grund Hauptgegenstand der Analyse. Es zeigt sich, dass die Nachfrage nach energieeffizienten Maßnahmen signifikant (negativ) vom Preis und signifikant (positiv) vom Haushaltseinkommen abhängt. Die Simulation verschiedener Politikszenerarien zeigt, dass ein Anstieg der Energiepreise zu einer erhöhten Investition in Effizienzmaßnahmen führt. So zeigt sich, dass eine 10%-ige Abnahme des Realeinkommens aller Individuen zu einem geringen Anstieg der investierenden Haushalte um 0,5% führt. Bezüglich Subventionen für Investitionen in Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz stellt Cameron fest, dass eine staatliche Förderung nur geringfügige Impulse bewirkt. So führt eine Förderung in Höhe von 15% der entstehenden Kosten lediglich zu einem 0,2%-igen Anstieg der Investitionsaktivität pro Prozentpunkt der Subvention. Ähnlich wie bei Subventionen zeigt sich auch bei Steuer-rückerstattungen, dass diese zwar die Investitionsmaßnahmen steigern, allerdings ist ex ante nicht genau bestimmbar, inwieweit eine Förderung tatsächlich die Renovierungstätigkeit beschleunigt und welcher Anteil dieser Maßnahmen auch ohne entsprechende Förderung getätigt worden wäre.

Poortinga et al. (2003) untersuchen die Auswirkungen der spezifischen Charakteristika verschiedener Möglichkeiten des Energiesparens in Haushalten auf die Akzeptanz innerhalb der holländischen Bevölkerung. Die Conjoint Analyse von 455 holländischen Haushalten zeigt, dass technische Verbesserungen zur Reduktion des Energieverbrauchs gegenüber Alternativen, die eine Verhaltensänderung oder eine Änderung der Konsumgewohnheiten verlangen, deutlich häufiger akzeptiert werden. Darüber hinaus wird deutlich, dass Individuen eher dazu bereit sind, im Haushalt Energie einzusparen, anstatt auf ihre Flexibilität beim Transport zu verzichten und häufiger öffentliche Verkehrsmittel zu wählen. Ein interessantes Ergebnis der Analyse stellt die geringe Bedeutung des Einsparpotentials dar. Offenbar spielt es für die Individuen nur eine untergeordnete Rolle, wie viel Energie sie durch eine entsprechende Maßnahme einsparen können. Poortinga et al. (2003) analysieren außerdem den Einfluss von soziodemographischen Eigenschaften auf das Entscheidungsverhalten. Daraus ergibt sich, dass Individuen mit einem hohen Umweltbewusstsein eine durchschnittlich höhere Akzeptanz für energieeinsparende Maßnahmen aufweisen und der eingesparten Energiemenge eine signifikant höhere Bedeutung beimessen als Personen mit einem geringen Umweltbewusstsein. Andere soziodemographische Variablen wie Alter, Haushaltsgröße, Einkommen und formale Bildung beeinflussen zwar die Art des Energiesparens, haben allerdings keinen Einfluss auf die durchschnittliche Akzeptanz von Energiesparmaßnahmen. In Bezug auf das Alter lässt sich schließen, dass junge Menschen insgesamt eine höhere Akzeptanz für energiesparende Maßnahmen innerhalb der eigenen Wohnung aufweisen als

ältere Menschen. Auch Familien sind eher dazu bereit, (Verhaltens-) änderungen in der Wohnung zu akzeptieren als auf die Flexibilität des Individualtransports zu verzichten. Bei Single - Haushalten zeigt sich das entgegengesetzte Verhalten. Individuen mit hohem Einkommen akzeptieren Verhaltens- und Konsumänderungen deutlich seltener als Haushalte mit geringeren finanziellen Mitteln und bevorzugen daher technische Maßnahmen.

Banfi et al. (2008) bestimmen die marginale Zahlungsbereitschaft für energieeffiziente Maßnahmen in Schweizer Wohngebäuden mithilfe eines binominalen *fixed effect* Logit Modells. Dazu entscheiden sich die 163 befragten Mieter von Appartements bzw. 142 selbstnutzenden Hauseigentümer in mehreren Wahlsituationen (*choice sets*) zwischen dem Status Quo ihrer Wohnung und einem Renovierungsvorschlag mit entsprechenden Attributen. Zu den untersuchten Eigenschaften in dieser Studie zählt die Art der Fenster, der Grad der Dämmung der Außenfassade, eine Belüftungsanlage und der Preis der entsprechenden Alternative. Es zeigt sich, dass Individuen in älteren Wohngebäuden eine vergleichsweise hohe Zahlungsbereitschaft für die Erneuerung der Fenster und der Außenfassade haben, während in neueren Gebäuden signifikant häufiger über den Einbau einer automatischen Belüftung diskutiert wird. Banfi et al. führen dies zum einen auf die Unterschiede in der Bausubstanz und auf die mit zunehmendem Energieeffizienzniveau abnehmende marginale Zahlungsbereitschaft zurück. Zum anderen vermuten die Autoren, dass Personen in neueren Wohngebäuden tendenziell über ein höheres Einkommen verfügen, so dass die höhere Präferenz für Belüftungsanlagen möglicherweise auch auf Einkommenseffekte zurückzuführen ist. Darüber hinaus zeigt sich, dass die Zahlungsbereitschaft in den meisten Fällen höher ist als die entstehenden Kosten. Dieses Ergebnis kann auf zwei Arten interpretiert werden: Auf der einen Seite könnte man ableiten, dass die Individuen tatsächlich Häuser und Wohnungen mit einem hohen Energieeffizienzniveau nachfragen, jedoch auf dem Immobilienmarkt kein entsprechendes Angebot besteht. Auf der anderen Seite besteht die Gefahr, dass die aus der hypothetischen Befragung abgeleitete marginale Zahlungsbereitschaft zu hoch geschätzt wird.

Van Oel et al. (2009) führen eine ähnlich Untersuchung durch und analysieren die Präferenzen von selbstnutzenden Eigentümern für eine energieeffiziente Sanierung anhand eines multinominalen Logit Modells. Die 1.565 befragten holländischen Immobilienbesitzer entscheiden sich dabei in zwölf *Choice Sets* zwischen zwei Alternativen mit spezifischen Attributen (Grad der Fassadenisolierung, Heizsystem/-konzept, Amortisationszeit, Dauer des Umbaus, Bereitschaft zur Verhaltensänderung, Komfort). Aus dieser Entscheidung kann anschließend die relative Bedeutung der Attribute abgeleitet werden. Es zeigt sich, dass die Besitzer von Bestandsgebäuden eher eine dünne Form der Außendämmung bevorzugen, die die bestehende Struktur der Außenhülle möglichst wenig verändert. Daraus kann man schließen, dass Hauseigentümern die architektonische Gestaltung des Hauses wichtig ist und sie aus diesem Grund eine Dämmung der

Außenfassade um jeden Preis nicht akzeptieren. Solarboiler oder Wärmepumpen als Heizsysteme werden dem sogenannten *zoning*, der Existenz unterschiedlicher Temperaturzonen im Wohngebäude (z.B. zwischen der ersten und zweiten Etage), vorgezogen. Bezüglich der Amortisationsdauer zeigt sich, dass Individuen einer kurzen Refinanzierung (3-7 Jahre) einen hohen Stellenwert beimessen. Ähnlich wie die Hemmnisanalyse in Kapitel 2 gilt eine Amortisationsdauer  $> 14$  Jahre als nicht akzeptabel. Darüber hinaus kommen Van Oel et al. zu dem Ergebnis, dass Individuen eine energieeffiziente Sanierung schätzen, wenn die Umbaumaßnahmen mit einer Erweiterung der Wohnfläche bzw. des Dachausbaus (Dachboden, Dachgaube) verbunden werden können. Außerdem lässt sich sagen, dass die Eigentümer nur in Ausnahmefällen Sanierungskonzepte akzeptieren, die eine vorübergehende Unbewohnbarkeit der Immobilie von etwa einem Monat mit sich bringen. Die Analyse der soziodemographischen Variablen auf die Renovierungstätigkeit zeigt, dass ein höheres Haushaltseinkommen zwar die Bewertung der Amortisationszeit nicht verändert, allerdings zu einer stärkeren Bereitschaft zur Investition in energieeffiziente Haushaltsgeräte sowie Wärmepumpen führt. Bezüglich des Alters der Individuen lässt sich ableiten, dass junge Familien mit Kindern dem gestiegenen Komfort, beispielsweise aus einer zusätzlichen Dachgaube, einen geringeren Wert beimessen als ältere Menschen. Es ist zu vermuten, dass große Umbaumaßnahmen tendenziell dann getätigt werden, wenn die Kinder aus dem Haus der Eltern ausziehen und sich die Wohnraumnutzung ändert. Frauen akzeptieren häufiger eine umfangreichere Fassadendämmung als Männer, legen aber einen größeren Wert darauf, dass die Umbauzeit möglichst kurz ist und wenig Unannehmlichkeiten verursacht. Analog zur Hemmnisanalyse zeigt sich in dieser Studie, dass die Bereitschaft in energieeffiziente Maßnahmen zu investieren positiv mit dem Umweltbewusstsein korreliert ist.

Kwak et al. (2010) analysieren die Zahlungsbereitschaft für Energieeffizienzmaßnahmen (Fenster, Fassade, Belüftung) mithilfe eines *Choice Experiments*. Als Datengrundlage dienen etwa 500 Haushaltsentscheider in sieben koreanischen Metropolen (Seoul, Pusan, Incheon, Daejeon, Daegu, Gwangju, Ulsan). Bei der Entscheidung über eine energieeffiziente Technologie müssen die Individuen die hohen saisonalen Temperaturschwankungen (ca.  $-10$  °C im Winter und bis zu  $40$ °C im Sommer) berücksichtigen. Anhand eines *Nested Logit* Modells zeigt sich, dass die Zahlungsbereitschaft für besonders gut isolierte Fenster und Belüftungssysteme im Gegensatz zur Fassadendämmung verhältnismäßig hoch sind.

Henzelmann et al. (2010) befragen 40 Immobilienmanager aus Deutschland, Österreich und der Schweiz zur zukünftigen Entwicklung der Nachhaltigkeit im Immobilienmanagement. Der Fokus dieser Untersuchung liegt damit im Vergleich zu den anderen empirischen Beispielen nicht im Entscheidungsverhalten selbstnutzender Eigentümer, sondern auf der Bedeutung der Nachhaltigkeit bei Immobilien als Investitionsgut bzw. Kapitalanlage. Eine Immobilie gilt als nachhaltig, „wenn sie langfristig einen ökologischen, sozialen und ökonomischen Nutzen stiftet bzw. entsprechenden Schaden ver-

meidet“ (Wallbaum, zitiert in: Henzelmann, 2010, S. 5). Es zeigt sich, dass über 70% der Investoren bereit sind, für eine nachhaltige Immobilie mehr Geld auszugeben. Die durchschnittliche zusätzliche Zahlungsbereitschaft liegt dabei bei etwa 9%. Daraus leiten die Analysten ein zusätzliches Investitionspotential von etwa 13 Mrd. Euro pro Jahr ab. Gleichzeitig argumentieren sie, dass die erhöhten Investitionskosten zum Teil durch höhere Mieteinnahmen gedeckt werden können. In der Studie erklären sich 86% der Mieter zu höheren Mietkosten für Nachhaltigkeit bereit, die durchschnittlich akzeptierte zusätzliche Zahlungsbereitschaft liegt bei 4,5%. Die Studie stellt heraus, dass Investoren sich durch eine erhöhte Nachhaltigkeit ihrer Immobilie vor allem eine Wertsteigerung und eine Reduktion der Kosten für Energie und Bewirtschaftung versprechen. Die Emissionsreduktion oder der Umweltschutz spielen im Entscheidungskalkül dagegen nur eine untergeordnete Rolle. Dies zeigt, dass Nachhaltigkeit im Immobilienbereich von Investoren als ein Beitrag zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit akzeptiert zu sein scheint. Es wird deutlich, dass Nachhaltigkeitszertifikaten wie LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) oder dem DGNB (*Deutsches Gütesiegel für nachhaltiges Bauen*) von den Immobilienmanagern nur eine niedrige Bedeutung zugemessen wird. Sie kritisieren dabei vor allem die zu starke Ausrichtung an ökologischen Aspekten und vermissen aussagekräftige ökonomische Komponenten. Deshalb setzen die Befragten auf immobilienpezifische Kennzahlen, wie dem Energieverbrauch des Gebäudes. Dennoch glauben die Befragten, dass *Green Building* Zertifikate in den nächsten fünf Jahren deutlich an Bedeutung gewinnen werden, so dass der Anteil an zertifizierten Immobilien im Portfolio von derzeit 6% im Jahr 2015 auf 24% steigen könnte. Aus den Ergebnissen lässt sich ableiten, dass auch die Bedeutung des Energieausweises in Zukunft im Immobilienmanagement zunehmen wird. Das Informationsinstrument liefert Investoren die gewünschten ökonomischen Richtgrößen der Immobilien und leitet Vorschläge für Maßnahmen zur energieeffizienten Sanierung ab. In der Studie von Henzelmann et al. (2010) haben die Immobilienmanager in diesem Bereich einen erhöhten Beratungsbedarf signalisiert.

Der Literaturvergleich bestätigt das heterogene Entscheidungsverhalten und die Vielzahl an möglichen Einflussfaktoren bei der Wahl von energieeffizienten Technologien im Gebäudebereich. Auffallend ist, dass Individuen die einzelnen Technologien und Möglichkeiten einer effizienten Nutzung von Energie ganz unterschiedlich monetär bewerten, und dass die unterschiedlichen Zahlungsbereitschaften nicht alleine auf Einkommenseffekte zurückzuführen sind.

