

KOSMA



DETERMINANTEN UND ANSATZPUNKTE ZUR EINDÄMMUNG VON REBOUND-EFFEKTEN IM WOHNRAUM-HEIZEN

Ein Vignetten-Experiment mit Mietenden aus Deutschland

Werkstattbericht Nr. 2 (zu AP5)

Dr. Sabine Preuß, Dr. Elisabeth Dütschke

Fraunhofer-Institut für Systems und Innovationsforschung ISI

Karlsruhe: 31.01.2023



Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert das Projekt KOSMA im Rahmen der Strategie „Forschung für Nachhaltigkeit“ (FONA) www.fona.de im Förderschwerpunkt Sozial-ökologische Forschung unter dem Förderkennzeichen (FKZ 01UT1704E). Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen.

Determinanten und Ansatzpunkte zur Eindämmung von Rebound-Effekten im Wohnraum-Heizen

KOSMA-Werkstattbericht Nr. 2 (zu AP5)

erstellt im Rahmen des Projekts

Komponenten der Entstehung und Stabilität von Rebound-Effekten und Maßnahmen für deren Eindämmung (KOSMA)

www.kosma-projekt.de

Januar 2023

Sabine Preuß & Elisabeth Dütschke
Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI
Breslauer Straße 48
76139 Karlsruhe

1 Zusammenfassung

Um Ansatzpunkte zur Eindämmung von potentiellen Rebound-Effekten im Heiz- und Lüftungsverhalten zu erforschen, wurde im Rahmen des KOSMA-Projekts ein Vignetten-Experiment durchgeführt. Basierend auf der Literatur zu potentiellen Einflussfaktoren - mit einem besonderen Fokus auf psychologische Faktoren - erfolgte die Konzipierung eines Vignetten-Experiments mit fünf Dimensionen (à zwei Ausprägungen): Abwesenheitsdauer, sozialen Normen, Informationsquelle, Bedienbarkeit und Framing der Einsparungen. Als Verhaltensweise des Heiz- und Lüftungsverhalten wurde das Herunterdrehen der Heizung bei Abwesenheit in das Vignetten-Experiment integriert. Für die Untersuchung von Sanierungs- und Rebound-Effekten wurde das Format einer Doppel-Vignette gewählt: Vignette 1 bezieht sich auf die aktuelle, teil- oder unsanierte Wohnung und führt die Dimensionen ein, wohingegen in Vignette 2 die Situation in einer nun sanierten Wohnung stattfindet, die Dimensionen bleiben jedoch konstant.

Zur Qualitätssicherung wurde im Herbst 2020 eine Vorstudie durchgeführt. Aufbauend auf den Ergebnissen der Vorstudie sowie deren Diskussion im Praxispartnerworkshop Ende 2020 wurde das Vignetten-Design leicht angepasst und im Frühjahr 2021 mithilfe eines Marktforschungsinstituts sowohl mit der NHW-Stichprobe als auch einer Online-Panel-Stichprobe durchgeführt. Aufgrund des COVID-19 bedingten, geringen Rücklaufs aus der NHW-Stichprobe (n = 88) musste deren Auswertung auf deskriptive Statistiken reduziert werden. In der NHW-Stichprobe wurde durch das Vignetten-Experiment kein direkter Rebound-Effekt nach einer Wohnungssanierung gefunden.

Darüber hinaus wurden 3795 Mieter:innen durch das Online-Panel befragt, welche repräsentativ bezüglich des Alters, Geschlechts und des Einkommens für die mietende Bevölkerung in Deutschland sind. Hier wurde im Durchschnitt ein *kleiner, signifikanter direkter Rebound-Effekt* gefunden. Dieser zeigt, dass die Mietenden ihre Heizung nach einer Wohnungssanierung etwas weniger wahrscheinlich bei Abwesenheit herunterregulieren als vor der Sanierung. Ein Großteil der Proband:innen gab jedoch an, ihr Heizverhalten durch die Sanierung nicht zu verändern und einige würden die Heizung sogar wahrscheinlicher nach der Sanierung (als vor der Sanierung) herunterregeln.

Um Aufschluss über mögliche *indirekte Reboundeffekte* zu erhalten, wurde abgefragt, wofür das durch die Sanierung eingesparte Heizgeld am wahrscheinlichsten verwendet würde. Am häufigsten wurde das Sparen für größere Anschaffungen oder Unternehmungen in der Zukunft angegeben. Am zweitwahrscheinlichsten würde das Geld für die Haushaltskasse, Lebensmittel und tägliche Einkäufe verwendet werden. Die Antworten zum indirekten Rebound ermöglichen jedoch keine eindeutige Bestimmung ihrer möglichen Umweltwirkung.

Das Vignetten-Experiment ermöglichte, die Einflussfaktoren des Heizverhaltens in der jeweiligen Situation (d.h. nach Vignette 1 und Vignette 2) sowie des direkten Rebounds

zu identifizieren. Die Intention in der aktuellen Wohnung (Vignette 1) die Heizung bei Abwesenheit runter zu regulieren ist bei einer langen Abwesenheitsdauer und einer leichten, zentralen Bedienbarkeit höher. Diese Faktoren spielen auch bei der Heizintention in der zweiten Vignette eine Rolle. Als zusätzlicher Einflussfaktor kommt nach der Sanierung das Framing der Einsparungen hinzu. Wird Mietenden rückgemeldet, wie viel CO₂ sie durch das Herunterregulieren einsparen, drehen sie die Heizung bei Abwesenheit wahrscheinlicher ab, als wenn sie rückgemeldet bekommen, wie viel Geld sie einsparen würden.

Die *Abwesenheitsdauer* und das *Framing der Einsparungen* haben auch einen Effekt auf den direkten Rebound. Die Bedienbarkeit der Heizung spielt ebenso wie die Informationsquelle und die soziale Norm *keine* Rolle für den direkten Rebound-Effekt. Konkret zeigen unsere Ergebnisse, dass ein direkter Rebound-Effekt eingedämmt werden kann, wenn die Abwesenheit kürzer ist und die Einsparungen durch das Herunterregulieren wertebasiert (in CO₂) statt monetär (in €) geframt werden. Diese Ergebnisse scheinen auch unter Einbezug von sozio-demographischen Kontrollvariablen konstant zu sein. Da das Herunterregulieren der Heizung bei Abwesenheit mit sozio-demographischen Faktoren (Alter, Bildung, Anzahl der Personen im Haushalt) korreliert, wurden auch gruppenspezifische Analysen durchgeführt. Diese zeigen und bestätigen die bisherigen Befunde. In den untersuchten Teilgruppen der Mietenden (d.h. Sozialhilfe-Empfänger:innen, Mietende mit gesundheitsbedingt höherem Wärmebedürfnis, Single-Haushalte) gibt es Unterschiede, ob ein direkter Rebound-Effekt auftritt oder nicht. Die Prädiktoren für den direkten Rebound-Effekt sind in den Teilgruppen die gleichen wie in der Gesamtstichprobe des Online-Panels. Eine kurze Abwesenheitsdauer und ein wertebasiertes Framing reduzieren den Rebound-Effekt. D.h. wird nach der Sanierung auf die CO₂-Einsparung statt die monetäre Einsparung fokussiert und auch bei einer längeren Abwesenheitsdauer darauf hingewiesen, dass ein Herunterregulieren der Heizung zu Einsparungen führt, könnte dies den direkten Rebound-Effekt für alle Gruppen bzw. die gesamte Stichprobe der Mietenden reduzieren.

Bei einer *Quantifizierung des direkten Rebound-Effekts* auf Basis pauschalisierter Werte ergibt sich im Durchschnitt über alle Teilnehmende des Online-Panels und nur für die einzelne Verhaltensweise des Herunterreguliers der Heizung bei Abwesenheit ein Rebound-Effekt von rund 2-3%.

Aus dem Vignetten-Experiment ergeben sich *folgende Empfehlungen* für die Wohnungsanierung von Mietenden: Ein zentrales Bedienelement für das Heizsystem könnte Mietenden helfen, die Heizung bei Abwesenheit herunter zu regulieren. Darüber hinaus könnten digitale, App-basierte Hinweise (z.B. Push-Nachrichten) CO₂-Einsparungen durch das Heizverhalten aufzeigen und/oder darauf hinweisen, dass ein Herunterregulieren der Heizung unabhängig von der Abwesenheitsdauer sinnvoll ist und somit direkte Rebound-Effekt im Wohnraumheizen eindämmen.