## 4 Empirische Auswertung

### 4.1 Motivation

In der Forschung zum nachhaltigen Konsum zeigt sich, dass Individuen in verschiedenen Bedarfsfeldern unterschiedlich agieren (vgl. hier und im Folgenden: Enneking et al.,

2007). So lässt sich feststellen, dass in den Bereichen Ernährung, Transport und Wohnen unterschiedliche Determinanten und situative Umstände die Entscheidung für ein nachhaltiges Produkt beeinflussen. Als Beispiel dient ein Individuum in einem ländlichen Raum, welches sich bewusst für ökologische Lebensmittel entscheidet und die Dachfläche seines Wohngebäudes mit einer Solaranlage versieht, den Weg zur Arbeit jedoch morgens mit dem eigenen Auto zurücklegt, da das öffentliche Verkehrsnetz für ihn keine akzeptable Alternative darstellt. Darüber hinaus neigen viele Personen zu hybridem Kaufverhalten innerhalb der einzelnen Handlungsfelder, so dass z.B. bei der Wahl der Lebensmittel nachhaltige und nicht nachhaltige Entscheidungen parallel existieren. Nelson und Consoli (2010) diskutieren einen evolutionsökonomischen Ansatz, um das Verhalten von Individuen gegenüber neuen Produkten und Dienstleistungen und dessen Wirkung auf Innovationen als Wachstumstreiber zu analysieren. Sie argumentieren, im Unterschied zur neoklassischen mikroökonomischen Theorie, dass die Individuen über keine stabile globale Präferenzordnung verfügen, sondern ihr Handeln stets durch externe Faktoren und persönliche Erfahrungen beeinflusst wird. Damit sind die Präferenzen unstabil, das Verhalten wird situativ angepasst und verfehlt das Kriterium der vollständigen Rationalität. Anstelle einer kohärenten Nutzenfunktion verfügen die Konsumenten über spezifische Bedürfnisse, die durch verschiedene Produkte und Dienstleistungen befriedigt werden und so wiederum Nutzen stiften können. Zusätzlich zur Budgetrestriktion modellieren die Autoren die Zeit als limitierenden Faktor, so dass routiniertes Verhalten, - die gewohnte Befriedigung der individuellen Bedürfnisse -, als deutlich unkomplizierter wahrgenommen wird als eine Verhaltensänderung. Ein Gleichgewicht entspricht in diesem Modell dem Punkt, in welchem ein Individuum nicht von seinem Güterbündel abweicht. Im Gegensatz zur neoklassischen Theorie bedeutet dies nicht, dass das Gleichgewicht das Kriterium der Paretoeffizienz erfüllt. Darüber hinaus reagieren Individuen nur verzögert auf Preisänderungen und passen ihr Konsumbündel nicht unmittelbar an. Außerdem werden die verschiedenen Güter nur dann als Substitute betrachtet, wenn sie das gleiche Bedürfnis befriedigen können und gleichzeitig mit den persönlichen Vorlieben und Vorstellungen des Individuums harmonisieren. Die Anpassung an Änderungen der relativen Preise verschiedener Inputfaktoren wird im Wesentlichen durch Erfahrungen und routiniertes Verhalten geprägt. Im Bedarfsfeld Transport wird ein Individuum, welches bei einigen Gelegenheiten bereits den öffentlichen Nahverkehr nutzt, auf höhere Benzinpreise womöglich anders reagieren als eine Person, welche die Nutzung des öffentlichen Verkehrssystem bisher aus Gewohnheit noch nie in Betracht gezogen hat. Im Bedarfsfeld Wohnen kann das Bedürfnis nach einem angenehmen Raumklima ebenfalls durch verschiedene Inputfaktoren befriedigt werden. Neben dem routinierten Verhalten des klassischen Heizens treten vor allem im Zuge eines Anstiegs der Energiepreise Alternativen wie die Fassadendämmung oder der Einbau einer effizienten Heizungsanlage hinzu. Die Anpassung an Preisänderungen und die Abweichung vom routinierten Verhalten hin zu einem höheren Energieeffizi-

enzniveau des Wohngebäudes erfolgt bei den einzelnen Individuen aufgrund ihrer spezifischen Eigenschaften und Charakteristika mit unterschiedlicher Geschwindigkeit und auf verschiedene Art und Weise. Wie in Kapitel 2 beschrieben, können energiebewusste Individuen auf mehreren Wegen zu einer Diffusion von energiesparenden Technologien in Gebäuden beitragen. Neben der Sanierung und dem Neubau besteht seitens potenzieller Neueigentümer oder Neumieter eines Bestandsgebäudes bei der Wahl der Immobilie die Möglichkeit, verstärkt auf eine entsprechende Energieeffizienz des Gebäudes zu achten. Die Forschungsliteratur zur Energieeffizienz in Wohngebäuden konzentriert sich hauptsächlich auf die energieeffiziente Sanierung von selbstnutzenden Eigentümern oder Mietern (vgl.: Long, 2003; Jakob, 2007; Banfi et al., 2008; van Oel et al., 2009; Kwak, 2010). Dagegen ist die Bedeutung der Energieeffizienz als spezifisches Attribut beim Wohnungswechsel weitestgehend unerforscht. Vor diesem Hintergrund steht im Fokus dieser Arbeit die Analyse der Einflussfaktoren auf die Zahlungsbereitschaft für energieeffiziente Bestandsbauten. Dabei soll der Frage nachgegangen werden, welche individuellen Charakteristika die Entscheidung für die Miete oder den Kauf einer energieeffizienten Immobilie beeinflussen. Die theoretische Analyse und der Vergleich der Forschungsliteratur der vorherigen Abschnitte zeigt, dass die Entscheidung einer energieeffizienten Sanierung von vielen unterschiedlichen Faktoren abhängt. So zeigen die Studien zu Hemmnissen und Barrieren der Sanierung, dass neben finanziellen Rahmenbedingungen auch weitere sozioökonomische Attribute, wie das technische Interesse, der Austausch mit Handwerkern, Verwandten oder Bekannten sowie der Beitrag zum Umwelt- und Klimaschutz eine wichtige Rolle bei der Entscheidung spielen. Die Diskussion zur *second stage estimation* innerhalb der hedonischen Preismodelle rechtfertigt eine mikroökonomische Modellierung der Haushaltscharakteristika  $s$  und unterstreicht deren signifikanten Einfluss auf die Zahlungsbereitschaft für Umweltgüter wie saubere Luft oder die Nähe zu Naherholungsgebieten.

Wie in Kapitel 2 dargestellt, ist der Energieausweis ein zentrales Instrument zur Bestimmung und Signalisierung des energetischen Zustands einer Immobilie. Zur Hinführung auf die Analyse der Zahlungsbereitschaft und Identifikation möglicher einflussreicher Variablen erfolgt in einem ersten Schritt zunächst eine deskriptive Analyse mit Fokus auf den Energieausweis als Instrument zur Reduktion von Informationsasymmetrien auf dem Immobilienmarkt. Dabei stehen folgende Forschungsfragen im Vordergrund:

- Welchen Bekanntheitsgrad erreicht der Energieausweis und wie unterscheidet sich die Kenntnis innerhalb verschiedener Bevölkerungsgruppen?
- Nehmen Individuen den Ausweis als sinnvolles und hilfreiches Instrument wahr?
- Spielt der Energieausweis bei umweltbewussten Individuen eine größere Rolle?
- Welchen Stellenwert hat der energetische Zustand bei der Wohnungswahl?

- Welche Personen nutzen den Energieausweis bei der Suche nach einer geeigneten Immobilie?

In einem zweiten Schritt erfolgt dann die ökonometrische Analyse der Determinanten der Zahlungsbereitschaft für energieeffizienten Bestandsgebäude. Neben klassischen soziodemographischen Variablen stehen dabei der Einfluss von spezifischen Wohneigenschaften und -präferenzen sowie Umwelteinstellung und -wissen im Fokus. Dabei gilt es, einen Beitrag zu folgenden Forschungsfragen zu leisten:

- Welche Rolle spielen die finanziellen Voraussetzungen des Haushalts auf die Zahlungsbereitschaft für energieeffiziente Bestandsbauten?
- Welche Bedeutung hat das energieeffiziente Wohnen für umweltbewusste Individuen?
- Trägt der Energieausweis zu einer höheren Zahlungsbereitschaft bei?

Im Hinblick auf die ökonometrische Analyse ist zu beachten, dass in der Befragung keine absoluten (hypothetischen) Zahlungsbereitschaften für eine energieeffiziente Wohnung ermittelt werden. Die Grundlage für die ökonometrische Analyse der Einflussfaktoren auf die Zahlungsbereitschaft bildet die Frage:

*„Sind Sie bereit für eine Wohnung/ein Haus mit einer höheren Energieeffizienz (und damit niedrigeren Energiekosten) auch eine höhere monatliche Kaltmiete/einen höheren Kaufpreis zu zahlen?“*

Als Antwortalternativen stehen folgende Aussagen zur Verfügung: *„Ja, solange ich mir die Wohnung/das Haus noch leisten kann.“*<sup>10</sup>, *„Ja, aber nur solange die Warmmiete insgesamt nicht steigt/wenn die innerhalb der Nutzungsdauer des Hauses insgesamt gesparten Energiekosten auch die Kaufpreiserhöhung decken.“*<sup>11</sup> sowie *„Nein, eine Mieterhöhung/einen erhöhten Kaufpreis aufgrund einer verbesserten Energieeffizienz würde ich nicht akzeptieren.“*<sup>12</sup> Es können aus diesen Daten keine monetären Größen wie marginale Zahlungsbereitschaften ermittelt werden. Auch die Nachfragefunktion nach Energieeffizienz in einem Modell hedonischer Preise kann mithilfe der vorliegenden Daten nicht ermittelt werden, da absolute Angaben zu Preisen bzw. Zahlungsbereitschaften fehlen. Dennoch ermöglicht der vorliegende Datensatz eine profunde Analyse der Determinanten der Zahlungsbereitschaft für energieeffizientes Wohnen. Entsprechend dem Vektor  $s$  der Haushaltscharakteristika der *second stage estimation* im hedonischen Preismodell kann analysiert werden, welche Faktoren die Wahrscheinlichkeit einer höheren Zahlungsbereitschaft beeinflussen. Da die abhängige Variable lediglich drei diskrete Ausprägungen annimmt, bietet sich die Verwendung eines multinominalen Logit Modells an<sup>13</sup> (vgl.: Long und Freese, 2006; Train, 2009). Die genaue Spezifikation dieses diskreten Entscheidungsmodells wird in Abschnitt 4.4 erläutert.

<sup>10</sup> im Folgenden bezeichnet als Alternative: „ja“

<sup>11</sup> im Folgenden bezeichnet als Alternative: „konstant“

<sup>12</sup> im Folgenden bezeichnet als Alternative: „nein“

<sup>13</sup> Dieses Modell ist in Stata 10.0 durch den Befehl *mlogit* implementiert.

## 4.2 Daten

Die empirische Analyse basiert auf Haushaltsdaten, die im Auftrag des Zentrums für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH (ZEW) von der Gesellschaft für Konsumforschung (GfK) (Marktforschung, Abteilung Energie und Umwelt) von März bis Juli 2009 erhoben wurden (vgl. hier und im Folgenden: GfK, 2009). Dabei erfolgten die Interviews mit einer Länge von 50-60 Minuten mithilfe einer Computer gestützten persönlichen Befragung (CAPI Methode). Insgesamt konnten  $n = 1257$  Energie(mit-)entscheider in Haushalten befragt und eine repräsentative Abdeckung bundesdeutscher Privathaushalte erreicht werden. Für die nachfolgende Analyse zur Kenntnis des Energieausweises und der Einstellung zu diesem, können nach Datenbereinigung  $n = 1006$  Beobachtungen verwendet werden. Für die Schätzung der Determinanten der Zahlungsbereitschaft für energieeffizientes Wohnen steht dagegen lediglich ein Teilsample von  $n = 204$  Individuen zur Verfügung, da dieser Themenblock nur von Individuen beantwortet wurde, die eine Umzugsbereitschaft bzw. -absicht innerhalb der nächsten fünf Jahre signalisiert haben (ca. 20% des bereinigten Gesamtsamples). Es ist zu beachten, dass die umzugswilligen Individuen in der Regel junge Menschen sind, die über ein verhältnismäßig niedriges Einkommen verfügen. Es zeigt sich, dass Personen in Ballungsgebieten deutlich flexibler sind als Menschen in ländlichen Gebieten. Wie zu erwarten, ist die Umzugsbereitschaft bei Mietern deutlich höher als bei Eigentümern (43,4% zu 7%). Das zukünftige Wohnverhältnis (Miete oder Eigentum) ist ebenfalls erwartungsgemäß mit dem Einkommen korreliert.

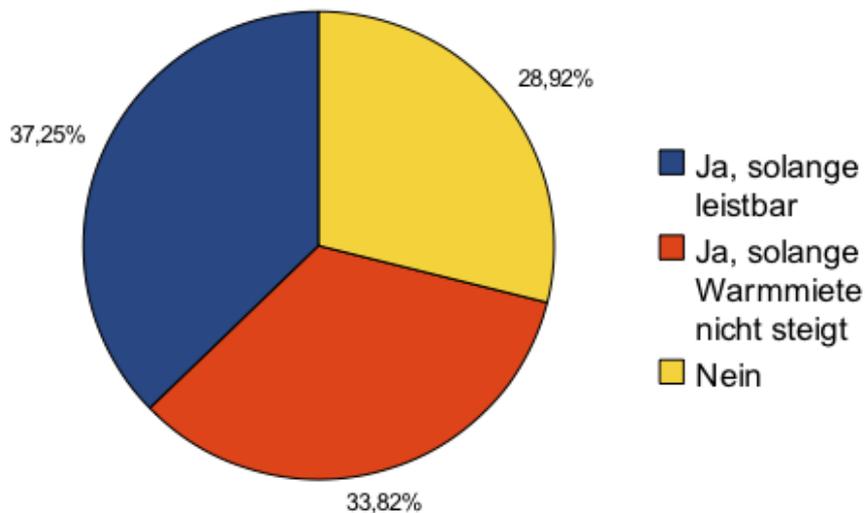
## 4.3 Deskriptive Ergebnisse

### 4.3.1 Zahlungsbereitschaft für energieeffiziente Bestandsgebäude

Wie in Abbildung 12 dargestellt, bestätigen die deskriptiven Ergebnisse zur Zahlungsbereitschaft die Vermutung eines heterogenen Antwortverhaltens seitens der befragten Individuen im Bedarfsfeld Wohnen. Etwa 37% der Umzugswilligen signalisieren ihre Bereitschaft, einen Aufpreis für ein erhöhtes Energieeffizienzniveau ihrer zukünftigen Immobilie zu zahlen, solange sie es sich leisten können. Dem hingegen ist für knapp 29% des sample eine erhöhte Kaltmiete/ein erhöhter Kaufpreis aufgrund einer höheren Energieeffizienz nicht akzeptabel. Ein Drittel der Befragten stimmt der These zu, dass ein erhöhter Preis für eine Wohnung dann zu rechtfertigen ist, wenn die höhere Anfangsinvestition über die erwartete Nutzungsdauer durch eingesparte Energiekosten gedeckt wird bzw. die Warmmiete insgesamt nicht steigt.

Es stellt sich die Frage, ob das Antwortverhalten innerhalb verschiedener Bevölkerungsgruppen systematisch variiert und welche Faktoren dieses beeinflussen. Zur Hinführung auf die ökonometrische Analyse und Identifikation potenzieller Determinanten erfolgt im folgenden Abschnitt nun die deskriptive Auswertung zum Energieausweis.

Abbildung 12: Deskriptive Ergebnisse zur Zahlungsbereitschaft für energieeffiziente Bestandsbauten



#### 4.3.2 Wissen und Einstellung zum Energieausweis

Die deskriptiven Ergebnisse des Wissens und der Einstellung zum Energieausweis zeigen, dass der Energieausweis in mehr als 76% der bundesdeutschen Haushalte bekannt ist. Damit hat dieses politische Instrument zur Reduktion von Informationsasymmetrien auf dem Immobilienmarkt bereits einen hohen Bekanntheitsgrad erreicht. Es ist jedoch festzustellen, dass im Durchschnitt nur etwa jeder zweite Befragte (54,3%) den Ausweis als ein sinnvolles Instrument betrachtet und dieser mehr als 26% der Befragten gleichgültig ist. Im Allgemeinen ist festzuhalten, dass der Energieausweis innerhalb der verschiedenen Bevölkerungsgruppen unterschiedlich wahrgenommen wird. Im Folgenden werden nun einige wesentliche Unterschiede dargestellt.<sup>14</sup>

In Hinblick auf **soziodemographische Merkmale** kann man feststellen, dass **junge Menschen** bis 30 Jahre deutlich seltener (62,0%) vom Energieausweis gehört haben als **ältere Menschen** ab 61 Jahren (80,4%). Dennoch betrachten junge Menschen den Energiepass häufiger als sinnvoll, während er vielen älteren Personen (31,3%) häufig egal ist. Gleichzeitig zeigt sich, dass die Kenntnis des Energieausweises positiv mit steigendem formalem **Bildungsniveau** korreliert ist. Während Individuen mit (Fach-)hochschulabschluss in mehr als 88% der Fällen den Ausweis kennen, geben lediglich 75% der Individuen ohne Abschluss, Volks- oder Hauptschulabschluss an, schon einmal von diesem Instrument gehört zu haben. Kontrolliert man gemeinsam auf Alter und formalen Bildungsstand, so zeigt sich, dass junge Menschen im Vergleich zu älteren Menschen mit dem gleichen formalen Bildungsstand weniger häufig über den Energieausweis Bescheid wissen. Gleichzeitig führt ein hoher formaler Bildungsstand auch zu einer positiveren Einstellung. Mit Blick auf das **Haushaltseinkommen** zeigt sich

<sup>14</sup> Eine ausführliche Darstellung der deskriptiven Ergebnisse findet sich in den Tabellen A.3.1-A.3.3 im Anhang A.3.

ebenfalls eine positive Korrelation zwischen Haushaltseinkommen und Kenntnisstand bzw. Einstellung. In Haushalten mit einem monatlichen Nettoeinkommen unter 1.500 € ist für etwa 68,5% der Haushalte der Energieausweis ein Begriff; bei Individuen mit mehr als 2.500 € kennen 80,2% das Instrument. **Männer** kennen den Energieausweis öfter als **Frauen** (80,7% bzw. 71,4%), aber Frauen vertrauen dem Instrument häufiger. Auffällig ist, dass der Energieausweis bei Individuen aus **Städten** mit mehr als 100.000 Einwohnern mit 64,2% in deutlich weniger Fällen bekannt ist als bei Bewohnern kleinerer Orte mit bis zu 5.000 Einwohnern (80,4%), jedoch Personen in Ballungsgebieten den Energiepass häufiger als sinnvoll erachten. Auffällig ist auch, dass Menschen in den neuen Bundesländern dem Energieausweis deutlich skeptischer gegenüberstehen. Erwartungsgemäß ist **Eigentümern** der Ausweis deutlich häufiger ein Begriff als **Mietern** (82,0% bzw. 60,1%), aber **Mieter** stimmen häufiger der These zu, dass es sich um ein sinnvolles Instrument handelt. Betrachtet man die **umzugswilligen Personen**, so stellt man fest, dass der Energieausweis bei Personen auf der Suche nach einem Mietobjekt nicht anders bewertet wird als bei den gesamten Mietern. Die Einstellung von **Neueigentümern** ( $n = 36$ ) gegenüber dem Instruments nimmt jedoch gegenüber allen Eigentümern deutlich zu (von 51,0% auf 77,8%).

Als Zwischenfazit bezüglich des Wissens und der Einstellung zum Energieausweis ist festzuhalten, dass das Instrument in der Regel dann diskutiert wird, wenn es aufgrund der gesetzlichen Ausgestaltung notwendig ist. Dies trifft vor allem zu, wenn die sozioökonomische Situation es zulässt, im Eigentum zu wohnen oder über Eigentum nachzudenken. Ältere Menschen planen häufig seltener einen Umzug und diskutieren in der Regel nur dann über den Energieausweis, wenn sie ihre Immobilie energieeffizient sanieren. Für junge Menschen mit einem niedrigen Einkommen sind eher Mietobjekte von Interesse. Obwohl der Energieausweis bei der Neuvermietung einer Immobilie ausgestellt werden muss, scheint dieser in den Vorüberlegungen der Befragten keine zentrale Rolle zu spielen. Des Weiteren könnte man aus den Ergebnissen schließen, dass vor allem in Ballungszentren, in denen sich die Marktmacht bei Immobilien auf der Seite der Verkäufer bzw. Vermieter befindet, der Energieausweis seine Funktion als Anreizinstrument zur Steigerung der Energieeffizienz nicht in ausreichendem Maße ausfüllen kann.

Die Analyse der individuellen **Umwelteinrichtung und des individuellen Umweltwissens** zeigt, dass der Energieausweis auch mit dem Umwelt- und Ressourcenschutz assoziiert wird. Individuen mit einem sehr hohen Umweltbewusstsein, mit bewusster Konsumentenscheidung für nachhaltige Produkte und hoher Sensibilität für Umwelt- und Klimaschutz im Kontext politischer Herausforderungen sind über den Energieausweis besser informiert und messen ihm eine höhere Bedeutung bei. Dies bedeutet, dass der Energieausweis bei Personen mit starker Affinität zum Umwelt- und Klimaschutz als politisches Instrument akzeptiert wird.

Eine weitere Fragestellung der deskriptiven Analyse ist, inwieweit der Ausweis als In-

formationsinstrument bei Personen mit verschiedenen **Präferenzen bei der Wohnungswahl** aufgenommen wird. Etwa die Hälfte der befragten Individuen gibt an, dass die **Kaltmiete bzw. der Kaufpreis** für sie eines der drei zentralen Kriterien bei der Wohnungswahl darstellt. Der Energieausweis scheint jedoch bei preisbewussten Individuen nicht häufiger als sinnvolles Instrument zur Reduktion von (Energie-)kosten wahrgenommen zu werden. Im Allgemeinen misst die Mehrheit der Befragten dem **energetischen Zustand** der Wohnung bei der Wohnungswahl einen geringeren Stellenwert bei als der Kaltmiete/dem Kaufpreis, der Größe der Wohnfläche, der Anzahl der Zimmer/Raumanordnung und der Freiflächen (Balkon, Terrasse, Garten). Es ist jedoch davon auszugehen, dass der energetische Zustand einer Wohnung in Zukunft an Bedeutung gewinnen wird. Auch die Klima- und Umweltfreundlichkeit spielt bei der Wohnungswahl nur eine untergeordnete Rolle. Bei Individuen, denen der energetische Zustand der Wohnung besonders wichtig ist, zeigt sich, dass sie den Energieausweis deutlich häufiger kennen und schätzen. Auch Personen mit hohem **technischen Interesse** beschäftigen sich deutlich häufiger mit dem Energieausweis, bewerten ihn jedoch differenzierter (22,9% halten ihn für nicht sinnvoll) (vgl. Kapitel 2.2.3 zu den Schwächen des Energieausweises). Es wird deutlich, dass das Instrument von Individuen, die sich selbst als **Stromverschwender** einschätzen oder einen starken **Preisanstieg für Energie** in den nächsten Jahren vermuten, nicht häufiger positiv betrachtet wird. Nur etwas mehr als die Hälfte der befragten umzugswilligen Individuen planen, sich den Energieausweis beim nächsten Wohnungswechsel vom Vermieter oder dem Eigentümer anzeigen zu lassen. Zusammenfassend lässt sich also vermuten, dass das Thema des Energiesparens in Haushalten trotz der Diskussion in Politik und Medien bei der Wohnungswahl noch keinen generellen prioritären Stellenwert einnimmt und der Energieausweis in vielen Fällen nicht in vollem Umfang als Instrument zur Reduktion des Energieverbrauchs wahrgenommen wird. Der CO<sub>2</sub>-Gebäudereport des BMVBS (2007) kommt zu dem Ergebnis, dass sich 64% der deutschen Haushalte durch den Energieausweis eine Zunahme der Modernisierung versprechen und damit der Anteil der Eigentümer, die eine Modernisierung nicht für notwendig halten, sinkt (vgl. a.a.O, S. 45). Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass der Energieausweis zwar weitestgehend wahrgenommen und geschätzt wird, allerdings bestätigen sie die Vermutung einer generellen Zunahme des Drucks auf den Vermieter nicht eindeutig.

#### 4.4 Modell und Schätzung

Die ökonometrische Analyse erfolgt mithilfe eines multinominalen Logit Modells (MNLM). Neben der diskreten Ausprägung der interessierenden Variable findet dieses Modell vor allem dann Anwendung, wenn, wie in der folgenden Modellierung, keine alternativen-spezifischen oder generischen Variablen verwendet werden. Eine weitere zentrale Annahme des MNLM ist die Unabhängigkeit irrelevanter Alternativen (*IIA*) (vgl. hier und

im Folgenden: Train, 2009). Diese beinhaltet, dass das Verhältnis der Logit Wahrscheinlichkeiten ( $\frac{P_{jk}}{P_{jl}}$ ) eines Individuums  $j$  zweier Wahlalternativen  $k$  und  $l$  unabhängig von anderen Alternativen als  $k$  und  $l$  ist. Dies bedeutet, dass das Wahrscheinlichkeitsverhältnis (*Odds*) dieser beiden Wahlmöglichkeiten gleich bleibt, unabhängig davon, welche anderen Alternativen zur Verfügung stehen. Es kann davon ausgegangen werden, dass die *IIA* - Annahme in diesem Modell erfüllt ist. Aus theoretischer Perspektive lässt sich argumentieren, dass das angegebene Antwortspektrum bei der Frage zur Zahlungsbereitschaft alle sinnvollen Wahlalternativen abdeckt. Entsprechende Hypothesentests der *IIA* - Annahme (z.B. Hausman Test oder Small- Hsiao Test) scheinen diese Vermutung zu bestätigen, sollten jedoch, der Argumentation von Long und Freese (2006) folgend, lediglich als Indiz für die Erfüllung der *IIA* - Annahme betrachtet werden. Brownstone und Train (1999) diskutieren die Anwendung verschiedener Modelle zur Bestimmung von Wahlwahrscheinlichkeiten und der darauf basierenden Ableitung von Vorhersagen zur Diffusion neuer Produkte. Die Autoren empfehlen bei Analysen zur Bestimmung der Zahlungsbereitschaft einfache Logit bzw. Probit Modelle. Flexiblere Modelle, so genannte *mixed logit* Modelle, die u.a. auch die *IIA* - Annahme aufweichen, sind dann von Bedeutung, wenn die Ergebnisse des Modells für die Modellierung der zukünftigen Nachfrage weiterverwendet werden.

Bei der Frage zur Zahlungsbereitschaft können die Individuen, wie beschrieben, zwischen  $N = 3$  Alternativen wählen: solange noch leistbar (Alternative 1), solange die Warmmiete/Kosten über die Nutzungsdauer nicht steigt (Alternative 2) und keine Zahlungsbereitschaft (Alternative 3). Der mikroökonomischen Einbettung der diskreten Entscheidungsmodell in Kapitel 3.2.2 folgend, sei angenommen, dass ein Individuum  $j$  bei der Wohnungswahl aus den möglichen Immobilien  $n$  diejenige Alternative  $m$  wählt, die ihm den höchsten Nutzen stiftet, so dass gilt:

$$U_{jm} > U_{jn} \quad \forall n \neq m \quad (40)$$

Unter Berücksichtigung des Konzepts der *representative utility* lässt sich der wahre, unbeobachtbare Nutzen  $U$  durch

$$U_{jn} = V_{jn}(x_{jn}, s_j) + \epsilon_{jn} \quad \forall n \quad (41)$$

ausdrücken. Das interessierende Merkmal des Vektors  $x_{jn}$  ist das Niveau der Energieeffizienz der Immobilie  $n$ . Es sei angenommen, dass die Individuen unter Berücksichtigung der in Kapitel 2.3.1 erläuterten *Co - Benefits* ihr Nutzenkalkül spezifizieren und daraus ihre Zahlungsbereitschaft für ein energieeffizientes Gebäude, gegeben aller anderen Charakteristika, ableiten. Die Zahlungsbereitschaft spiegelt somit den entsprechenden individuellen Nutzen aus Energieeffizienz wider. Aufgrund dessen stellt sich die Frage, welchen Einfluss die spezifischen Haushaltscharakteristika  $s_j$  auf die Höhe der Zahlungsbereitschaft und damit auf das Nutzenniveau haben. Für die Schätzung ergibt

sich damit folgende Gleichung:

$$P(y_j = n|s_j) = \text{Prob}(I[(s_j\beta, \epsilon) = y_j] = 1) \quad (42)$$

$$\text{mit } n = \begin{cases} 1 & (ja) \\ 2 & (konstant) \\ 3 & (nein) \end{cases}$$

und  $j = 1, \dots, 240$ . Dabei entspricht  $I(\cdot)$  der Indikatorfunktion, die den *Index*  $s_j\beta$  in ein Intervall der Antwortwahrscheinlichkeiten zwischen 0 und 1 abbildet (vgl.: Train, 2009; Wooldridge, 2001). Das zugrundeliegende Modell latenter Variablen lautet damit:

$$y_{jn} = s_j\beta_n + \epsilon_{jn} \quad (43)$$

mit  $s_j = (s_{j,1}, \dots, s_{j,16})$  und  $\beta_n = (\beta_{n,1}, \dots, \beta_{n,16})$ .  $s_{j,16}$  stellt dabei die alternativenspezifische Konstante dar. Die vollständige Beschreibung der verwendeten Variablen befindet sich in Tabelle 3. Für die formale Identifikation und Interpretation des Modells wird der Parameter  $\beta_2$  auf Null normiert. Es sei angenommen, dass die Fehlerterme  $\epsilon_{jn}$  unabhängig sind und der *iid extreme value* (Gumbel) Verteilung folgen. Damit ergibt sich im multinominalen Logit Modell folgende Antwortwahrscheinlichkeit:

$$P_{jm} = P(y_j = m|s_j) = \frac{e^{s_j\beta_m}}{\sum_{n=1}^N e^{s_j\beta_n}}, \quad n = 1, \dots, N. \quad (44)$$