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	3
2	Einleitung	7
3	Heizverhalten und Rebound-Effekte	8
3.1	Heizenergieverbrauch und Verhalten.....	8
3.2	Rebound-Effekte im Bereich Raumwärme	9
3.3	Ansatzpunkte zur Beeinflussung des Heizverhaltens und zur Minderung von Rebound-Effekten	12
4	Angewandte Methodik aus der Sozialwissenschaft	14
4.1	Vignetten-Experiment	14
4.2	Vorstudie: Pretest, Durchführung und erste Ergebnisse	18
4.3	Hauptstudie	19
4.3.1	Dimensionen des Vignetten-Experiments	19
4.3.2	Teilnehmende.....	22
4.3.3	Aufbau des Fragebogens und Durchführung	25
4.3.4	Bestimmung des direkten Rebound-Effekts	26
5	Ergebnisse aus dem Vignetten-Experiment	27
5.1	Deskriptive Statistiken und erste Analysen	27
5.1.1	Ergebnisse aus dem Online-Panel	27
5.1.2	Ergebnisse aus der NHW-Stichprobe	29
5.1.3	Indirekter Rebound	31
5.2	Inferenzstatistische Analysen: Regressionsmodelle	33
5.3	Prädiktoren des Heiz- und Lüftungsverhaltens	34
5.4	Prädiktoren des direkten Rebound-Effekts.....	35
5.5	Untersuchung von Gruppenunterschieden.....	36

5.5.1	Rebound-Effekte im Heizverhalten von Menschen, die Sozialhilfe beziehen	36
5.5.2	Rebound-Effekte im Heizverhalten von Menschen mit gesundheitsbedingt höherem Wärmebedürfnis	38
5.5.3	Rebound-Effekte im Heizverhalten von Single-Haushalten ..	39
5.5.4	Übersicht der Prädiktoren des direkten Rebound-Effekts über verschiedene Gruppen hinweg.....	41
6	Diskussion.....	42
6.1	Quantifizierung des Rebound-Effekts.....	44
6.2	Erklärende Faktoren des Rebound-Effekts.....	45
6.3	Reflektion und Limitationen	46
6.4	Maßnahmen zur Eindämmung des Rebound-Effekts	48
7	Fazit und Ausblick.....	49
8	Literaturverzeichnis	51
9	Anhang.....	54

2 Einleitung

Ziel des KOSMA-Projektes ist eine eingehende Analyse von Einflussfaktoren auf das Heizverhalten sowie der Entstehungskomponenten und der Stabilität direkter Rebound-Effekte im Wärmebereich in Haushalten mit unterschiedlichem sozio-kulturellen und -ökonomischen Hintergrund. Dabei liegt der Schwerpunkt auf Mieterinnen und Mietern in Deutschland und es werden psychologische, sozio-strukturelle und -kulturelle Ursachen von baulich-technischen Einflüssen einbezogen. Neben den Einflussfaktoren auf das Heizverhalten sind direkte und indirekte Rebound-Effekte in der Folge von Sanierungen von Interesse. Der vorliegende Bericht beschreibt die Ergebnisse aus einer experimentellen Vignettenbefragung, die Anfang des Jahres 2021 durchgeführt wurde und den Effekt ausgewählter Einflusskonstellationen auf das Heizverhalten bzw. den Rebound-Effekt untersuchte. Ziel ist es, Ansatzpunkte zu identifizieren, wie das Heizverhalten günstig, d.h. im Sinne der Energiewende, beeinflusst werden kann sowie potentielle Rebound-Effekte gemindert werden können. Ergänzend werden indirekte Rebound-Effekte berücksichtigt. Die Ergebnisse aus der Vignettenbefragung wurden mit Praxispartnern, u.a. aus Wohnungswirtschaft, Naturschutz- und Verbraucherverbänden sowie Behörden diskutiert, um konkrete Vorschläge für die Ausgestaltung von Erfolg versprechenden Maßnahmen zur Reduzierung von Rebound-Effekten abzuleiten.

Im Projekt ging der Vignettenbefragung eine umfassende Aufarbeitung des Forschungsstandes voraus (Gardemin et al. 2019), die auch die Durchführung von explorativen Fokusgruppen umfasste. Hierauf aufbauend wurde mit einer Mieter*innenbefragung im Bestand der Unternehmensgruppe Nassauische Heimstätte Wohnstadt (NHW) das Wärmenutzungsverhalten untersucht. Diese Befragung, die als persönliche Interviews in den Wohnungen der Mieter*innen erfolgte, musste jedoch aufgrund der Corona-Pandemie unterbrochen werden, so dass die finalen Ergebnisse erst nachfolgend zur Vignettenbefragung vorliegen werden.

Das nächste Kapitel zeigt zunächst die konzeptuellen Grundlagen für die Entwicklung der Vignettenbefragung auf. Anschließend folgt eine detaillierte Darstellung der Methodik und der Ergebnisse. Dieser Bericht schließt mit einer Diskussion der Ergebnisse und Selbstreflexion der durchgeführten Vignettenbefragung.

3 Heizverhalten und Rebound-Effekte

3.1 Heizenergieverbrauch und Verhalten

Der Erfolg von effizienzsteigernden Maßnahmen im Raumwärmebereich wird mit Hinweis auf Rebound-Effekte von investierenden Personen häufig in Zweifel gezogen. Dabei wird die Differenz zwischen dem gemessenen Verbrauch und dem berechneten Bedarf teilweise allein den Bewohner*innen und deren (Fehl-) Verhalten zugeschrieben.

Der Heizenergieverbrauch eines Haushaltes ist von vielen Faktoren abhängig, von denen das individuelle Verhalten der Haushaltsmitglieder nur einer von mehreren ist. Gardemin et al. (2019) haben eine Übersicht erarbeitet, die neben Heiz- und Lüftungsverhalten Einflussfaktoren aus den Bereichen Gebäude und Technik und Umweltfaktoren umfasst. Das Heiz- und Lüftungsverhalten selbst beinhaltet sämtliche Aktivitäten im Zusammenhang mit der Bedienung der Heizung und dem Lüften der Wohnung. Die Bedienung der Heizung setzt sich wiederum aus verschiedenen Stellschrauben zusammen wie etwa den Einstellungen an der wärmeerzeugenden Anlage sowie an den einzelnen Heizkörpern und Thermostaten. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass es je nach Anlage unterschiedlich ist, welche Einflussmöglichkeiten vorhanden sind und mit welchem Aufwand Einstellungen vorgenommen werden. Grundsätzlich bestehen die folgenden zeitlichen, räumlichen und temperatur-bezogenen Variablen bzw. Kombinationen von diesen:

- Anzahl der Tage im Jahr und der Stunden pro Tag, an bzw. in denen geheizt wird,
- Anzahl, Art und Größe der Räume, in denen geheizt wird,
- gewählte Temperaturen/ Thermostateinstellungen in den beheizten Räumen bzw. Temperaturverläufe im Laufe des Tages

Beim Lüften über Fenster sind vor allem die Art, Dauer und Häufigkeit des Fensteröffnens relevant oder alternativ die Einstellungen an vorhandenen (teil-)automatisierten Lüftungssystemen.

Darüberhinaus haben sich in Studien systematische Zusammenhänge zwischen soziodemographischen Haushaltsmerkmalen und dem Heizenergieverbrauch gezeigt. So steigt der Energieverbrauch typischerweise mit der Anzahl der Personen im Haushalt sowie mit steigendem Einkommen (Abrahamse und Steg 2011; Guerra-Santin und Itard 2010). Desweiteren spielt eine Rolle, wie häufig Haushaltsmitglieder anwesend sind (Kleinhüchelkotten et al. 2016) bzw. ob ältere Personen zum Haushalt gehören (Guerra-Santin und Itard 2010). Eine Studie von Hansen et al. (2019) aus Dänemark beschäftigt sich mit der Bedeutung von empfundenem Wärmekomfort und Heizverhalten und finden Zusammenhänge beim Komfortempfinden mit Geschlecht und Alter. Gleichzeitig hängt der Energieverbrauch stark mit Gebäudecharakteristika zusammen.

Desweiteren wurden die Verhaltensgewohnheiten als relevanter Faktor identifiziert, der auch Verhaltensänderungen verhindern kann (Huebner et al. 2013). Hierzu passt, dass auch Erfahrungen aus Kindheit und Jugend im Zusammenhang mit dem Heizenergieverbrauch stehen (Hansen 2018; Hansen und Jacobsen 2020).

3.2 Rebound-Effekte im Bereich Raumwärme

Ausgangspunkt für eine psychologische Analyse von Rebound-Effekten im Zusammenhang mit Energieeffizienzverbesserungen oder mit Verbesserungen der Ressourceneffizienz im Allgemeinen ist die Beobachtung, dass eine Effizienzsteigerung in der Energie- oder Ressourceneffizienz eines Produkts den Einzelnen dazu veranlassen kann, sein Verhalten im selben Verhaltensbereich (*direkter Effekt*) oder in einem anderen (*indirekter Effekt*) zu ändern. Aus psychologischer Sicht kann die Sanierung einer Wohnung z.B. das Anbringen von Isolierung, Abdichten von Fenstern oder der Austausch des Heizsystems (zugunsten eines effizienteren) als eine Intervention betrachtet werden, die bisherige Routinen unterbricht und damit zu einer Verhaltensänderung bei der Nutzung des betreffenden Produkts oder der betreffenden Dienstleistung führt (Dütschke et al. 2018).

Direkte Rebound-Effekte im Bereich Heizen können sich zeigen, wenn nach einer Sanierung

- länger geheizt wird (z.B. seltenere Absenkung über Nacht oder bei Abwesenheit oder Verlängerung der Heizperiode)
- mehr Wohnfläche geheizt wird (z.B. Räume bisher unbeheizt blieben)
- höhere Raumtemperaturen eingestellt werden.

Aus ökonomischer Sicht sind Rebound-Effekte dadurch erklärbar, dass die Nutzung der Heizenergie durch die entsprechenden Maßnahmen günstiger wird und somit Budget zur intensiveren Nutzung zur Verfügung steht (direkter Rebound-Effekt) bzw. Geld für andere energieverbrauchende Dienstleistungen (indirekter Rebound-Effekt).

Doch auch psychologische Mechanismen können eine Rolle spielen, wenn etwa die dem Heizverhalten zugrunde liegende Bewertung sich verändert etwa durch die Abschwächung von Normen (Peters und Dütschke 2016; Seebauer 2018) und moralische Lizenzierung ins Spiel kommt. Moralische Lizenzierung beschreibt, dass vergangenes moralisches Verhalten die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass Menschen nachfolgend potenziell weniger moralisches Verhalten zeigen, ohne dass dies negative Gefühle oder Scham auslöst (Mullen und Monin 2016; Mazar und Zhong 2010). Übertragen auf den Fall Heizen könnten sich also Personen nach einer Effizienzsteigerung oder Sanierung berechtigt fühlen, ihre Wohnung mehr zu heizen. Mehrere Forschungsarbeiten haben die Relevanz von moralischer Lizenzierung für Rebound-Effekte in den vergangenen Jahren untersucht (Dütschke et al. 2018; Eberling und Dütschke 2019; Burger et al. 2022).

Galvin argumentiert, dass Rebound-Effekte durch den breiteren sozio-politischen, -kulturellen und -technischen Kontext beeinflusst werden (Galvin und Gubernat 2016). Für den Bereich des Heizens spielen dabei etwa Faktoren rund um die Bedienbarkeit des Systems eine Rolle oder die sozial-kulturelle habituelle Einbettung des Verhaltens (z.B. erlernte Verhaltensschemata). Abbildung 1 stellt die erläuterten Zusammenhänge zusammenfassend dar.

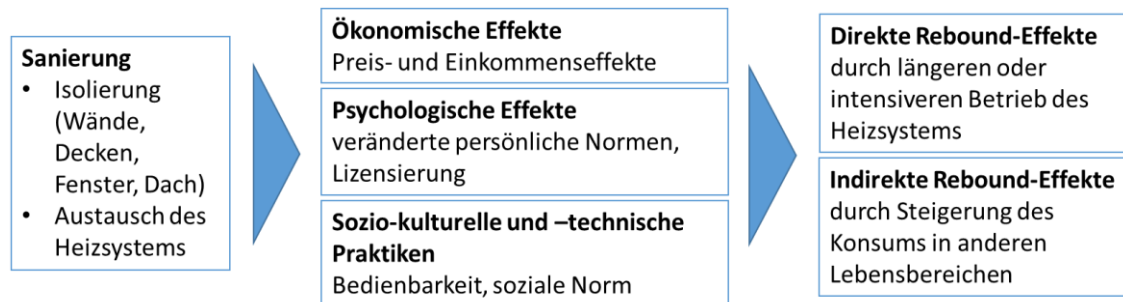


Abbildung 1: Rebound-Effekte im Bereich Raumheizung und mögliche auslösende Faktoren

Nur wenige empirische Studien haben sich bisher mit den Erklärungsfaktoren für Rebound-Effekte im Bereich Heizen empirisch auseinandergesetzt. Seebauer (2018) befragte Empfänger:innen von finanzieller Förderung für eine energetische Sanierung von Gebäuden in ihrem Eigentum. Es zeigten sich niedrige Rebound-Effekte. Es konnten verschiedene Variablen identifiziert werden, die einen signifikanten Zusammenhang mit dem Ausmaß des Rebound-Effektes zeigen. So hingen diese statistisch zusammen mit persönlichen Normen zum Umweltschutz (negativ, d.h. stärkere Normen sind verbunden mit niedrigeren Rebound-Effekten), Werthaltungen zum Umweltschutz (negativ) und zur Sparsamkeit¹ (positiv). Werden soziale Normen im Freundeskreis zum Umweltschutz wahrgenommen, so waren Rebound-Effekte stärker ebenso wie bei stärkeren Gewohnheiten beim Heizen. Des Weiteren spielen technische Einstellungen und Energiearmut eine wichtige Rolle und gehen mit höheren Rebound-Effekten einher ebenso wie ein niedrigerer Bildungsstand. Kein signifikanter Zusammenhang ergab sich für allgemeine soziale Normen, Haushaltsgröße und -einkommen sowie einen Wechsel der Heizungstechnologie.

Galvin & Gubernat (2016) nutzen die Practice Theory als Ausgangspunkt, um das Phänomen der Rebound-Effekte besser zu verstehen. Sie formulieren die Annahme, dass „the practice of increasing the energy efficiency of an appliance can cause a change in existing social arrangements“ (S. 186) und dass diese Re-Arrangements wiederum Effekte auf die Praktiken der Energienutzung haben, welche dann in Rebound-Phänomene

¹ Die Variable deckt Aspekte ab, wie z.B. möglichst viel für eingesetztes Geld zu bekommen, Geld zu sparen für später oder auch sparsam zu sein, wenn man sich mehr leisten könnte.

münden. Übersetzt auf den Gebäudesektor hieße das, dass die Umsetzung von Effizienzmaßnahmen Auswirkungen auf die Praktiken im Wohnen, Heizen und Lüften und deren Einbettung mit sich bringt, die dann energierelevante Effekte haben könnten. Für die Thematik des Lüftens diskutieren Galvin & Gubernat (2016), dass in Deutschland insbesondere für sanierte und damit relativ dichte Gebäude Stoßlüftung die empfohlene Lüftungsweise ist. Diese wird allerdings – so die Autoren – effektiv selten umgesetzt. Sie vermuten, dass dabei Kontextfaktoren (Fenster lüften nach innen, dort stehen häufig Pflanzen o.ä., bei Wind entsteht leicht Zug und die Fenster / Zimmertüren schlagen) – unabhängig von individuellen und anderen Faktoren – eine Rolle spielen.

Galassi & Madlener (2018) wählten die Methodik eines Discrete Choice Experiments und befragten über 3000 Haushalte. Als Szenario wurde vorgegeben, dass die Befragten sich im Wohnzimmer ihres sanierten Hauses befinden und ihnen zu warm ist. Die Entscheidungssituationen unterschieden sich entlang der Attribute ergriffene Maßnahme (Fenster öffnen, Fenster kippen, Heizung zurückdrehen, Heizung zurückdrehen & Fenster öffnen, nichts tun), Zeit bis zur Wirkung der Maßnahme, Hindernisse in der Umsetzung (Fenster schwierig zu öffnen, Heizung schwierig umzustellen, keine Hindernisse), monatliche Energieeinsparung und Änderungen in der Bekleidung (leichtere Kleidung anziehen). Die Teilnehmenden wurden gebeten, jeweils auszuwählen, wie sie am ehesten handeln würden. Die Teilnehmenden gaben an, dass sie am ehesten das Fenster öffnen *und* die Heizung abdrehen bzw. eine dieser Verhaltensweisen zeigen (würden). Situationen mit kurzfristigen Effekten (5 min) wurden deutlich eher gewählt als solche, in denen Maßnahmen erst verzögert Wirkung entfalten. Hindernisse beim Fenster öffnen / Heizung abdrehen verringern die Wahlwahrscheinlichkeit, ebenso geringere Ersparnisse. Die Art der Kleidung hat keine Auswirkungen auf die Wahrscheinlichkeit der Auswahl einer Situation.