Die Schätzung erfolgt im MNLM mithilfe der *maximum likelihood* Methode. Die bedingte *log likelihood* für Individuum  $j$  beträgt damit:

$$LL(\beta) = \sum_{j=1}^J \sum_m y_{jm} \ln P_{jm}. \quad (45)$$

Um die relevanten Einflussfaktoren auf die Zahlungsbereitschaft für energieeffiziente Bestandsgebäude zu bestimmen, werden in einem ersten Schritt zunächst drei verschiedene Modelle spezifiziert. Tabelle 3 gibt einen Überblick über die verwendeten Variablen  $s_j$ . Dabei misst **Modell 1** zunächst den Einfluss klassischer soziodemographischer Variablen wie Haushaltseinkommen, Alter, formale Bildung und Geschlecht. Auch wenn die Hemmnisanalyse bei der energieeffizienten Sanierung keine eindeutigen Rückschlüsse auf die Bedeutung des Einkommens bei der Renovierungsaktivität zulässt, ist davon auszugehen, dass Individuen mit einem niedrigen Einkommen eine geringere Wahrscheinlichkeit einer erhöhten Zahlungsbereitschaft beim Wohnungswechsel aufweisen. Im Gegensatz zum Bedarfsfeld Ernährung ist anzunehmen, dass das Einkommen aufgrund der beträchtlichen Höhe der Investition beim Kauf bzw. der höheren Kaltmiete eine größere Rolle spielt als beispielsweise bei ökologischen Lebensmitteln. Von besonderem Interesse ist die Wirkungsrichtung des Alters. So kann man auf der einen Seite annehmen, dass ältere Menschen im Durchschnitt eine niedrigere

Zahlungsbereitschaft aufweisen, da sich in ihren Augen die Investition nicht lohnt oder das routinierte Verhalten sehr stark ausgeprägt ist. Auf der anderen Seite stellt man fest, dass sich gerade ältere Menschen, beispielsweise mit dem Renteneintritt, intensiv mit dem Thema der Energieeffizienz in Wohngebäuden beschäftigen und so womöglich eine erhöhte Zahlungsbereitschaft für besonders effiziente Gebäude aufweisen. Bezüglich des formalen Bildungsstands sind ebenfalls unterschiedliche Wirkungsrichtungen denkbar. Auf der einen Seite kann man argumentieren, dass Individuen mit einem höheren formalen Bildungsabschluss eine höhere Wahrscheinlichkeit haben, die komplexen Informationsangebote und Investitionskalküle korrekt zu erfassen. Es ist jedoch auch denkbar, dass gerade Personen mit einer technisch - handwerklichen Ausbildung den zusätzlichen Wert einer energieeffizienten Wohnung besonders schätzen und aus diesem Grunde zu einer höheren Investition bereit sind. Die Berücksichtigung des Geschlechts soll einen Beitrag zu Genderaspekten bei nachhaltigem Konsum im Bedarfsfeld Wohnen leisten (vgl. für eine ausführliche Diskussion: Heinzle et al., 2010). Während Frauen im Bedarfsfeld Ernährung möglicherweise sensibler auf nachhaltige Produkte reagieren, kann man sich vorstellen, dass Fassadendämmung und Heizungsanlagen eher bei männlichen Individuen von Interesse sind.

In **Modell 2** steht dann die Analyse des Einflusses von Variablen zu Wohneigenschaften und -präferenzen im Vordergrund. So ist zunächst einmal anzunehmen, dass sich die Marktmacht im Immobilienmarkt in ländlichen Gebieten gegenüber städtischen Räumen zugunsten der Nachfrager verschiebt. Während in Ballungszentren der Wohnraum häufig knapp ist, stehen Individuen in ländlichen Gebieten oftmals mehrere Objekte zur Auswahl, so dass sie möglicherweise stärker auf Energieeffizienz achten und bei vergleichsweise moderaten Immobilienpreisen eine erhöhte Zahlungsbereitschaft für diese Immobilien aufweisen. Des Weiteren soll in diesem Modell untersucht werden, ob sich die Zahlungsbereitschaft in Ostdeutschland gegenüber der in den westdeutschen Bundesländern unterscheidet. Es ist zu vermuten, dass sich die Präferenzen bei der Wohnungswahl bei Familien mit Kindern unter 18 Jahren verschieben, so dass eher Attribute wie Größe und Aufteilung der Immobilie, Freiflächen wie Balkon, Terrasse oder Garten sowie die Lage und infrastrukturelle Erschließung von Bedeutung sind. Darüber hinaus soll in diesem Modell die Bedeutung des zukünftigen Wohnverhältnisses für die Zahlungsbereitschaft herausgearbeitet werden. So kann man erwarten, dass die Energieeffizienz beim Kauf einer Immobilie als langfristige Investition eine deutlich wichtigere Rolle spielt als bei einem Mietobjekt mit möglicherweise ungewisser Mietdauer. Des Weiteren ist von Interesse, ob Personen, denen der energetische Zustand einer Wohnung besonders wichtig ist, tatsächlich eine größere Wahrscheinlichkeit einer erhöhten Zahlungsbereitschaft haben. Außerdem soll untersucht werden, inwieweit Individuen, für die der Kaufpreis/die Kaltmiete einer Wohnung besonders wichtig ist auf das Attribut der Energieeffizienz achten und ob ihre Zahlungsbereitschaft mit zunehmendem Energieeffizienzniveau steigt. Ergänzt wird die Sensibilität gegenüber dem

energetischen Zustand durch die Einstellung zum Energieausweis. Aus der Hemmnisanalyse der energieeffizienten Sanierung zeigt sich, dass das technische Interesse eine wichtige Rolle bei der Sanierungsaktivität spielt. So ist beim Wohnungswechsel ebenfalls zu erwarten, dass technisch interessierte Personen die Einsparmöglichkeiten einer energieeffizienten Wohnung besser abschätzen und deshalb eine größere Wahrscheinlichkeit einer erhöhten Zahlungsbereitschaft aufweisen. Außerdem ist zu vermuten, dass Individuen, die in den nächsten Jahren einen sehr starken Preisanstieg für Energie vermuten, eine höhere Zahlungsbereitschaft für eine entsprechend ausgestattete Wohnung signalisieren.

Die Bedeutung von Umwelteinstellung, -wissen und Kaufverhalten ist Gegenstand der Analyse in **Modell 3**. Dabei ist zunächst einmal davon auszugehen, dass Individuen, die angeben, beim Konsumgüterkauf auf Langlebigkeit, Umweltfreundlichkeit, regionale Herkunft und den Energieverbrauch zu achten, einen höheren Nutzen aus einer energieeffizienten Wohnung ziehen. Ähnliche Effekte könnte man bei Personen erwarten, die bereits für umweltfreundliche Konsumgüter des alltäglichen Bedarfs eine erhöhte Zahlungsbereitschaft aufweisen. Gleichzeitig soll in diesem Modell berücksichtigt werden, ob Personen zu einer höheren Zahlungsbereitschaft neigen, wenn sie sich selbst in einer aktiven Rolle beim Umwelt- und Klimaschutz sehen. Wie die Diskussion zum Nutzen von Energieeffizienzmaßnahmen zeigt, spielt der Umweltschutzgedanke bei vielen Individuen eine wichtige Rolle. Es stellt sich somit die Frage, ob Individuen den Kauf oder die Miete einer energieeffizienten Wohnung als Möglichkeit betrachten, einen eigenen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten. Dies wird durch die Variablen zur Einschätzung der Bedeutung des Klimaschutzes auf der politischen Agenda, der Bereitschaft zu Abstrichen beim Lebensstandard zum Schutz der Umwelt, der Bedeutung von Wissenschaft und Technik und der Rolle des Staates in der Umwelt- und Klimapolitik berücksichtigt.

Tabelle 3: Beschreibung der verwendeten Variablen

Variable	Beschreibung	Anteil (n=204)
Modell 1		
<i>hh_inc_upto1000</i>	monatliches Nettoeinkommen des HH < 1.000 Euro	17,7%
<i>hh_inc_from 3500</i>	monatliches Nettoeinkommen des HH > 3.500 Euro	4,9%
<i>age_upto30</i>	Alter bis 30 Jahre	24,0%
<i>age_from61</i>	Alter ab 61 Jahre	7,8%
<i>educ_basic</i>	(noch) keinen Abschluss, Volkshochschul- oder Hauptschulabschluss	25,0%
<i>educ_degree</i>	Fachhochschul- oder Hochschulabschluss	13,7%
<i>female</i>	weiblich	52,9%
Modell 2		
<i>rural_area</i>	Wohnort < 20.000 Einwohner	30,4%
<i>east</i>	Ostbundesländer (ohne Berlin)	13,7%
<i>children</i>	HH mit Kindern < 18 Jahren	25,0%
<i>owner_new</i>	Neueigentümer	17,7%
<i>accom_energy</i>	Energetischer Zustand als eines der drei zentralen Wohnungskriterien	68,1%
<i>accom_baserent</i>	Kaltmiete/Kaufpreis als eines der drei zentralen Wohnungskriterien	17,7%
<i>epc_attitude</i>	Einschätzung des Energieausweises als sinnvolles Instrument	65,7%
<i>tec_int</i>	technisches Interesse	50,0%
<i>en_price</i>	Erwartung eines starken Preisanstiegs des verwendeten Energieträgers	45,1%
Modell 3		
<i>env_buyer</i>	Langlebigkeit, Umweltfreundlichkeit, regionale Herkunft und niedriger Energieverbrauch als wichtige Produktattribute	39,2%
<i>env_politics</i>	Umwelt- und Klimapolitik als eine der beiden zentralen pol. Herausforderungen	20,6%
<i>env_science</i>	Technik und Wissenschaft können Umweltprobleme alleine nicht lösen	36,8%
<i>env_lifestand</i>	keine Bereitschaft zu Abstrichen beim Lebensstandard zum Schutz der Umwelt	64,7%
<i>env_rules</i>	Umweltschutz durch verbindliche staatliche Regeln (z.B. Steuern und Verbote)	46,1%
<i>env_dailycon</i>	erhöhte Zahlungsbereitschaft für umweltfreundliche Produkte des täglichen Bedarfs	45,1%

## 4.5 Ergebnisse

Die Ergebnisse der Schätzung finden sich in den Tabellen 4 und 5. Dabei ist zunächst einmal zu beachten, dass die Regressionskoeffizienten jeweils den Einfluss der entsprechenden Variable im Verhältnis zur Basiskategorie 2 (konstant) messen. So gibt  $\beta_{1,1}$  beispielsweise an, welchen Einfluss ein niedriges Einkommen auf die Wahl der Alternative 1 (ja) im Verhältnis zur Wahl der Alternative 2 (konstant) hat.  $\beta_{1,3}$  wiederum misst den Einfluss eines niedrigen Einkommens auf Alternative 3 (nein) im Verhältnis zur Basiskategorie 2 (konstant). Die Koeffizienten werden als (logarithmierte) *Odds* dargestellt und sind für die ökonomische Interpretation nur bedingt geeignet, so dass sich für eine vereinfachte Darstellung der Schätzergebnisse die Berechnung marginaler Effekte anbietet (Tabelle 6). Dennoch ist es sinnvoll, anhand der Ergebnisse aus den Tabellen 4 und 5 zunächst den Einfluss der verwendeten Regressoren zu diskutieren und auf den Erklärungsgehalt der einzelnen Modelle einzugehen. Im Modell mit soziodemographischen Merkmalen (**Modell 1**) zeigt sich, dass lediglich Individuen mit einem geringen Haushaltseinkommen und ältere Menschen ab 61 ein signifikant anderes Entscheidungsverhalten aufweisen. Der formale Bildungsstand und das Geschlecht scheinen die Entscheidung in diesem Modell nicht zu beeinflussen. Mit Bezug auf den Erklärungsgehalt des Modells ist festzuhalten, dass sich das Entscheidungsverhalten rein durch soziodemographische Variablen nicht in ausreichendem Maße erklären lässt (log likelihood: -216,694; McFadden's R-sq: 0,028). Gleichzeitig kann die Testhypothese des Chi-sq Tests, dass alle verwendeten Variablen gemeinsam keinen Einfluss auf die interessierende Variable haben, nicht abgelehnt werden (Prob > Chi-sq = 0,552).

Dem hingegen zeigt sich, dass die Berücksichtigung von Variablen zu Wohneigenschaften und -präferenzen (**Modell 2**) den Erklärungsgehalt im Gegensatz zum ersten Modell deutlich erhöhen (log likelihood: -205,370; McFadden's R-sq: 0,079). Die Hypothese, dass alle verwendeten Variablen gemeinsam keinen Einfluss auf die Zahlungsbereitschaft haben, kann zum Signifikanzniveau  $\alpha = 0,01$  abgelehnt werden. Individuen, die in ländlichen Orten mit weniger als 20.000 Einwohnern oder in den neuen Bundesländern wohnen, weisen ein signifikant anderes Entscheidungsverhalten auf ( $p < 0,1$ ). Außerdem lassen die Ergebnisse vermuten, dass Menschen, die den Energieausweis als sinnvolles Instrument erachten ( $p < 0,05$ ) sowie einen starken Preisanstieg für den derzeit von ihnen verwendeten Energieträger für die Bereitstellung von Wärme erwarten ( $p < 0,01$ ), sich signifikant anders entscheiden.

Das Modell mit Variablen zur Umwelteinstellung, zum Umweltwissen und zum Kaufverhalten (**Modell 3**) weist eine ähnliche Erklärungsgüte wie Modell 2 auf und kann das heterogene Entscheidungsverhalten damit ebenfalls zu einem höheren Anteil erklären als das Modell mit soziodemographischen Variablen (Modell 1) (log likelihood: -205,042; McFadden's R-sq: 0,081). Auffallend ist, dass eine erhöhte Zahlungsbereitschaft für nachhaltig produzierte Güter des alltäglichen Bedarfs ebenfalls die Wahrscheinlichkeit erhöht, eine größere Zahlungsbereitschaft für energieeffiziente Gebäude

Tabelle 4: Schätzergebnisse des multinominalen Logit Modells 1-3

		Modell 1		Modell 2		Modell 3	
	$\Theta$						
hh_inc_upto1000	$\beta_{1,1}$	0,801 *	(0,479)				
	$\beta_{3,1}$	0,704	(0,519)				
hh_inc_from3500	$\beta_{1,2}$	-0,711	(0,790)				
	$\beta_{3,2}$	-0,928	(0,892)				
age_upto30	$\beta_{1,3}$	0,178	(0,403)				
	$\beta_{3,3}$	-0,486	(0,470)				
age_from61	$\beta_{1,4}$	1,750 **	(0,850)				
	$\beta_{3,4}$	1,482 *	(0,876)				
educ_degree	$\beta_{1,5}$	-0,164	(0,526)				
	$\beta_{3,5}$	0,123	(0,534)				
educ_basic	$\beta_{1,6}$	-0,227	(0,434)				
	$\beta_{3,6}$	-0,076	(0,449)				
female	$\beta_{1,7}$	0,042	(0,346)				
	$\beta_{3,7}$	0,074	(0,369)				
rural_area	$\beta_{1,8}$			-0,715 *	(0,405)		
	$\beta_{3,8}$			-0,818 *	(0,457)		
east	$\beta_{1,9}$			0,112	(0,577)		
	$\beta_{3,9}$			0,994 *	(0,568)		
children	$\beta_{1,10}$			-0,051	(0,402)		
	$\beta_{3,10}$			0,130	(0,457)		
owner_new	$\beta_{1,11}$			0,069	(0,457)		
	$\beta_{3,11}$			-0,157	(0,537)		
accom_energy	$\beta_{1,12}$			0,108	(0,463)		
	$\beta_{3,12}$			0,281	(0,516)		
accom_baserent	$\beta_{1,13}$			-0,046	(0,375)		
	$\beta_{3,13}$			0,040	(0,420)		
epc_attitude	$\beta_{1,14}$			-0,005	(0,389)		
	$\beta_{3,14}$			-0,911 **	(0,409)		
tec_int	$\beta_{1,15}$			0,415	(0,345)		
	$\beta_{3,15}$			0,219	(0,385)		
en_price	$\beta_{1,16}$			-0,047	(0,357)		
	$\beta_{3,16}$			1,326 ***	(0,397)		
env_buyer	$\beta_{1,17}$					-0,118	(0,372)
	$\beta_{3,17}$					-0,143	(0,386)
env_politics	$\beta_{1,18}$					-0,815 *	(0,442)
	$\beta_{3,18}$					-0,32	(0,456)
env_science	$\beta_{1,19}$					0,750 *	(0,385)
	$\beta_{3,19}$					0,540	(0,405)
env_lifestand	$\beta_{1,20}$					0,470	(0,377)
	$\beta_{3,20}$					0,13	(0,389)
env_rules	$\beta_{1,21}$					0,33	(0,369)
	$\beta_{3,21}$					0,19	(0,383)
env_dailycon	$\beta_{1,22}$					1,066 ***	(0,381)
	$\beta_{3,22}$					-0,801 *	(0,424)
_cons	$\beta_{1,23}$	-0,099	(0,330)	0,128	(0,494)	-0,969	(0,420)
	$\beta_{3,23}$	-0,240	(0,350)	-0,374	(0,544)	-0,103	(0,395)
N		204		204		204	
log likelihood		-216,694		-205,370		-205,042	
McFadden's R-sq		0,028		0,079		0,081	
LR chi-sq		12,68		35,32		35,98	
Prob > chi-sq		0,552		0,009		0,003	
AIC		465,4		450,7		438,09	
BIC		518,5		517,1		484,54	

Standard errors in parentheses

\* p<0,10 \*\* p<0,05 \*\*\* p<0,01

aufzuweisen ( $p < 0,01$ ). Es lassen sich damit Parallelen zwischen den beiden Bedarfsefeldern Wohnen und Ernährung vermuten. Desweiteren lässt sich aus den Ergebnissen ableiten, dass Individuen, die den Umwelt- und Klimaschutz als eines der zentralen Herausforderungen auf der politischen Agenda sehen sowie den technischen Fortschritt und wissenschaftliche Erkenntnisse nicht als alleinige Mittel zur Lösung der Umweltprobleme ansehen, ein signifikant anderes Antwortverhalten aufweisen ( $p < 0,10$ ).

Um ein umfassenderes Bild der Determinanten der Zahlungsbereitschaft für eine energieeffiziente Wohnung zu erlangen, werden in einem weiteren Schritt einflussreiche Variablen aus den Modellen 2 und 3 mit dem Basismodell der soziodemographischen Attribute verknüpft (Logit Modelle 4 und 5 in Tabelle 5). Es zeigt sich, dass sich der Erklärungsgehalt durch die Kombination der verschiedenen Variablengruppen deutlich erhöhen lässt (Modell 4: log likelihood: -183,479; McFadden's R-sq: 0,177 und Modell 5: log likelihood: -191,692; McFadden's R-sq: 0,141). Gleichzeitig bestätigen diese Spezifikationen die Ergebnisse der Modelle 1-3. Bei den soziodemographischen Variablen weisen wiederum lediglich Individuen der Einkommensklasse bis 1.000 € oder einem Alter ab 61 Jahren ein signifikant anderes Entscheidungsverhalten auf. Eine bedeutende Rolle spielen die Zahlungsbereitschaft für nachhaltige Produkte des alltäglichen Bedarfs, die Einstellung zum Energieausweis und die Erwartungen über zukünftige Energiepreise sowie die Einschätzung über Bedeutung von Wissenschaft und Technik bei der Lösung von Umweltproblemen.

Bei der Bestimmung von marginalen Effekten für die ökonomische Interpretation der Schätzergebnisse bieten sich verschiedene Methoden an. Im Rahmen dieser Arbeit werden die marginalen Effekte als *marginal effects at the mean* (MEM)<sup>15</sup> und als *average marginal effects* (AME)<sup>16</sup> geschätzt (vgl. für eine ausführliche Diskussion: Bartus, 2005). In vielen empirischen Analysen findet häufig lediglich der MEM Anwendung. Dieser misst die marginale Veränderung für ein durchschnittliches Individuum und damit am Mittelwert jeder erklärenden Variable. Dies kann vor allem bei der Verwendung von Dummy - Variablen zu weniger hilfreichen Ergebnissen für die ökonomische Interpretation führen. Aus diesem Grund bietet sich die Berechnung des AME an, welcher den marginalen Effekt für jedes Individuum berechnet und anschließend mittelt.

Tabelle 6 fasst die (signifikanten) marginalen Effekte aller spezifizierten Modelle zusammen. Es zeigt sich, dass die Wahlwahrscheinlichkeit der Alternative „konstante Warmmiete“ signifikant um etwa 15% sinkt, wenn die Haushalte über ein monatliches Nettoeinkommen unter 1.000 € verfügen. Die vorliegenden Ergebnisse lassen vermuten, dass diese Individuen häufiger zu einer höheren Zahlungsbereitschaft („solange leistbar“) tendieren. Darüber hinaus gibt die Analyse Hinweise darauf, dass Individuen mit einem hohen Einkommen häufiger die Variante „konstante Warmmiete“ wählen. Die beiden Ergebnisse sind jedoch an dieser Stelle statistisch nicht signifikant. Dennoch lassen die Effekte des Haushaltseinkommens auf die Zahlungsbereitschaft vermuten, dass

<sup>15</sup> Die Berechnung des MEM erfolgt in STATA 10.0 durch den (*post-estimation*) Befehl *mfx*.

<sup>16</sup> Die Berechnung des AME erfolgt in STATA 10.0 durch den (*post-estimation*) Befehl *margeff*.

Tabelle 5: Schätzergebnisse des multinominalen Logit Modells 4-5

		Modell 1	Modell 4	Modell 5
	$\Theta$			
hh_inc_upto1000	$\beta_{1,1}$	0,801 * (0,479)	0,959 * (0,522)	0,913 * (0,497)
	$\beta_{3,1}$	0,704 (0,519)	0,579 (0,590)	0,560 (0,565)
hh_inc_from3500	$\beta_{1,2}$	-0,711 (0,790)	-0,705 (0,851)	-1,030 (0,808)
	$\beta_{3,2}$	-0,928 (0,892)	0,039 (0,973)	-0,302 (0,934)
age_upto30	$\beta_{1,3}$	0,178 (0,403)	0,064 (0,444)	0,148 (0,417)
	$\beta_{3,3}$	-0,486 (0,470)	-0,355 (0,520)	-0,356 (0,500)
age_from61	$\beta_{1,4}$	1,750 ** (0,850)	1,865 ** (0,937)	1,542 * (0,879)
	$\beta_{3,4}$	1,482 * (0,876)	1,778 * (0,966)	1,699 * (0,921)
educ_degree	$\beta_{1,5}$	-0,164 (0,526)	-0,439 (0,562)	-0,307 (0,547)
	$\beta_{3,5}$	0,123 (0,534)	0,318 (0,595)	0,431 (0,578)
educ_basic	$\beta_{1,6}$	-0,227 (0,434)	-0,123 (0,499)	0,019 (0,462)
	$\beta_{3,6}$	-0,076 (0,449)	-0,038 (0,518)	-0,242 (0,493)
female	$\beta_{1,7}$	0,043 (0,346)	0,246 (0,380)	0,115 (0,365)
	$\beta_{3,7}$	0,074 (0,369)	0,373 (0,414)	0,303 (0,404)
env_dailycon	$\beta_{1,8}$		1,214 *** (0,395)	1,139 *** (0,371)
	$\beta_{3,8}$		-0,834 * (0,470)	-0,800 * (0,440)
epc_attitude	$\beta_{1,9}$		-0,026 (0,435)	0,077 (0,411)
	$\beta_{3,9}$		1,301 *** (0,418)	-1,186 *** (0,431)
en_price	$\beta_{1,10}$		-0,012 (0,390)	-0,052 (0,371)
	$\beta_{3,10}$		1,301 *** (0,418)	1,165 *** (0,398)
env_politics	$\beta_{1,11}$		-1,084 *** (0,481)	
	$\beta_{3,11}$		-0,366 (0,501)	
env_science	$\beta_{1,12}$		0,814 ** (0,397)	
	$\beta_{3,12}$		0,544 (0,441)	
env_lifestand	$\beta_{1,13}$		0,425 (0,391)	
	$\beta_{3,13}$		0,024 (0,429)	
rural_area	$\beta_{1,14}$		-0,472 (0,422)	
	$\beta_{3,14}$		-0,644 (0,453)	
east	$\beta_{1,15}$		-0,056 (0,629)	
	$\beta_{3,15}$		0,987 * (0,579)	
_cons	$\beta_{3,16}$	-0,099 (0,330)	-0,995 (0,630)	-0,796 (0,529)
	$\beta_{3,16}$	-0,240 (0,350)	-0,285 (0,667)	-0,056 (0,540)
N		204	204	204
log likelihood		-216,694	-183,479	-191,692
McFadden's R-sq		0,028	0,177	0,141
LR chi-sq		12,68	79,11	62,68
Prob > chi-sq		0,552	0,000	0,000
AIC		465,4	431,0	427,4
BIC		518,5	537,1	500,4

Standard errors in parentheses

\* p<0,10 \*\* p<0,05 \*\*\* p<0,01

Individuen mit geringeren finanziellen Mitteln dem Aspekt der Energieeffizienz bei der Wohnungssuche einen höheren Stellenwert beimessen als wohlhabendere Individuen. Energiekosten stellen für Haushalte mit wenig finanziellem Spielraum eine größere Belastung dar. Die Aussicht, diese monatliche Belastung durch eine energieeffiziente Wohnung zu senken und die Abhängigkeit von zukünftigen Energiepreissteigerungen abzumildern, sensibilisiert diese Bevölkerungsgruppe für eine erhöhte Zahlungsbereitschaft für energieeffiziente Immobilien. Bei Personen, die über ein höheres monatliches Einkommen verfügen, scheinen bei der Wohnungswahl andere Attribute (z.B. Lage, Größe, Aufteilung, Freiflächen) im Vordergrund zu stehen. Die Kosten für die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser stellen für diese Bevölkerungsgruppe, gemessen an der absoluten Höhe des Einkommens, einen geringeren Anteil dar, so dass diese Individuen eher dazu bereit sind, höhere Energiekosten zu akzeptieren, wenn die Immobilie den Wünschen der Personen entspricht (z.B. Altbau mit entsprechender Raumhöhe, große Fensterflächen, offene Bauweise). Dem hingegen könnte die signifikant höhere Wahrscheinlichkeit keiner Zahlungsbereitschaft von Individuen in den neuen Bundesländern vor dem Hintergrund des Einkommensgefälles zwischen Ost- und Westbundesländern als Indiz für finanzielle Restriktionen bei der Wahl des Energieeffizienznieaus betrachtet werden.

Mit Bezug auf das Alter zeigen die spezifizierten Modelle ähnliche Ergebnisse. Ältere Menschen ordnen sich signifikant seltener der Antwortmöglichkeit „konstante Warmmiete“ zu und signalisieren damit entsprechend häufiger eine erhöhte bzw. keine Zahlungsbereitschaft für energieeffiziente Wohnungen. Modell 1 gibt einen Hinweis darauf, dass junge Menschen eine höhere Wahrscheinlichkeit haben, für eine entsprechende Immobilie einen höheren Geldbetrag zu zahlen. Diese Vermutung bestätigt sich in den Modellen 4 und 5 jedoch nicht. Der Einfluss des Alters auf die Entscheidung für eine energieeffiziente Wohnung und die damit verbundenen (anfänglichen) Mehrkosten (Investitionskosten, Amortisation) kann an dieser Stelle damit nicht abschließend abgebildet werden.