Hediger et al. (2018) führten eine repräsentative Befragung in der Schweiz durch, bei der sie einerseits erfragten anhand von verschiedenen Indikatoren zum Heizverhalten (z.B. früher heizen, auf höhere Temperaturen heizen) inwieweit Personen ihr Verhalten nach einer Sanierung anpassen würden. Die Sanierungsbedingungen und damit verbunden das Einsparpotential wurden systematisch variiert. Andererseits erfragten sie, wofür die Teilnehmenden einen Betrag von CHF 1000 ausgeben würden, wenn sie diesen bei den Heizkosten sparen würden. Die Studie schätzt auf Basis der Daten die direkten Rebound-Effekte auf 12% und die indirekten auf 24%. Es zeigte sich, dass Personen mit höheren Einkommen eher keinen direkten Rebound-Effekte zeigen, während dieser größer ist bei größerer Unzufriedenheit mit dem aktuellen Heizsystem. Bei den Personen, die Rebound-Effekte zeigen, sind diese geringer bei höherer Bildung, ebenso bei größerer Zufriedenheit mit dem aktuellen Heizsystem. Auch fallen die Rebound-Effekte bei stärkerer Effizienzerhöhung im Experiment geringer aus.

3.3 Ansatzpunkte zur Beeinflussung des Heizverhaltens und zur Minderung von Rebound-Effekten

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es, Einflussfaktoren auf das Heizverhalten zu identifizieren und durch ihre Variation den Einfluss auf das Heizverhalten zu beeinflussen. Dabei interessiert insbesondere, ob und inwieweit sich diese Faktoren vor und nach einer Sanierung unterscheiden und im Zusammenhang mit möglichen Rebound-Effekten stehen. Aufbauend auf die konzeptionellen Ausführungen in den vorangegangenen Abschnitten wurden in die Untersuchung insofern Variablen aufgenommen, die die verschiedenen Bereiche auslösender Faktoren exemplarisch abdecken (vgl. Abbildung 1): Über ein Framing werden *ökonomische Aspekte* ins Spiel gebracht und mit dem Potential von Umweltmotiven verglichen. Letzteres bezieht insofern *psychologische Aspekte* in die Untersuchung mit ein genauso wie der untersuchte Faktor der sozialen Norm. Die weiteren Variablen wie Abwesenheitsdauer, Informationsquelle und Einfachheit des Verhaltens greifen Aspekte der *sozio-kulturellen und technischen* Einbettung auf.

Als exemplarisches Heizverhalten wird untersucht, inwieweit Personen bereit sind, während einer temporären Abwesenheit aus ihrer Wohnung die Heizung zurückzudrehen. Dieses Zielverhalten wurde gewählt, da es gut nachvollziehbar und alltagsnah ist und zudem effektiv den Verbrauch an Energie reduzieren kann. Unterliegende Annahme hinsichtlich Rebound ist dabei, dass im Fall einer Sanierung das entsprechende Verhalten weniger wahrscheinlich gezeigt wird.

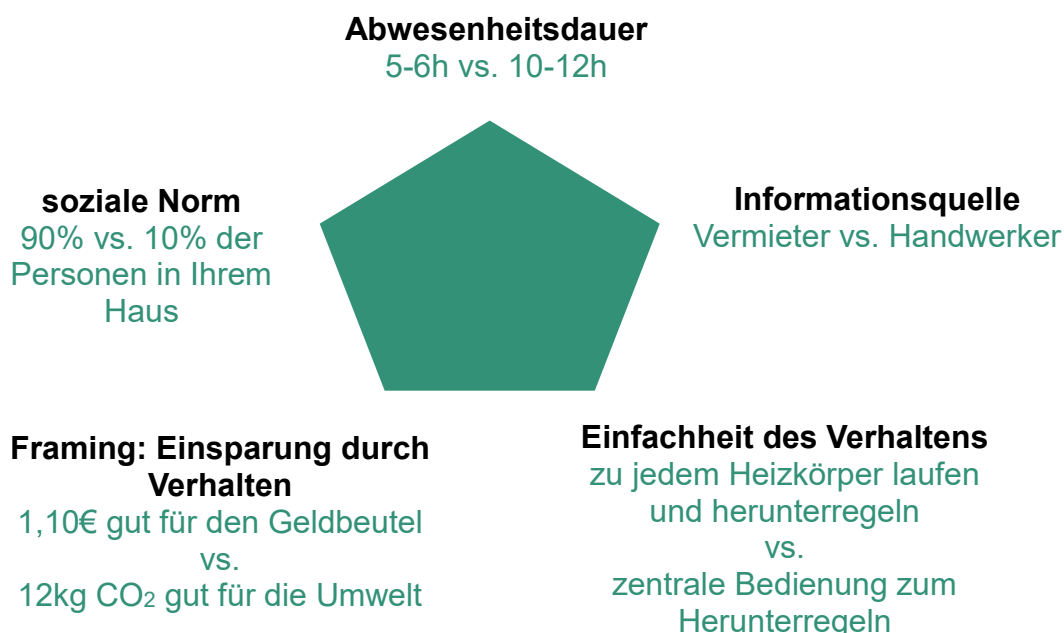


Abbildung 2: Untersuchungsvariablen mit angenommenem Einfluss auf die Sparsamkeit des Heizverhaltens bzw. auf Rebound-Effekte

Im Folgenden wird kurz weiterer Forschungsstand zu den Untersuchungsvariablen (siehe Abbildung 2) und ihrer möglichen Einflussrichtung umrissen.

Abwesenheitsdauer (Dimension 1)

Verbraucher:innen unterscheiden sich in ihren energiesparenden Verhaltensweisen wie der Gewohnheit, die Heizung bei Verlassen des Hauses herunterzudrehen (Sovacool et al. 2020): Die Variabilität bei der Temperaturanpassung wurde bei einer qualitativen Erhebung von Sovacool et al. (2020) durch die Abwesenheitsdauer von Haushaltsmitgliedern mitbestimmt, was insofern plausibel ist, als dass bei längerer Abwesenheit ein Abdrehen der Heizung größere Effekte hat.

Informationsquelle (Dimension 2)

Zum korrekten bzw. sparsamen Heizverhalten fehlt es oft an Informationen, was den Haushalten auch bewusst ist (Gardemin et al. 2019; Huebner et al. 2013). Vom Bereich der Wärme-bezogenen Investitionen ist bekannt, dass Handwerker:innen eine wichtige Rolle bei der Beratung spielen (Arning et al. 2020). Alternativ könnten Vermieter:innen Informationen bereit stellen (Gardemin et al. 2019). Insofern wurde die Gabe von Informationen aus dem sozialen Umfeld als situative Variable untersucht.

Soziale Norm (Dimension 3)

Soziale Normen haben Einfluss auf Verhalten, insbesondere auch auf umweltrelevantes Verhalten. Wird die Aufmerksamkeit auf die deskriptive soziale Norm gelenkt, d.h. auf die typischen Verhaltensweisen des sozialen Umfelds, kann dies umweltfreundliches Verhalten sowohl fördern als auch beeinträchtigen, je nachdem ob das gewünschte Verhalten bereits von der Mehrheit gezeigt wird oder nicht (Cialdini 2003). Zudem wurde die Rolle sozialer Normen bereits für die Ausbildung von Rebound-Effekten diskutiert (Peters und Dütschke 2016). Seebauer (2018) findet auch empirisch einen entsprechenden Zusammenhang als dass sich die Wirkung von Normen nach einer Sanierung abschwächt.

Einfachheit des Verhaltens (Dimension 4)

Sparsames Heizverhalten ist eingebettet in die jeweilige Alltagssituation sowie deren sozio-technische Konfiguration. Hierbei kann die (wahrgenommene) Einfachheit eines Verhaltens eine Rolle spielen, wie wahrscheinlich dieses umgesetzt wird, was bereits frühere Studien (Heesen und Madlener 2014) für das Heizverhalten auch gezeigt haben. Dies entspricht auch den Annahmen aus klassischen Theorien zur Innovationsdiffusion und Technologieakzeptanz (Rogers 2010; Davis 1993).

Framing (Dimension 5)

Aus psychologischer Sicht werden Anreize für sparsames Heizverhalten untersucht und dabei insbesondere kontrastiert, welche Rolle monetäre Aspekte im Vergleich zum Umweltschutz spielen. Monetäre Framings, die den eigenen Nutzen als Ziel für energiesparendes Verhalten fokussieren, können effektiv für umweltfreundlicheres Verhalten sein (Abrahamse et al. 2005). Für den Bereich des Stromsparens konnte gezeigt werden,

dass beide Anreize wirksam sind bezüglich entsprechender Verhaltensintentionen, aber eine Ausweitung auf andere Verhaltensweisen nur im Falle einer Umweltmotivation stattfindet (Steinhorst et al. 2015).

Unter Anwendung und Beachtung dieser Dimensionen sollen die folgenden Forschungsfragen mithilfe eines Vignetten-Experiments untersucht werden:

- Sind Rebound-Effekte zu beobachten und können diese durch das Vignetten-Design erfasst werden?
- Welche Faktoren beeinflussen das Heizverhalten sowie mögliche Rebound-Effekte und wie unterscheiden sich diese für verschiedene Teilgruppen?

4 Angewandte Methodik aus der Sozialwissenschaft

4.1 Vignetten-Experiment

Wie beschrieben wurde als Methodik für diese Befragung in AP5 des KOSMA-Projekts ein Vignetten-Design gewählt. Eine Vignette ist eine kurze Situationsbeschreibung innerhalb einer Umfrage, zu der die teilnehmenden Personen Fragen beantworten. Bestimmte Eigenschaften der Situation werden systematisch variiert, beispielsweise indem verschiedene Teilnehmende unterschiedliche Varianten der Situation erhalten (interindividuelle Variation oder between-subject design). Häufig werden aber auch mehrere Vignetten den Proband:innen nacheinander vorgelegt (intraindividuelle Variation oder within-subject design). Die hier gewählte Situation beschrieb, dass die Befragten sich im Aufbruch aus ihrer Wohnung befänden und auch kein anderes Haushaltsmitglied in der Wohnung wäre. Daraufhin wurden die Teilnehmenden gebeten, anzugeben, wie wahrscheinlich es ist, dass sie die Heizung in der beschriebenen Situation herunterregeln würden.

Die Vignetten unterscheiden sich in einem klassischen Vignetten-Experiment durch die Ausprägung der sogenannten Dimensionen. Es können je nach Vignette bis zu 12 Dimensionen mit unterschiedlich vielen Ausprägungen genutzt werden. Ausprägung und Hinz (2014) empfehlen jedoch 5-7 Dimensionen mit einer konstanten Anzahl an Ausprägungen pro Dimension nicht zu überschreiten. Gerade bei älteren und bildungsschwächeren Stichproben gilt es, dies zu beachten, um den kognitiven Aufwand und die Vignetten möglichst verständlich und nachvollziehbar zu halten. Denn das Hineinversetzen in die jeweilige Situation, die sich nur leicht verändert, kann eine kognitive Herausforderung darstellen und von den teilnehmenden Personen als komplex und anstrengend wahrgenommen werden (was auch zu einem Abbruch der Befragung führen kann). Eine konstante Anzahl an Ausprägungen pro Dimension verhindert in einem klassischen Vignetten-Experiment, dass eine Dimension aufgrund einer höheren Anzahl an Ausprägungen mehr beachtet wird als andere Dimensionen.

Der Vorteil eines Vignetten-Experiments ist, dass durch die Variation verschiedener Dimensionen zwischen den Vignetten und zwischen den Personen der Einfluss dieser Dimensionen durch eine einzelne Befragung und im Zusammenspiel zueinander untersucht werden kann.

Da die geplante Zielgruppe der teilnehmenden Mieter:innen der NHW heterogen bezüglich Bildung, Alter und Migrationshintergrund bzw. Deutschkenntnissen ist, wurde entschieden, das Vignetten-Experiment - ohne Verlust von Informationen - einfach zu halten. Dies erhöht nicht nur die Teilnahmebereitschaft (bzw. reduziert die Abbruchquote der Teilnehmenden), sondern erhöht auch die Validität ihrer Antworten. Vor dem Hintergrund der COVID-19 Pandemie und der unterbrochenen Hauptbefragung in AP4 sowie der daher geringeren Auswahlgesamtheit für die Vignetten-Stichprobe wurde zusätzlich eine weitgehend vergleichbare Befragung mit Mietenden über ein Online-Panel durchgeführt (siehe Beschreibung der Teilnehmenden).

Innerhalb des Forschungskonsortium wurde auf Grundlage der Komplexität des Vignetten-Designs und der Heterogenität unter Mietenden entschieden jeder teilnehmenden Person zwei Vignetten vorzulegen, die sich interindividuell entlang von fünf Dimensionen unterschieden (siehe Kapitel 3.3 sowie 4.3.1). Die erste und die zweite Vignette unterschieden sich dadurch, dass die erste Vignette eine Alltagssituation in der aktuellen, un- oder teilsanierten Wohnung darstellte, während die zweite Vignette die gleiche Situation in der nun hypothetisch voll sanierten Wohnung beschrieb. Die Ausprägungen der fünf Vignetten-Dimensionen wurde jeder Person zufällig zugeteilt und blieben dann in beiden zu bewertenden Vignetten gleich. Der dargestellte Kontext bzw. die Beschreibung der Vignette ist in Abbildung 4 dargestellt. Diese Abbildung verdeutlicht die - basierend auf der oben dargestellten Literatur - ausgewählten Dimensionen und deren Darstellung in den beiden Vignetten. Aufgrund der Sanierung und um die Vignetten realistisch zu halten, musste die Framing-Dimension zwischen der ersten und zweiten Vignette leicht an die geänderte Situation in der Vignette angepasst werden.

Die Idee der Doppelvignette (siehe Abbildung 3) ist, dass die hypothetische Situation der Vignette leichter vorstellbar ist, da die Proband:innen nicht mehrere, verschiedene Vignetten gegeneinander vergleichen und beurteilen müssen. Im Gegenzug wird bei der Doppelvignette der Status Quo, d.h. eine Situation in der aktuellen Wohnung, welche recht leicht vorstellbar ist, mit einer hypothetischen Situation, d.h. der vollsanierten Wohnung, verglichen, wobei in der zweiten Vignette außer der Vollsaniierung keine weiteren Änderungen hinzukommen, die sich die Teilnehmenden vorstellen müssen. Um sicherzustellen, dass alle Dimensionen in die Beurteilung zur Verhaltensintention miteinbezogen werden, wurden die Dimensionen farblich und durch Unterstreichungen hervorgehoben.

Die relevanten, abhängigen Variablen werden jeweils - wie in einem Vignetten-Experiment üblich - nach den Vignetten abgefragt (siehe Abbildung 4; Heizintention I nach der

ersten Vignette, Heizintention II nach der zweiten Vignette). Wir haben diese auf einer 11stufigen Likertskala abgefragt und die Extreme der Skala sowie die Mitte beschriftet und folgen damit den Empfehlungen für Vignetten-Experimente (Ausprung und Hinz 2014).

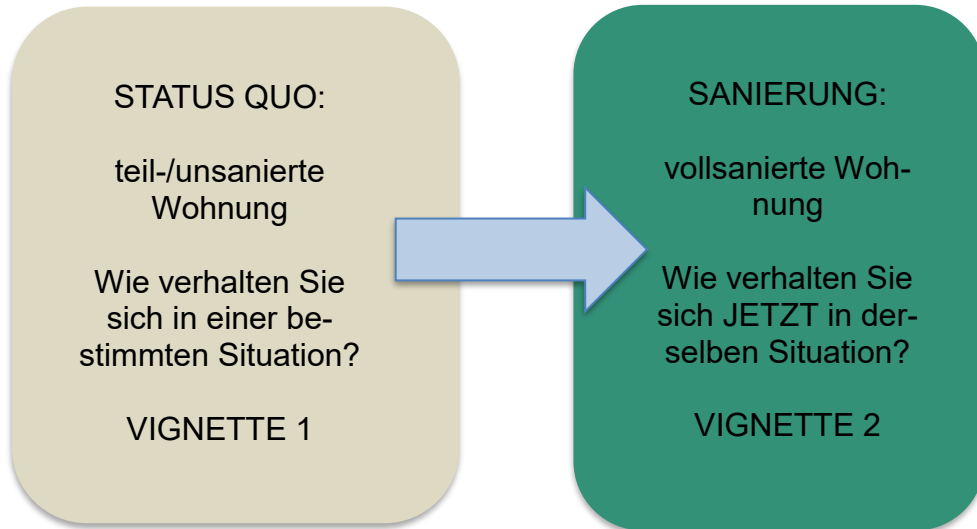


Abbildung 3: Idee der methodischen Umsetzung einer Doppelvignette

Im Folgenden werden Ihnen unterschiedliche Situationen präsentiert.

Bitte lesen Sie diese aufmerksam durch und versetzen Sie sich in diese Situation. Beantworten Sie dann die darunter stehenden Fragen.

Situation 1

Stellen Sie sich vor, es ist Winter, Sie sitzen Zuhause und haben die Heizung so eingestellt, dass Sie eine angenehme Zimmertemperatur haben. Niemand außer Ihnen ist in der Wohnung. Nun möchten Sie die Wohnung für **Abwesenheitsdauer (Dimension 1)** verlassen. Auch niemand anderes wird in dieser Zeit in der Wohnung sein.

Informationsquelle (Dimension 2) hat Ihnen gesagt, dass Sie in diesem Fall die Heizung herunterregeln sollten, da Sie dann Ihren Energieverbrauch reduzieren. **Soziale Norm (Dimension 3)** der Personen, die in Ihrem Haus wohnen, regeln die Heizung herunter, wenn für **Abwesenheitsdauer (Dimension 1)** niemand in der Wohnung ist. Um Ihre Heizung herunterzuregulieren, müssen Sie **Ein-fachheit des Verhaltens (Dimension 4)**.