Deutlichere Ergebnisse zeigen hingegen die „weicheren“ Indikatoren. Dabei scheint der Energieausweis eine wichtige Rolle zu spielen. Individuen, die den Ausweis als sinnvolles Instrument erachten (ca. 2/3 des sample), haben eine deutlich geringere Wahrscheinlichkeit (je nach Modellspezifikation -17% bis -21%) keine Zahlungsbereitschaft für eine energieeffiziente Wohnung aufzuweisen. Dies bedeutet, dass energiebewusste Haushalte dem Instrument vertrauen und darauf basierend eine höhere Zahlungsbereitschaft signalisieren. Für Investoren und Vermieter bedeutet dies, dass energiebewusste Interessenten bei entsprechender energetischer Qualität und deren glaubhaften Zertifizierung höhere Investitionskosten oder Kaltmieten zu akzeptieren bereit sind. Dieses Ergebnis ist konsistent mit dem der Analyse von Henzelmann et al. (2010), wonach 86% der Mieter zu höheren Mietkosten für Nachhaltigkeit bereit sind.

Tabelle 6: Marginale Effekte

		Modell 1		Modell 2		Modell 3		Modell 4		Modell 5	
		margeff	mfxf	margeff	mfxf	margeff	mfxf	margeff	mfxf	margeff	mfxf
hh_inc_upto1000	Pr(wtp=j)										
	Pr(wtp=k)	-14,85 **	-15,44 *					-14,49 **		-14,77 ***	
	Pr(wtp=n)										
age_upto30	Pr(wtp=j)										
	Pr(wtp=k)										
	Pr(wtp=n)	-11,05 **									
age_from61	Pr(wtp=j)										
	Pr(wtp=k)	-25,92 ***	-26,80 ***					-26,36 ***	-34,37 ***	-25,14 ***	-29,65 ***
	Pr(wtp=n)										
rural_area	Pr(wtp=j)										
	Pr(wtp=k)			16,71 **	18,37 **						
	Pr(wtp=n)										
east	Pr(wtp=j)										
	Pr(wtp=k)										
	Pr(wtp=n)			18,15 *	20,66 *			17,49 *	24,47 **		
epc_attitude	Pr(wtp=j)										
	Pr(wtp=k)										
	Pr(wtp=n)			-17,14 ***	-12,86 **			-19,30 ***	-20,62 **	-21,37 ***	-23,19 ***
en_price	Pr(wtp=j)			-14,14 **	-17,05 **			-10,62 *		-10,48 *	-9,22 *
	Pr(wtp=k)			-11,10 *	-14,02 *			-11,24 *	-22,90 ***		-19,30 **
	Pr(wtp=n)			25,24 ***	31,07 ***			21,86 ***	31,47 ***	20,49 ***	28,52 ***
env_politics	Pr(wtp=j)					-13,10 *	-7,42 *	-16,36 **	-9,84 *		
	Pr(wtp=k)							15,10 *			
	Pr(wtp=n)										
env_science	Pr(wtp=j)										
	Pr(wtp=k)					-13,65 **	-14,00 *	-13,37 **	-15,18 *		
	Pr(wtp=n)										
env_dailycon	Pr(wtp=j)					31,07 ***	27,32 ***	31,53 ***	30,98 ***	30,92 ***	30,89 ***
	Pr(wtp=k)										
	Pr(wtp=n)					-25,50 ***	-23,38 ***	-23,22 ***	-22,70 **	-22,70 ***	-24,45 ***

\* p<0,10 \*\* p<0,05 \*\*\* p<0,01

Unerwartete Wirkungsrichtungen zeichnen sich dagegen beim Einfluss zukünftiger Energiepreiserwartungen auf die Bedeutung der Energieeffizienz ab und lassen Interpretations- und Diskussionsspielräume offen. In allen drei Modellen, in denen diese Variable berücksichtigt wird, zeigt sich, dass scheinbar die Erwartung eines zukünftigen starken Preisanstiegs für den verwendeten Energieträger (in der Regel Gas und Öl) einen negativen Einfluss auf die Zahlungsbereitschaft hat. Individuen, die in den nächsten Jahren höhere Energiekosten erwarten, ordnen sich signifikant häufiger (20% bis 25%) der Gruppe ohne Zahlungsbereitschaft zu, obwohl gerade in diesem Fall eine entsprechende Immobilie die langfristigen Energiekosten senken könnte. Eine mögliche Erklärung für dieses Antwortverhalten könnte das hohe Maß an Unsicherheit und eine hohe Risikoaversion bei diesen Haushalten darstellen. Zwar erwarten diese Konsumenten einen hohen Preisanstieg für Energie, dennoch bewerten sie möglicherweise das Risiko einer anderen Preisentwicklung auf den Energiemärkten und die damit verbundene sinkende Rentabilität der Immobilie implizit so hoch, dass sie keine höheren Basiskosten für eine entsprechende Wohnung akzeptieren. Außerdem könnte man gegebenenfalls vermuten, dass diese Individuen zwar einen Preisanstieg prognostizieren, ihnen jedoch aktuell die finanziellen Voraussetzungen fehlen oder die Unsicherheit über das zukünftige Haushaltseinkommen die Entscheidung für eine sparsame Wohnung negativ beeinflusst.

Heterogene Ergebnisse zeigen die Variablen zur Umwelteinstellung. Auf der einen Seite haben Individuen, die bei der Lösung von Umweltproblemen nicht alleine auf die Wissenschaft und Technik vertrauen und damit eine persönliche Selbstverpflichtung signalisieren (ca. 37% des sample), eine signifikant niedrigere Wahrscheinlichkeit (ca. -13%) für die Wahl der Alternative „konstante Warmmiete“, so dass die (nicht signifikante) höhere Wahrscheinlichkeit der Wahlalternative „solange leistbar“ auf eine höhere Zahlungsbereitschaft dieser Bevölkerungsgruppe hinweist. Dies würde bedeuten, dass umweltbewusste Konsumenten den Gebäudesektor als Möglichkeit für einen eigenen Beitrag zum Klimaschutz erkennen. Auf der anderen Seite zeigen die Ergebnisse, dass Individuen, die den Umwelt- und Klimaschutz als besonders wichtige Herausforderung auf der politischen Agenda sehen, eine signifikant niedrigere Wahrscheinlichkeit (ca. -13% bis -16%) für eine erhöhte Zahlungsbereitschaft aufweisen. Es bleibt an dieser Stelle offen, ob diese Individuen den Gebäudesektor als potenziellen Bereich für entsprechende Maßnahmen bewusst meiden, oder sie die Verantwortung und die (finanziellen) Verpflichtungen ausschließlich auf politischer Ebene sehen. Eindeutige Evidenz zeigt dahingegen der Vergleich zum Bedarfsfeld nachhaltiger Lebensmittel. Haushalte, die für ökologisch produzierte Güter des alltäglichen Bedarfs eine erhöhte Zahlungsbereitschaft aufweisen, neigen auch bei energieeffizienten Gebäuden zu einer signifikant höheren Zahlungsbereitschaft. Die Wahrscheinlichkeit, dass diese Individuen die Wahlmöglichkeit „solange leistbar“ wählen, steigt um über 30%; gleichzeitig reduziert sich die Wahlwahrscheinlichkeit der Option „keine Zahlungsbereitschaft“ um ca. 23%. Diese Ergebnisse unterstreichen die Parallelen zwischen beiden Handlungsfeldern und lassen

vermuten, dass das Entscheidungsverhalten durch ähnliche Determinanten beeinflusst wird. Clamor (2010) kommt in seiner Analyse der Zahlungsbereitschaften für nachhaltig produzierte Lebensmittel im Rahmen des seco@home Projekts zu dem Ergebnis, dass, neben den finanziellen Voraussetzungen, vor allem Umweltbewusstsein und -einstellung das Entscheidungsverhalten signifikant beeinflussen.

## 4.6 Methodenkritik

Mit Blick auf die Datenbasis ist festzuhalten, dass für die Analyse insgesamt lediglich etwa 200 Beobachtungen zur Verfügung stehen. Eine Anwendung auf größere Datensätze scheint dabei sinnvoll. Besonders wünschenswert sind vor allem umfassendere Daten zur Bedeutung der Energieeffizienz bei Immobilienkäufen. Darüber hinaus stellt sich die Frage, inwieweit die Tatsache, dass hauptsächlich junge Menschen mit einem durchschnittlich geringeren Einkommen die Frage zur Zahlungsbereitschaft beantwortet haben, die Ergebnisse beeinflusst. Allerdings ist zu beachten, dass gerade junge Menschen mit ihren spezifischen (finanziellen) Voraussetzungen und Bedürfnissen ihre Umzugsbereitschaft signalisieren und damit den großen Teil der Interessenten für eine neue Immobilie ausmachen. Bei der Interpretation der Ergebnisse sollte berücksichtigt werden, dass die Determinanten der Zahlungsbereitschaften auf Basis von hypothetischen Zahlungsbereitschaften innerhalb des Fragebogens abgeleitet werden. Individuen offenbaren ihre Präferenzen für energieeffiziente Wohnungen damit ausschließlich durch ihr Antwortverhalten (*stated preferences*) und nicht aufgrund von tatsächlich realisierten (Markt-)transaktionen (*revealed preferences*). Es ist zu vermuten, dass derartige Forschungsansätze die realen Zahlungsbereitschaften überschätzen, solange diese nur hypothetisch bleiben. Dennoch ist zu beachten, dass im Immobiliensektor in der Regel keine vollständig kompetitiven Märkte mit einer hinreichend großen Anzahl von Anbietern und Nachfragern mit gleicher Information und Marktmacht bestehen. Der Einfluss von externen, nicht messbaren oder nicht erfassten Faktoren ist damit bei der Ableitung von Zahlungsbereitschaften für die Energieeffizienz einer Wohnung auf Basis von tatsächlich realisierten Transaktionen und damit offenbarten Präferenzen nicht vollständig auszuschließen. Aus diesem Grund werden auch in Zukunft *stated preferences* einen wichtigen Beitrag zur Bestimmung von Konsumentenpräferenzen im Handlungsfeld des nachhaltigen Wohnens leisten. Von besonderer Bedeutung ist dabei die Ausgestaltung der Untersuchungsmethode dahingehend, dass Individuen in ihrem Antwortverhalten insbesondere bei Fragen zur Umwelteinstellung und zum Umweltbewusstsein nicht ausschließlich von sozial wünschenswertem Verhalten beeinflusst werden. So können *Conjoint - Analysen* dazu beitragen, die relative Wichtigkeit für den Aspekt der Energieeffizienz bei der Wohnungssuche durch verschiedene *choice sets* implizit abzuleiten. Ergänzend zu *stated preferences* Methoden können (Feld-)experimente zur Erforschung der Nachfrage für energieeffiziente Technologien oder CO<sub>2</sub> - Vermeidung im Gebäudesektor beitragen.

## 5 Fazit

Die empirische Analyse zeigt, dass die Präferenzen für Energieeffizienz im Gebäudesektor auf Basis der verwendeten Modelle durch eine Vielzahl von Einflussfaktoren bestimmt werden. Es wird jedoch deutlich, dass nicht ausschließlich Einkommenseffekte das Entscheidungsverhalten determinieren und sich nur bedingt eindeutige Verhaltensmuster ableiten lassen. Diese Heterogenität im Antwortverhalten stellt besondere Herausforderungen an zukünftige politische Instrumente dar.

Der im Rahmen der EnEV eingeführte Energieausweis wird im Allgemeinen von den Individuen als hilfreiche Orientierung wahrgenommen. Aus ökonomischer Sicht ist dieser als sinnvolles Instrument zur Reduktion der Informationsasymmetrien zwischen Anbietern und Nachfragern zu bewerten und dessen Rolle im Bündel der politischen Maßnahmen zu stärken. Damit die Glaubhaftigkeit der signalisierten Information durch den Ausweis sichergestellt bleibt, sind die im Rahmen der EPBD 2010 diskutierten Verschärfungen an das Anforderungsprofil der Aussteller sowie einer Vereinheitlichung der Berechnungsmethode zu begrüßen. Eine Anzeige- bzw. Aushändigungspflicht beim Inserat oder bei der Übergabe der Wohnung kann dazu beitragen, die Energieeffizienz weiter in den Mittelpunkt der Entscheidung für eine Immobilie zu rücken und damit mittelfristig das politische Ziel einer Zunahme des Drucks auf die Vermieter/Investoren zu erreichen. Hierfür sind jedoch flankierende Anpassungen im Ordnungsrecht unabdingbar. So muss in Zukunft für den Anbieter die (vollständige) Umlegung seiner Investitionskosten auf den Verkaufspreis, die Miete oder Pacht dauerhaft möglich sein.

Als Basis zur Internalisierung der externen Effekte aufgrund der emittierten Schadstoffe sind aus ökonomischer Sicht die Einbindung des Wärmebereichs im Gebäudesektor in den Zertifikatehandel bzw. die Einführung einer Emissionssteuer die effektiven und kosteneffektiven Instrumente und damit als prioritäre Maßnahmen zu erachten. Dabei ist jedoch zu diskutieren, wie die konkrete Ausgestaltung der Einbindung in den Emissionshandel auf Mikroebene gestaltet werden könnte. Des Weiteren ist zu vermuten, dass die Einführung einer Steuer auf CO<sub>2</sub> im Gebäudesektor trotz der ökonomischen Legitimation im politischen Diskurs der Bevölkerung nur sehr schwer vermittelbar scheint. Darüber hinaus gibt es keinen eindeutigen wissenschaftlichen Konsens bezüglich Einsparpotentialen, ökonomischer Rentabilität von Investitionen in energieeffiziente Technologien sowie Vermeidungskosten im Gebäudesektor. Forschungsbedarf besteht vor allem hinsichtlich der Analyse des Investitionskalküls und der Zahlungsbereitschaft für CO<sub>2</sub> - Vermeidung auf Seiten der Nachfrager. Matthes (2010) kommt zu dem Ergebnis, dass der Emissionshandel für eine rasche und möglichst weitreichende Dekarbonisierung im Immobiliensektor möglicherweise nicht ausreichend ist. Dies liege vor allem daran, dass ein großer Teil des derzeitigen Kapitalstocks in Gebäuden eine technisch-wirtschaftliche (Rest-)lebensdauer „in der gleichen Größenordnung [aufweist], wie der insgesamt zur Erreichung der Minderungsziele noch verfügbare Zeitraum (ca. 40 Jahre)“ (a.a.O., S. 21). Daraus leitet der Autor ab, dass für eine schnelle Reduktion der

Emissionen im Gebäudesektor entsprechend hohe Preissignale, z.B. in Form von CO<sub>2</sub> - Steuern von Nöten sind, um beispielsweise die energieeffiziente Sanierung in Bestandsbauten deutlich zu erhöhen. Darüber hinaus ist bei ambitionierten Reduktionszielen im Gebäudesektor zu vermuten, dass mittel- bis langfristig hohe Vermeidungskosten und damit hohe Zertifikatepreise besonders für Haushalte mit einem niedrigen Einkommen zu einer Belastung werden können. Matthes (2010) empfiehlt aus diesem Grund ordnungspolitische Ergänzungen, die zu „gezielte[n] und in die Breite gerichtete[n] Innovationsfortschritte[n]“ (S. 34) beitragen und so mittelfristig zu einer Reduktion der Vermeidungskosten beitragen können. Nichtsdestotrotz sollte gerade bei der Ausgestaltung von kostenintensiven Förderprogrammen berücksichtigt werden, dass monetäre Anreize alleine nicht die Sanierungsaktivitäten oder Vermeidungsanstrengungen in Haushalten erklären können. Aus diesem Grund ist zu überlegen, ob aus klimapolitischer Sicht nicht eine deutlichere Fokussierung auf die Notwendigkeit von Eigeninitiative und (freiwilliger) Selbstverpflichtung in den Vordergrund gestellt werden sollte. Die empirischen Ergebnisse lassen zwar vermuten, dass innerhalb der Bevölkerung insgesamt das Bewusstsein für Umweltprobleme zunimmt, allerdings betrachten nach wie vor viele Menschen die Politik als zentralen Akteur in der Debatte um den Umwelt- und Klimaschutz. Im Gebäudesektor ist hierbei vor allem auf die Informationsdefizite seitens des eigenen Energieverbrauchs, der überschätzten Investitionskosten sowie des unterschätzten Einsparpotentials hinzuweisen. Auch die Bedeutung von sozialen Netzwerken, das Gespräch mit sanierungsfreudigen Verwandten oder Bekannten oder dem lokalen Handwerker zeigen, dass Individuen die Qualität dieser Informationsquellen besonders schätzen. Oftmals dient eine eventuell sogar zufällige Konfrontation mit der Sanierungs- oder Investitionstätigkeit eines Bekannten oder Verwandten im persönlichen Gespräch als Ausgangspunkt für eigene Aktivitäten. Dies unterstreicht die besondere Bedeutung von sozialen Netzen als Treiber für eine erhöhte Energieeffizienz in Gebäuden.