Falls Sie die Heizung herunterregeln, sparen Sie in dieser Situation einmalig **Framing (Dimension 5)**.

* Im Vergleich: Im Jahr kostet Sie das Heizen der beschriebenen Wohnung ungefähr **Framing (Dimension 5)**.

Intention I (nach Situation 1):

Wie wahrscheinlich ist es, dass Sie in der oben beschriebenen Situation die Heizung herunterregeln?

sehr unwahrscheinlich mittelmäßig wahrscheinlich sehr wahrscheinlich

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

===== Seitenumbruch im Fragebogen =====

Die Situation bleibt fast die gleiche. Änderungen der Situation sind farblich hervorgehoben.

Situation 2

Im Gegensatz zu der ersten Situation stellen Sie sich nun bitte vor, dass Ihre Wohnung vollständig energetisch saniert worden ist. Durch die neuen Fenster, eine dickere Dämmung und eine neue, effiziente Heizung sparen Sie beim Heizen durchschnittlich **Framing (Dimension 5)** im Jahr ein.

Stellen Sie sich vor, es ist Winter, Sie sitzen Zuhause und haben die Heizung so eingestellt, dass Sie eine angenehme Zimmertemperatur haben. Niemand außer Ihnen ist in der Wohnung. Nun möchten Sie die Wohnung für **Abwesenheitsdauer (Dimension 1)** verlassen. Auch niemand anderes wird in dieser Zeit in der Wohnung sein.

Informationsquelle (Dimension 2) hat Ihnen gesagt, dass Sie in diesem Fall die Heizung herunterregeln sollten, da Sie dann Ihren Energieverbrauch reduzieren.

Soziale Norm (Dimension 3) der Personen, die in Ihrem Haus wohnen, regeln die Heizung herunter, wenn für **Abwesenheitsdauer (Dimension 1)** niemand in der Wohnung ist. Um Ihre Heizung herunterzuregeln, müssen Sie **Einfachheit des Verhaltens (Dimension 4)**.

Falls Sie die Heizung herunterregeln, sparen Sie in dieser Situation einmalig **Framing (Dimension 5)**.

* Zum Vergleich: Im Jahr kostet Sie das Heizen der beschriebenen Wohnung ungefähr **Framing (Dimension 5)**.

Intention II (nach Situation 2):

Wie wahrscheinlich ist es, dass Sie in der oben beschriebenen Situation die Heizung herunterregeln?

sehr unwahrs scheinlich	mittelmäßig wahrscheinlich								sehr wahrsche inlich	
<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅	<input type="checkbox"/> ₆	<input type="checkbox"/> ₇	<input type="checkbox"/> ₈	<input type="checkbox"/> ₉	<input type="checkbox"/> ₁₀

Lüften (nach Situation 2):

Würden Sie in der oben beschriebenen energetisch sanierten Wohnung (d.h. bei neuen Fenster, einer dickeren Dämmung und einer neuen, effizienten Heizung) anders lüften als in Ihrer aktuellen Wohnung?

Ich würde viel weniger lüften	Ich würde genauso lüften wie bisher				Ich würde viel mehr lüften					
<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅	<input type="checkbox"/> ₆	<input type="checkbox"/> ₇	<input type="checkbox"/> ₈	<input type="checkbox"/> ₉	<input type="checkbox"/> ₁₀

Abbildung 4: Auszug aus dem Fragebogen, der die textliche Umsetzung der Vignette und die Erhebung der relevanten abhängigen Variablen in der Hauptstudie inklusive Instruktionen darstellt

Um dieses Vorgehen vorab zu validieren und aufgrund der hohen Anzahl an Auswahlmöglichkeiten verschiedener Dimensionen und Vorgehensweisen erschien es für qualitativ hochwertige Forschung sinnvoll, eine Vorstudie durchzuführen. Dieser Arbeitsschritt wird im folgenden Abschnitt genauer beschrieben.

4.2 Vorstudie: Pretest, Durchführung und erste Ergebnisse

Zur Vorbereitung der Vignetten-Studie wurde der Fragebogen für das Vignetten-Experiment konzeptuell erstellt, diskutiert, in der Online-Software EFS programmiert und im Konsortium einem sorgfältigen Pretest unterzogen. Diese Projektschritte fanden im Spätsommer und Herbst 2020 statt. Daran anschließend erfolgten kleinere Anpassungen des Vignetten-Designs (z.B. auf Wortebene) und schließlich die Durchführung einer Vorstudie im November 2020. Die Rekrutierung der Befragungsteilnehmenden (n = 1.000) an der Vorstudie erfolgte mit Hilfe des Panels eines Marktforschungsinstituts. In der Vorstudie wurden die in Abbildung 5 dargestellten fünf Vignetten-Dimensionen genutzt. Jede Dimension konnte durch zwei Ausprägungen in den Vignetten dargestellt werden, wobei - wie oben beschrieben - jeder Person randomisiert eine der beiden Ausprägungen pro Dimension präsentiert wurde. Das Design der Doppelvignette wurde in der Vorstudie umgesetzt, sodass sich außer der Sanierung nichts zwischen den Vignetten änderte und die Ausprägung der Dimensionen konstant blieb. Als Zielverhalten wurde das Herunterdrehen der Heizung bei Abwesenheit ausgewählt.

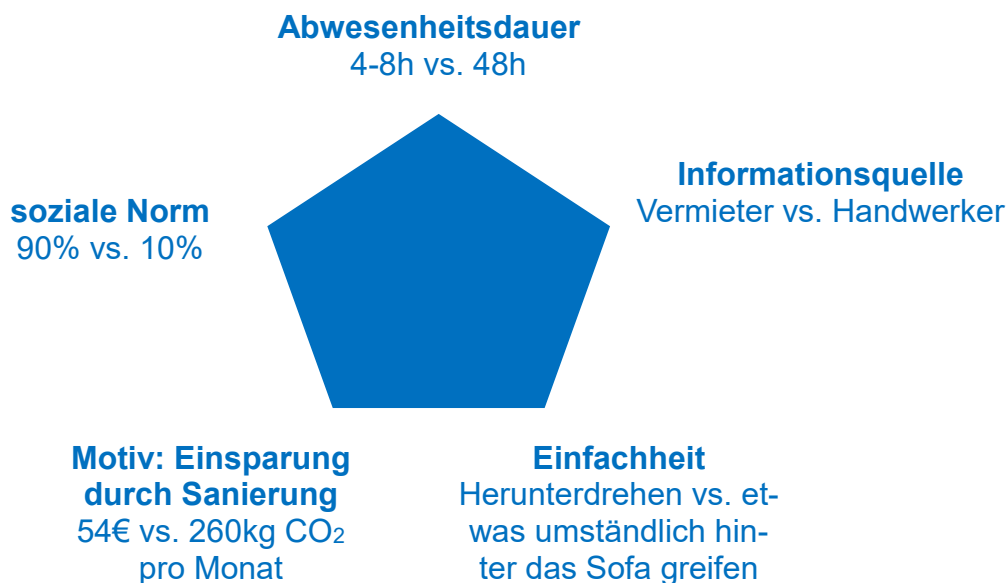


Abbildung 5: Vorstudie - Darstellung der Vignetten-Dimensionen und ihren Ausprägungen

Die Vorstudie wurde im Sinne eines ausgedehnten Feld-Pretests detailliert ausgewertet und dabei insbesondere die Erkenntnisse zu den in den Dimensionen modellierten Einflussfaktoren auf Rebound-Effekte für Anpassungen am Erhebungsinstrument genutzt.

Die Ergebnisse der Vorstudie zeigen, dass kein Rebound-Effekt gefunden werden konnte. D.h. es gab keinen signifikanten Unterschied zwischen dem intendierten Verhalten in der ersten Vignette (aktuelle, un- oder teilsanierte Wohnung) und der zweiten Vignette (voll sanierte Wohnung). Detaillierte Ergebnisse und methodische Beschreibungen

zur Durchführung der Vorstudie sind in einem Beitrag in der Zeitschrift *Umweltpsychologie* in der Ausgabe zu Rebound-Effekten veröffentlicht und detaillierter beschrieben (siehe (Glunz et al. 2022)).

Basierend auf den Ergebnissen der Vorstudie, einer wiederholten Sichtung neuer Literatur und der Rückmeldung des Praxisbeirats im Dezember 2020 wurden die Vignettendimensionen für die Hauptstudie leicht angepasst sowie der Text der Vignetten geschärft. Alle Anpassungen sowie eine Beschreibung der Hauptstudie erfolgen im nächsten Kapitel.

4.3 Hauptstudie

Der Durchführung der Hauptstudie gingen verschiedene Projektschritte voraus, die die Forschungsqualität sicherstellen aber auch durch äußere Einflüsse bestimmt waren. Ein zeitlich strukturierter Plan der Projekt-Prozesse und kontextuellen Faktoren, die den Projekt-Ablauf des Vignetten-Experiments beeinflusst haben, sind in der folgenden Abbildung 6 dargestellt:

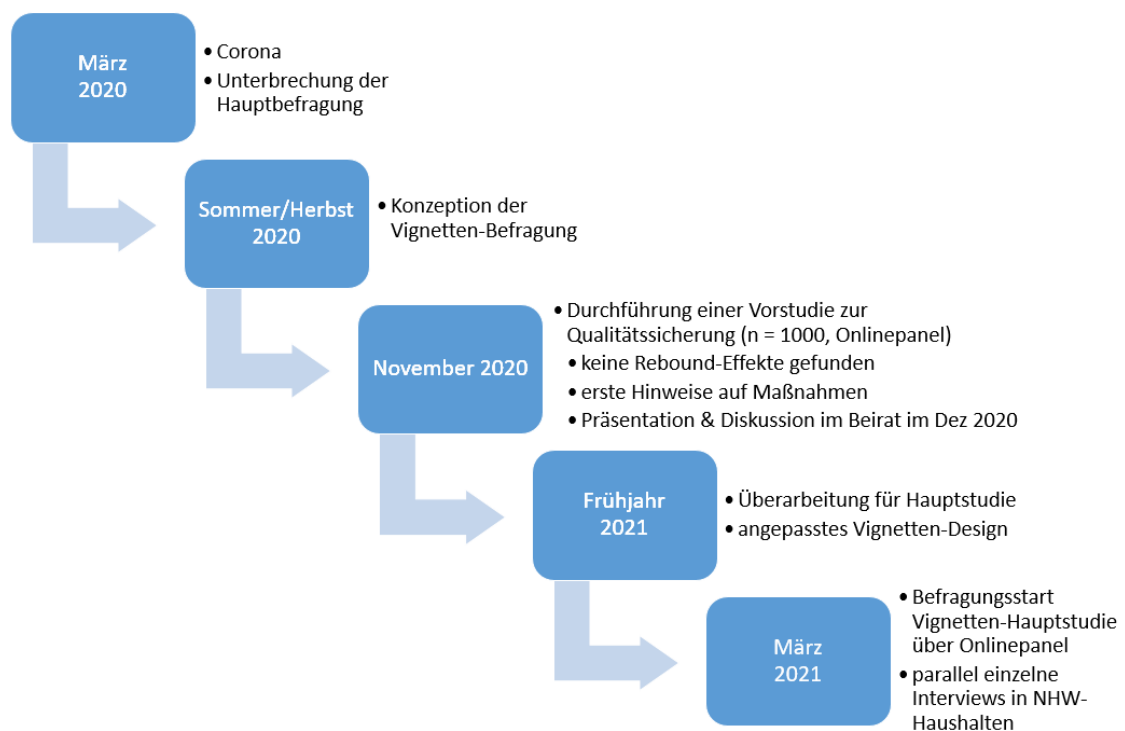


Abbildung 6: Zeitlicher Ablauf zentraler Projektschritte inklusiver Projektkontext

4.3.1 Dimensionen des Vignetten-Experiments

Die Auswahl der Dimensionen des Vignetten-Experiments in der Hauptstudie orientierte sich an den in der Vorstudie implementierten Dimensionen und ihren Ausprägungen. Wie beschrieben gab es vereinzelte Anpassung zur Vorstudie während der Vorbereitung der Hauptstudie, welche im Frühjahr 2021 stattfanden. Die Abwesenheitsdauer wurde

von 4-8h vs. 48h auf 5-6h vs. 10-12h angepasst, um engere Zeiträume und häufiger auftretende Alltagssituationen (z.B. Arbeitstag oder längerer Wochenend-Ausflug) zu untersuchen. Durch die Anpassung der Abwesenheitszeiten mussten in diesem Zusammenhang auch die Berechnungen der Höhe der CO₂- und monetären Einsparungen angepasst werden. Details hierzu sind im Folgenden mit Bezug zur Vignetten-Dimension 5 beschrieben. Außerdem wurde der Text der Vignette angepasst, sodass im Vergleich zur Vorstudie in der Hauptstudie kein Beispiel-Grund für die Abwesenheit genannt wurde sondern nur die Zeitspanne.

Auch die Einfachheit des Verhaltens wurde zwischen Vor- und Hauptstudie modifiziert. Während in der Vorstudie die beiden Dimensionen mit "nichts weiter tun, als sie herunterzudrehen" vs. "etwas umständlich hinter das Sofa greifen" bezeichnet waren, nutzen wir in der Beschreibung dieser Dimension in der Hauptstudie "zu jedem Heizkörper in der Wohnung laufen und diesen jeweils herunterregeln" vs. "nur einen Knopf auf einer zentralen Schaltung in Ihrer Wohnung drücken, mit dem die Temperatur in Ihrer ganzen Wohnung abgesenkt wird" (siehe Tabelle 1). Diese Anpassung ermöglicht bei der Interpretation der Ergebnisse bei signifikantem Einfluss eine Ableitung bzw. Empfehlung für die zukünftige Gestaltung von Heizsystemen.

Eine wesentliche Änderung ist die Tatsache, dass die abhängige Variable sowie der Text der Hauptstudie nicht mehr das vollständige Abschalten der Heizung beinhalteten, sondern stattdessen das Herunterregeln der Heizung untersucht wurde. Diese Änderung beruhte unter anderem auf Feedback des Praxisbeirats, dass es nicht alle Mietwohnungen sinnvoll erscheint, die Heizung vollständig herunterzudrehen. Zusätzlich wurde in der Hauptstudie auch eine Variable aufgenommen, um potentielle Veränderungen im Lüftungsverhalten erfassen zu können.

Hierbei ist zu beachten, dass die fünfte Dimension, das Framing, aus verschiedenen Teilen bestand: Es wurde den Teilnehmenden nicht nur zurückgemeldet, wie hoch die einmalige Einsparung durch das Herunterregeln in der beschriebenen Situation und der jeweiligen Abwesenheitszeit ist, sondern auch (i) wie viel im Jahr durch die Sanierung eingespart werden konnte (in Euro bzw. CO₂) und (ii) wie viel im Jahr durch das Heizen der jährlichen Wohnung ausgegeben bzw. ausgestoßen wurde. Letzteres diente hauptsächlich zur Orientierung, dass die Teilnehmenden die Höhe der Einsparungen besser einschätzen können. Eine vorausgehende Überlegung war, dass die Proband:innen womöglich die Einsparung in Euro besser einschätzen können (im Vergleich zu täglichen Ausgaben) als die Einsparung in CO₂. Die Zahlen dieser Framing-Dimension wurden mit Unterstützung eines Umweltingenieurs des Fraunhofer ISI auf Grundlage einer durchschnittlichen Wohnung entsprechend berechnet, um auch hier einen hohen Realitätsgehalt für die Teilnehmenden sicher zu stellen. Diese Berechnung bzw. die in die Vignette dargestellten Zahlen mussten aufgrund der Anpassung der Abwesenheitszeiten zwi-

schen der Vorstudie und Hauptstudie ebenfalls modifiziert werden. Die genutzten Parameter für die Berechnung blieben jedoch unverändert und sind im Folgenden beschrieben.