Dennoch bleibt es aus klimapolitischer Perspektive unerheblich, welche Einsparpotentiale in den einzelnen Sektoren erzielt werden, solange die Gesamtbilanz erfüllt bleibt. Vor dem Hintergrund ungewisser Preisentwicklungen auf den Energiemärkten und Vermeidungskosten bleibt eine technologie- und sektorenoffene Klimapolitik unabdingbar. Aus diesem Grund sind langfristig orientierte ordnungspolitische Maßnahmen als Ergänzung zu ökonomischen Instrumenten besonders sorgfältig auszugestalten und zu überprüfen. Gleichzeitig sollte aber auch die notwendige Planungssicherheit für investitionsbereite Individuen und Unternehmen gewährleistet sein, um die Diffusion von energieeffizienten Technologien und Dienstleistungen zu unterstützen. Gelingt es, Lösungen für die identifizierten Herausforderungen zu erarbeiten und umzusetzen, kann der Immobiliensektor einen beträchtlichen Beitrag zur Realisierung der gewünschten Ziele beim Umwelt- und Klimaschutz leisten.

## 6 Literaturverzeichnis

- ACHTNICHT, M. (2009): “Deskriptive und (erste) ökonomische Ergebnisse,” Se-co@home Projekttreffen, 06.10.
- AKERLOF, G. (1970): “The Market for ‘Lemons’: Quality Uncertainty and the Market Mechanism,” *The Quarterly Journal of Economics*, 84(3), 488–500.
- ALBERT, J. (2007): “Der Energieausweis kommt - bedarfs- oder verbrauchsorientiert,” Vortrag: Duisburger EnergieEffizienz Tage 2007.
- BAJARI, P., UND C. BENKARD (2005): “Demand estimation with heterogeneous consumers and unobserved product characteristics: a hedonic approach,” *Journal of Political Economy*, 113(6), 1239–1276.
- BANFI, S., F. FARSI, M. FILIPPINI, UND M. JAKOB (2008): “Willingness to pay for energy-saving measures in residential buildings,” *Energy Economics*, 30(2), 503–516.
- BARTIK, T. (1987): “The estimation of demand parameters in hedonic price models,” *The Journal of Political Economy*, 95(1), 81–88.
- BARTUS, T. (2005): “Estimation of marginal effects using margeff,” *The Stata Journal*, 5(3), 309–329.
- BAUNETZ WISSEN (2010): “Glossar A-Z: Primärenergiebedarf,”  
[http://www.baunetzwissen.de/glossar-begriffe/Nachhaltig-Bauen-Primaerenergiebedarf-QP\\_664168.html?layout=popup](http://www.baunetzwissen.de/glossar-begriffe/Nachhaltig-Bauen-Primaerenergiebedarf-QP_664168.html?layout=popup), Zugriff am 22.03.2010.
- BD.-REG. (BUNDESREGIERUNG DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND) (2001): “Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (EnEV 2002),” vom 16. November 2001.
- (2007): “Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden,” vom 24. Juli 2007.
- (2009): “Verordnung zur Änderung der Energieeinsparverordnung,” vom 29. April 2009.
- BDI (BUNDESVEREINIGUNG DER DEUTSCHEN INDUSTRIE E.V.) (2009): “Kosten und Potenziale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland,” erstellt durch McKinsey and Company.
- BMVBS (BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG) (2007): “CO<sub>2</sub> Gebäudereport 2007,” erstellt durch die co2online GmbH und das Fraunhofer Institut für Bauphysik (IBP).

- BMWi (BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND TECHNOLOGIE) (2007): “Nationaler Energieeffizienz-Aktionsplan (EEAP) der Bundesrepublik Deutschland,” gemäß EU-Richtlinie über „Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen“ (2006/32/EG).
- BROWN, J., UND H. ROSEN (1982): “On the estimation of structural hedonic price models,” *Econometrica*, 50(3), 765–768.
- BROWNSTONE, D., UND K. TRAIN (1999): “Forecasting new product penetration with flexible substitution patterns,” *Journal of Econometrics*, 89, 109–129.
- CAMERON, T. (1985): “A nested logit model of energy conservation activity by owners of existing single family dwellings,” *The Review of Economics and Statistics*, 67(2), 205–211.
- CHATTOPADHYAY, S. (1999): “Estimating the demand for air quality: new evidence based on the Chicago housing markets,” *Land Economics*, 75(1), 22–38.
- CLAMOR, T. (2010): “Determinanten für nachhaltigen Konsum - eine empirische Analyse für Deutschland,” *Seco@home Working Paper No. 4*.
- DENA (DEUTSCHE ENERGIE-AGENTUR GMBH) (2002): “Zeitplan: EnEV 2002 bis heute,”  
<http://www.zukunft-haus.info/de/planer-handwerker/fachwissen-bauen-und-sanieren/gesetze-und-verordnungen/enev-historie/zeitplan.html>,  
 Zugriff am 31.05.2010.
- (2007): “60 Prozent weniger CO<sub>2</sub>-Ausstoß durch energetische Gebäudesanierung,” Pressemitteilung, 26.04.2007.
- (2008): “Das dena-Gütesiegel für den Energieausweis,” Konzept.
- (2009): “Entwurf zur Novellierung der Energieeinsparverordnung (Entwurf zur EnEV 2009),” Zusammenfassung.
- (2010): “dena - Gütesiegel für Energieausweise,”  
<http://www.zukunft-haus.info/de/planer-handwerker/energieausweis/denaguetsiegel.html>, Zugriff am 24.03.2010.
- ECOBAU (2010): “Der Energieausweis - verständlich erklärt!,”  
[http://www.ecobauconsulting.de/pageID\\_5770780.html](http://www.ecobauconsulting.de/pageID_5770780.html), Zugriff am 31.05.2010.
- ENNEKING, U., R. FRANZ, UND A. PROFETA (2007): “Nachhaltigkeitssegmente in den Bedarfsfeldern Ernährung, Wohnen und Mobilität,” in *Nachhaltiger Konsum und Verbraucherpolitik im 21. Jahrhundert*, Hrsg.: F.-M. Belz, G. Karg, und D. Witt. Metropolis Verlag.

- EP (EUROPÄISCHES PARLAMENT) (2008): “20-20-20 bis 2020: EP debattiert Klimaschutzpaket,” Pressemitteilung vom 23.01.2008.
- EU (EUROPÄISCHES PARLAMENT UND EUROPÄISCHER RAT) (2002): “Richtlinie 2002/91/EG des Europäischen Parlaments und des Europäischen Rates über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden,” vom 16. Dezember 2002.
- (2005): “Richtlinie 2005/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energiebetriebener Produkte und zur Änderung der Richtlinie 92/42/EWG des Rates sowie der Richtlinien 96/57/EG und 2000/55/EG des Europäischen Parlaments und des Rates,” vom 06. Juli 2005.
- (2006): “Richtlinie 2006/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen,” 5. April 2006, Aufhebung der Richtlinie 93/76/EWG des Rates.
- (2009a): “Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Neufassung),” KOM(2008)780.
- (2009b): “Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG,” vom 23. April 2009.
- EUKOM (EUROPÄISCHE KOMMISSION) (2005): “Doing more with less: Green Paper on energy efficiency,” KOM(2005)265.
- (2006): “Aktionsplan für Energieeffizienz: Das Potenzial ausschöpfen,” SEC(2006)1173.
- (2008a): “Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament und den Rat über die erste Bewertung der durch die Richtlinie 2006/32/EG über die Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen vorgeschriebenen nationalen Energieeffizienz - Allokationspläne. Gemeinsame Fortschritte bei der Energieeffizienz,” KOM(2008)11.
- GFK (GESELLSCHAFT FÜR KONSUMFORSCHUNG) (2009): “Methodenbericht zur Studie seco@home,” .
- GIGLI, M. (2008): “Nachhaltiger Energiekonsum als Beitrag zum Klimaschutz. Erfolgsfaktoren und Barrieren der Realisierung von energetischen Sanierungen durch Eigenheimbesitzer,” Diplomarbeit, Universität Trier Fachbereich I, Psychologie.

- GIH (BUNDESVERBAND GEBÄUDEENERGIEBERATER, INGENIEURE, HANDWERKER) (2006): “GIH- Bundesverband kritisiert geplante Energieausweis-Verordnung,” [http://www.presseportal.de/pm/61883/810923/gih\\_bundesverband](http://www.presseportal.de/pm/61883/810923/gih_bundesverband), Zugriff am 22.03.2010.
- HANDELSBLATT (2009): “Gebäude werden ’grün’ gerechnet, Online-Artikel vom 02.09.2009,” <http://www.handelsblatt.com/finanzen/immobilien/gebaeude-werden-gruen-gerechnet;2451952>, Zugriff am 31.05.2010.
- HANEMANN, W. (1982): “Applied Welfare Analysis with Qualitative Response Models,” *CUDARE Working Paper*, (241).
- (1983): “Marginal welfare measures for discrete choice models,” *Economic Letters*, 13, 129–136.
- (1984a): “Discrete/Continuous Models of Consumer Demand,” *Econometrica*, 53(3), 541–561.
- (1984b): “Welfare Evaluations in Contingent Valuation Experiments with Discrete Responses,” *American Journal of Agricultural Economics*, 66(3), 332–341.
- HANSEN, P. (2009): “Welchen effektiven Beitrag kann der Wohngebäudesektor zu den Emissionseinsparungen bis 2020 leisten?,” in *Energieeffizienz in Gebäuden, Jahrbuch 2009*, Hrsg.: Pöschk, J. VME (Verlag und Medienservice Energie).
- HARRISON, D., UND D. RUBINFELD (1978): “Hedonic Housing Prices and the Demand for Clean Air,” *Journal of environmental economics and management*, 5, 81–102.
- HEINZLE, S., J. KÄNZIG, J. NENTWICH, UND U. OFFENBERGER (2010): “Moving beyond gender differences in research on sustainable consumption - Evidence from a discrete choice experiment,” *Seco@home Working Paper No. 5*.
- HENZELMANN, T., R. BÜCHELE, UND M. ENGEL (2010): “Nachhaltigkeit im Immobilienmanagement,” Roland Berger Strategy Consultants, Kurzfassung.
- HERRIGES, J., UND C. KLING (1999): “Nonlinear Income Effects in Random Utility Models,” *The Review of Economics and Statistics*, 81(1), 62–72.
- HICKS, J. (1946): *Value and Capital*. Oxford University Press, 2. edn.
- HIRST, E., UND M. BROWN (1990): “Closing the efficiency gap: barriers to the efficient use of energy,” *Resources, Conservation and Recycling*, 3, 267–281.
- HOSHINO, T., UND K. KURIYAMA (2010): “Measuring the Benefits of Neighbourhood Park Amenities: Application and Comparison of Spatial Hedonic Approaches,” *Environmental and Resource Economics*, 45, 429–444.

- JAFFE, A., UND R. STAVINS (1994): "The energy-efficiency gap - What does it mean?," *Energy Policy*, 22(10), 804–810.
- JAKOB, M. (2006): "Marginal costs and co-benefits of energy efficiency investments The case of the Swiss residential sector," *Energy Policy*, 34, 172–187.
- (2007): "The drivers of and barriers to energy efficiency in renovation decisions of single-family home-owners," *CEPE Working Paper No. 56*.
- KAUFMAN-HAYOZ, R., UND K. TEWS (2009): "Typologie politischer Instrumente," Impulsreferat SÖF Nachhaltiger Konsum Syntheseminar-1, 12./13.11.2009.
- KOOPMANS, C., UND D. TE VELDE (2001): "Bridging the energy efficiency gap: using bottom-up information in a top-down energy demand model," *Energy Economics*, 23, 57–75.
- KUSIC, M. (2009): "Alles nur grün gerechnet?," *greenbuilding Nr. 9*.
- KWAK, S.-Y., S.-H. YOO, UND S.-J. KWAN (2010): "Valuing energy-saving measures in residential buildings: A choice experiment study," *Energy Policy*, 38(1), 673–677.
- LONG, J. (2003): "An econometric analysis of residential expenditures on energy conservation and renewable energy sources," *Energy Economics*, 14(4), 232–238.
- LONG, J., UND J. FREESE (2006): *Regression Models for Categorical Dependent Variables Using Stata*. Stata Press, 2 edn.
- LÜCKE, A. (2009): "Doppelstrategie aus Effizienz und erneuerbaren Energien," in *Energieeffizienz in Gebäuden, Jahrbuch 2009*, Hrsg.: Pöschk, J. VME (Verlag und Medienservice Energie).
- MAS-COLELL, A., M. WHINSTON, UND J. GREEN (1995): *Microeconomic Theory*. Oxford University Press.
- MATTHES, F. (2010): "Der Instrumenten-Mix einer ambitionierten Klimapolitik im Spannungsfeld von Emissionshandel und anderen Instrumenten," Bericht für das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Öko-Institut e.V.
- MCCONNELL, K. (1995): "Consumer Surplus from Discrete Choice Models," *Journal of environmental economics and management*, 29, 263–270.
- MCFADDEN, D. (1974): "Conditional logit analysis of qualitative choice behavior," in *Frontiers in Econometrics*, Hrsg.: P. Zarembka. Academic Press, New York.
- MENNEL, T., UND B. STURM (2007): "Energieeffizienz - eine neue Aufgabe für staatliche Regulierung?," *ZEW Discussion Paper*, 08-004.

- MINISTERIUM FÜR UMWELT UND VERKEHR BADEN-WÜRTTEMBERG (2004): “Energie und Klimaschutz in der Lokalen Agenda 21,” Leitfaden.
- NELSON, R., UND D. CONSOLI (2010): “An evolutionary theory of household consumption behavior,” *Journal of Evolutionary Economics*, im Erscheinen.
- NETUSIL, N., S. CHATTOPADHAY, UND K. KOVACS (2010): “Estimating the Demand for Tree Canopy: A Second-Stage Hedonic Price Analysis in Portland, Oregon,” *Land Economics*, 86(2), 281–293.
- PALMQUIST, R. (im Erscheinen): “Property Value Models,” in *Handbook of Environmental Economics*, Hrsg.: K. Mäler, und J. Vincent. North-Holland.
- PALMQUIST, R., UND A. ISRANGKURA (1999): “Valuing air quality with hedonic and discrete choice models,” *American Journal of Agricultural Economics*, 81(5), 1128–1133.
- PHANEUF, D., UND V. SMITH (2005): “Recreation Demand Models,” in *Handbook of Environmental Economics*, Hrsg.: K.-G. Mäler, und J. Vincent, Vol. 2, Kap. 15. North-Holland.
- PHANEUF, D., UND R. VON HAEFEN (2009): “Estimating the Demand for Quality with Discrete Choice Models,” in *Quantifying Consumer Preferences*, Hrsg.: D. Slottje. Emerald Group publishing limited.
- POORTINGA, W., L. STEG, C. VLEK, UND G. WIERSMA (2003): “Household preferences for energy-saving measures: A conjoint analysis,” *Journal of Economic Psychology*, 24(1), 49–64.
- PÖSCHK, J. (2009): “Anstelle eines Vorwortes: 7 Thesen für mehr Energieeffizienz,” in *Energieeffizienz in Gebäuden, Jahrbuch 2009*, Hrsg.: Pöschk, J. VME (Verlag und Medienservice Energie).
- POUDYAL, N., D. HODGES, UND C. MERRETT (2009): “A hedonic analysis of the demand for and benefits of urban recreation parks,” *Land Use Policy*, 26(4), 975–983.
- REDDY, B. (2003): “Overcoming the energy efficiency gap in India’s household sector,” *Energy Policy*, 31, 1117–1127.
- ROSEN, S. (1974): “Hedonic Prices and Implicit Marktes: Product Differentiation in Pure Competition,” *The Journal of Political Economy*, 82(1), 34–55.
- SCHIRA, J. (2005): *Statistische Methoden der VWL und BWL*. Pearson Studium, 2. edn.

- SMALL, K., UND H. ROSEN (1981): “Applied welfare economics with discrete choice models,” *Econometrica*, 49(1), 105–130.
- STIESS, I., V. VAN DER LAND, UND J. D. B. BIRZLE-HARDER (2010): “Handlungsmotive, -hemmnisse und Zielgruppen für eine energetische Gebäudesanierung,” Institut für ökologische Wirtschaftsforschung IÖW, Fachhochschule Lausitz, Institut für sozial-ökologische Forschung ISOE.
- TAYLOR, L. (2003): “The hedonic method,” in *A primer on nonmarket valuation*, Hrsg.: P. Champ, K. Boyle, und T. Brown. Springer Niederlande, 1 edn.
- THOMPSON, P. (2002): “Consumer Theory, Home Production and Energy Efficiency,” *Contemporary Economic Policy*, 20(1), 50–59.
- TRAIN, K. (2009): *Discrete Choice Methods with Simulation*. Cambridge University Press, 2. edn.
- VAN OEL, C., A. BOGERD, UND G. DE HAAS (2009): “Occupant-owners preferences in decision making of low energy renovation concepts,” Diskussionspapier, European Conference on energy efficiency and behaviour 2009.
- WEIMANN, J. (2009): *Die Klimapolitik - Katastrophe: Deutschland im Dunkel der Energiesparlampe*. Metropolis Verlag, 2. edn.
- WOOLDRIDGE, J. (2001): *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. The MIT Press.
- ZABEL, J., UND K. KIEL (2000): “Estimating the Demand for Air Quality in Four U.S. Cities,” *Land Economics*, 76(2), 174–194.
- ZICK, P. (2009): “Energieeffizient Bauen und Sanieren: Ein Überblick über die Förderprogramme der KfW,” in *Energieeffizienz in Gebäuden, Jahrbuch 2009*, Hrsg.: Pöschk, J. VME (Verlag und Medienservice Energie).

# A Anhang

## A.1 Herleitung der Wahlwahrscheinlichkeit im Logit Modell

Vgl. hier und im Folgenden: Train, 2009.

Nach Gleichung 28 ergibt sich:

$$P_{jm} = \int_{s=-\infty}^{\infty} \left( \prod_{m \neq n} e^{-e^{s+V_{jm}-V_{jn}}} \right) e^{-s} e^{-e^{-s}} ds. \quad (46)$$

mit  $s = \epsilon_{jm}$  Mit  $V_{jm} - V_{jm} = 0$  ergibt sich:

$$\begin{aligned} P_{jm} &= \int_{s=-\infty}^{\infty} \left( \prod_n e^{-e^{(s+V_{jm}-V_{jn})}} \right) e^{-s} ds \\ &= \int_{s=-\infty}^{\infty} \exp\left(-\sum_n e^{(s+V_{jm}-V_{jn})}\right) e^{-s} ds \\ &= \int_{s=-\infty}^{\infty} \exp\left(-e^{-s} \sum_n e^{-(V_{jm}-V_{jn})}\right) e^{-s} ds \end{aligned} \quad (47)$$

Mit  $t = \exp(-s)$  gilt:  $-\exp(-s)ds = dt$ . Es gilt, wenn  $s \rightarrow \infty$ , dann  $t \rightarrow 0$  und  $s \rightarrow -\infty$ , dann wird  $t$  unendlich groß, so dass gilt:

$$\begin{aligned} P_{jm} &= \int_{\infty}^0 \exp\left(-t \sum_n e^{-(V_{jm}-V_{jn})}\right) (-dt) \\ &= \int_0^{\infty} \exp\left(-t \sum_n e^{-(V_{jm}-V_{jn})}\right) (dt) \\ &= \frac{\exp\left(-t \sum_n e^{-(V_{jm}-V_{jn})}\right)}{-\sum_n e^{-(V_{jm}-V_{jn})}} \Big|_0^{\infty} \end{aligned} \quad (48)$$

$$= \frac{1}{\sum_n e^{-(V_{jm}-V_{jn})}} = \frac{e^{V_{jm}}}{\sum_n e^{V_{jn}}} \quad (49)$$

## A.2 Herleitung des *maximum likelihood* Schätzers im Logit Modell

Vgl. hier und im Folgenden: Train, 2009.

$$\begin{aligned}
 LL(\beta) &= \sum_j \sum_m y_{jm} \ln P_{jm} \\
 &= \sum_j \sum_m y_{jm} \ln \left( \frac{e^{\beta^T x_{jm}}}{\sum_n e^{\beta^T x_{jn}}} \right) \\
 &= \sum_j \sum_m y_{jm} (\beta^T x_{jm}) - \sum_j \sum_m y_{jm} \ln \left( \sum_n e^{\beta^T x_{jn}} \right)
 \end{aligned} \tag{50}$$

Die Ableitung der *log likelihood* Funktion ergibt:

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial LL(\beta)}{\partial \beta} &= \frac{\sum_j \sum_m y_{jm} (\beta^T x_{jm})}{\partial \beta} - \frac{\sum_j \sum_m y_{jm} \ln(\sum_n e^{\beta^T x_{jn}})}{\partial \beta} \\
 &= \sum_j \sum_m y_{jm} x_{jm} - \sum_j \sum_m y_{jm} \sum_n P_{jn} x_{jn} \\
 &= \sum_j \sum_m y_{jm} x_{jm} - \sum_j \left( \sum_n P_{jn} x_{jn} \right) \sum_m y_{jm} \\
 &= \sum_j \sum_m y_{jm} x_{jm} - \sum_j \left( \sum_n P_{jn} x_{jn} \right) \sum_m y_{jm} \\
 &= \sum_j \sum_m (y_{jm} - P_{jm}) x_{jm}.
 \end{aligned} \tag{51}$$

### A.3 Deskriptive Auswertung zur Kenntnis des Energieausweises und Einstellung zu diesem

Tabelle A.1: Kenntnis des Energieausweises und Einstellung zu diesem in Abhängigkeit von soziodemographischen Variablen

Variable	n (in %)	Kenntnis	positive Einstellung
im Durchschnitt:	1006 (100%)	76,5%	54,3%
soziodemographische Variablen			
Alter:			
- bis 30 Jahre	79 (7,9%)	62,0%	59,5%
- 31 bis 61 Jahre	713 (70,9%)	77,0%	54,6%
- ab 61 Jahre	214 (21,2%)	80,4%	51,4%
formale Bildung:			
- keinen Abschluss, Volkshochschul- oder Hauptschulabschluss	350 (34,8%)	74,9%	49,7%
- Realschulabschluss, polytechnische Oberschule	405 (40,3%)	73,1%	50,9%
- Fachhochschulreife, Abitur	136 (13,5%)	80,9%	66,9%
- Fachhochschul- oder Hochschulabschluss	115 (11,4%)	88,7%	65,2%
Haushaltseinkommen:			
- bis 1.499 €	289 (28,7%)	68,5%	49,5%
- 1.500 bis 2.499 €	394 (39,2%)	79,4%	54,1%
- ab 2.500 €	323 (32,1%)	80,2%	58,8%
Geschlecht:			
- männlich	555 (55,3%)	80,7%	51,2%
- weiblich	451 (44,7%)	71,4%	58,1%
Größe des Wohnorts:			
- bis 4.999 Einwohner	229 (22,8%)	80,4%	48,5%
- 5.000 bis 99.999 Einwohner	509 (50,6%)	81,3%	56,0%
- ab 100.000 Einwohner	268 (26,6%)	64,2%	57,1%
Ost/ West:			
- Ost	190 (18,9%)	71,6%	39,5%
- West	816 (81,1%)	77,7%	57,7%
Kinder < 18 Jahren im HH	254 (25,3%)	77,6%	62,2%

Variable	n (in %)	Kenntnis	positive Einstellung
im Durchschnitt:	1006 (100%)	76,5%	54,3%
soziodemographische Variablen			
Mieter/ Eigentümer:			
- Mieter	366 (36,4%)	66,9%	60,1%
- Eigentümer	640 (63,6%)	82,0%	51,0%
Wohnverhältnis:			
- Einfamilienhaus	179 (17,8%)	88,3%	55,3%
- Doppel- oder Reihenhaus	400 (39,8%)	78,2%	49,3%
- Mehrfamilienhaus	416 (41,4%)	69,5%	58,2%
Umzugswillige:	204 (20,3%)		
- Neumieter	168 (16,7%)	67,3%	63,1%
- Neueigentümer	36 (3,6%)	88,9%	77,8%

Tabelle A.2: Kenntnis des Energieausweises und Einstellung zu diesem in Abhängigkeit von Umwelteinstellung und -wissen

Variable	n (in %)	Kenntnis	positive Einstellung
im Durchschnitt:	1006 (100%)	76,5%	54,3%
Umwelteinstellung und -wissen			
Umweltbewusstsein			
- sehr umweltbewusst	101 (10,0%)	83,2%	66,3%
- wenig oder gar nicht umweltbewusst	135 (13,4%)	65,2%	40,7%
bewusste Kaufentscheidung für nachhaltige Produkte	553 (55,0%)	76,9%	57,1%
bewusste Kaufentscheidung für Produkte mit niedrigem Energieverbrauch, Langlebigkeit, regionale Produkte, umweltfreundliche Herstellung und Nutzung	406 (40,4%)	80,1%	60,3%
erhöhte Zahlungsbereitschaft für Konsumgüter des alltäglichen Bedarfs	485 (48,2%)	80,6%	62,9%
Glaube an nationale Auswirkungen des Klimawandels	596 (59,2%)	75,8%	55,7%
Umwelt- und Klimaschutz als eine der beiden zentralen polit. Herausforderungen	189 (18,8%)	81,5%	68,8%
Glaube, dass Wissenschaft und Technik nicht alle Umweltprobleme lösen können	259 (25,8%)	76,8%	52,9%
Bereitschaft für Umweltschutz Abstriche beim Lebensstandard zu machen	301 (29,9%)	73,4%	52,2%
Umweltschutz sollte durch verbindliche Regeln für alle gestaltet werden	471 (46,8%)	80,5%	62,4%

Tabelle A.3: Kenntnis des Energieausweises und Einstellung zu diesem in Abhängigkeit von Wohnpräferenzen

Variable	n (in %)	Kenntnis	positive Einstellung
im Durchschnitt:	1006 (100%)	76,5%	54,3%
Wohnpräferenzen			
Kaltniete bzw. Kaufpreis als eines der drei zentralen Kriterien bei der Wohnungswahl	495 (49,5%)	75,4%	58,8%
energetischer Zustand als eines der drei zentralen Kriterien bei der Wohnungswahl	250 (24,9%)	88,0%	63,6%
technisches Interesse	515 (51,2%)	84,7%	55,3%
Vermutung eines starken Preisanstiegs des im Heizsystem verwendeten Energieträgers	403 (40,1%)	77,2%	52,6%
Stromverbrauch (Selbsteinschätzung):			
Energiesparer	232 (23,1%)	76,3%	61,2%
Energieverschwender	204 (20,3%)	77,9%	49,0%