Tabelle 1: Vignetten-Experiment - Übersicht der Dimensionen und Ausprägungen

Dimension	Ausprägung 1	Ausprägung 2
Dimension 1: Abwesenheit	5-6h	10-12h
Dimension 2: Informationsquelle	Vermieter	Handwerker
Dimension 3: soziale Norm	90% der Personen in Ihrem Haush	10% der Personen in ihrem Haus
Dimension 4: Einfachheit des Verhaltens	Zu jeder Heizung lauen und herunterregeln	Zentrale Bedienung zum Herunterregeln
Dimension 5: Framing (Beispiel)	1.10€ gut für den Geldbeutel (10-12h, unsaniert)	12 kg CO ₂ gut für die Umwelt (10-12h, unsaniert)

Da eine Gebäude-abhängige Anpassung der Vignette das Forschungsdesign zu komplex gemacht hätte, wurde basierend auf der Art des Gebäudes (Anzahl der Wohneinheiten 1 vs. 2 vs. 3-6 vs. 7-12 vs. ab 13) sowie unterschiedlichen Baujahreszahl (Extreme bei bis 1918 und ab 2009) über diese Kategorien hinweg ein durchschnittlicher Energieverbrauch für Wohnungen mit Gas-Heizungen ermittelt (170 kWh/m²/Jahr bzw. rund 20.000kWh/Jahr). Unter Annahme einer beheizten Grundfläche von 118m², einer durchschnittlichen täglichen Heizdauer von 12h und dass die Heizung bei Abwesenheit komplett heruntergedreht wird, werden somit kleinere Wohnflächen mit dieser Berechnung eher überschätzt; durch das komplette Herunterdrehen balanciert sich dies jedoch wieder etwas aus. Es wurden ein Kostenfaktor von 0,06€/kWh (Stand: Herbst 2020) zugrunde gelegt. Somit ergeben sich jährliche Heizkosten (bei 200 Heizgradtagen) von rund 1200€ sowie eine einmalige monetäre Ersparnis durch das Herunterdrehen der Heizung bei 10-12 Stunden Abwesenheit von rund 1.10€ vor der Sanierung. Nach der Sanierung wird ein halbiertes Jahresenergieverbrauch von 10000kWh/a angenommen, was zu Heizkosten von rund 600€ pro Jahr führt sowie einer einmaligen Ersparnis von 0.55€. Analog dazu wurden die CO₂-Ersparnisse durch das Herunterregeln für 10-12 Stunden bzw. 5-6 Stunden berechnet und die entsprechend halbierten Werte in die Vignette eingesetzt.

Zusammenfassend ergaben sich für die Durchführung der Vignetten-Hauptstudie, welche im März 2021 stattfand, fünf Vignetten-Dimensionen mit jeweils zwei Ausprägungen. Diese sind in Tabelle 1 dargestellt (für eine Begründung siehe Kapitel 3.3 und Abbildung 2).

4.3.2 Teilnehmende

Dem ursprünglichen Plan, Mietende der NHW für das Vignetten-Experiment zu befragen, wurde soweit wie möglich gefolgt. Hier waren 600-650 NHW-Haushalte angestrebt. Durch die COVID-19 Pandemie und die dadurch bedingte Unterbrechung der Datenerhebung in AP4 war die Anzahl potentieller NHW-Haushalte, die an der Vignetten-Befragung teilnehmen konnten (und aufgrund der Corona-Bedingungen wollten), jedoch begrenzt. Dennoch wurde versucht möglichst viele dieser Haushalte zur Teilnahme am Vignetten-Experiment zu gewinnen. Dazu wurde den Teilnehmenden die Möglichkeit gegeben entweder wie bei einem Interview durch die Befragung geleitet zu werden oder die Online-Befragung selbst am Laptop auszufüllen. Trotz dieser methodischen Flexibilität, war es zunächst ungewiss, ob eine ausreichende Anzahl an Mietenden-Haushalten aus der NHW der Teilnahme zustimmten, um valide und aussagekräftige Ergebnisse aus dem Vignettenexperiment ziehen zu können. Zur Risiko-Reduktion und Qualitätssicherung wurde beschlossen, die Befragung der Hauptstudie - ähnlich wie in der Vorstudie - durch eine repräsentative Panel-Befragung von Mietenden in Deutschland mit Unterstützung eines Marktforschungsinstituts zu ergänzen. Dies erforderte eine intensive Absprache mit dem Marktforschungsinstitut sowie nach Finalisierung des Fragebogens eine umfassende Recherche der sozio-demographischen Quoten von Mietenden um über das Online-Panel eine repräsentative und somit mit der NHW vergleichbare Stichprobe zu ermöglichen.

Da sich die Rekrutierung und Erhebung für die Haushalte der NHW und der Panel-Teilnehmenden methodisch teilweise unterschieden (Interviews oder Online-Befragung in der NHW-Stichprobe vs. Online-Befragung im Online-Panel), ist es aus Qualitätsgründen nicht sinnvoll die beiden Stichproben gemeinsam auszuwerten. Aufgrund der geringen Teilnahmequote der NHW-Stichprobe ($n = 88$) werden im Kapitel zu den Ergebnissen der Hauptstudie nur ausgewählte deskriptive Statistiken der NHW-Stichprobe - getrennt von den Ergebnissen der Online-Panel-Befragung - dargestellt.

Beschreibung der Teilnehmenden des Online-Panels

Die repräsentative Stichprobe der Mietenden erfolgt über ein Online-Panel des Marktforschungsinstituts NORSTAT im März 2021. Um der Stichprobe der NHW-Mietenden möglichst zu ähneln, wurden Mietende von Einfamilienhäusern vorab ausgeschlossen. Insgesamt füllten 6396 Personen den Fragenbogen aus. Es wurden aufgrund der Angaben im Fragebogen Personen, die in einer Wohngemeinschaft (WGs) leben ($n = 984$) sowie Personen, die angaben in vollsanierten Wohnung zu leben ($n = 1054$), ausgeschlossen. Gründe für diesen Ausschluss waren die besondere Wohn- und Heizsituation in WGs und die Vergleichbarkeit mit der NHW-Stichprobe. Personen mit einer vollsanierten Wohnung wurden exkludiert, um die Realitätsnähe des implementierten Experimentes

zu sichern. Um die Datenqualität sicher zu stellen, wurden auch die folgenden Personen ausgeschlossen:

- Personen, die eine Frage, die die Aufmerksamkeit der Proband:innen prüfte, falsch beantworteten ($n = 533$),
- wenn die Personen die Variablen zur Berechnung des Rebounds nicht ausfüllten ($n = 10$) oder
- unplausible bzw. sich widersprechende Angaben machten ($n = 13$) oder
- mehrfach an der Befragung teilgenommen hatten ($n = 7$).

Somit bestand die finale Stichprobe des Online-Panels aus 3795 Personen. Die Stichprobe war bevölkerungsrepräsentativ für Mietende in Deutschland hinsichtlich der Kriterien Geschlecht, Alter und Einkommen. Auf die Frage nach ihrem Geschlecht gaben 57% weiblich und 43% männlich an. Das Alter der Online-Panel-Stichprobe lag zwischen 18 und 94 Jahren mit einem durchschnittlichen Alter von $M = 48.85$ ($SD = 16.55$). Bezüglich ihrer Bildung gaben 16% der Teilnehmenden an einen Hauptschulabschluss zu haben, 37% nannten Mittlere Reife als ihren höchsten Bildungsabschluss, 23% das Abitur und weitere 23% hatten einen Hochschulabschluss. Der Vergleich der befragten Stichprobe mit der Gesamtpopulation ist in Tabelle 2 dargestellt, um die Repräsentativität der Stichprobe evaluieren zu können. Hier fällt auf, dass in der rekrutierten Stichprobe weniger Mietende über 80 Jahre sind als in der Grundgesamtheit der Personen, die in Miete leben. Dies könnte der Umsetzung des Fragebogens als Online-Befragung geschuldet sein.

Beschreibung der NHW-Teilnehmenden

Wie vorgesehen wurden auch die Mietenden der NHW, die die Befragung in AP4 ausgefüllt hatten, für die Teilnahme an der Vignettenbefragung angefragt. Aufgrund der anhaltenden Pandemie-Bestimmungen zum Erhebungszeitpunkt und nach Absprache mit der NHW sowie deren Datenschutzbeauftragten wurde ein Konzept erstellt, das sowohl die Teilnahme per Interview als auch per Online-Befragung ermöglichte. Insgesamt schlossen $n = 103$ Mietende der NHW den Vignetten-Fragebogen ab. Personen wurden aufgrund unplausibler Angaben ($n = 4$) und Doppelteilnahmen ($n = 11$) ausgeschlossen um die Datenqualität zu sichern. Somit ergab sich eine finale Stichprobe von $n = 88$ Teilnehmenden der NHW. Von diesen haben $n = 41$ Personen, die Befragung als Interview also mit Begleitung per Telefon durchgeführt, während $n = 47$ die Befragung alleine online ausfüllten. Eine Person wechselte von einem Interview zur selbstständigen Online-Durchführung; diese wurde in der Online-Teilgruppe mitgezählt.

Tabelle 2: Repräsentativität der Online-Panel-Stichprobe hinsichtlich Geschlecht, Alter und Einkommen: Vergleich der rekrutierten Stichproben untereinander sowie mit der Gesamtpopulation der Mietenden

	Anteil in % der Gesamtpopulation (der Mietenden)	Anteil in der Panel-Stichprobe	Anteil in der NHW-Stichprobe
Geschlecht			
Weiblich	57.3	56.9	56.8
Männlich	42.7	42.9	43.2
Alter			
18 - 24	7.7	5.9	1.1
25 - 34	20.9	20.1	31.8
35 - 44	16.4	18.0	17.0
45 - 54	15.1	16.8	20.5
55 - 64	16.1	17.2	12.5
65 - 69	6.0	6.5	2.3
70 - 79	12.9	13.9	8.0
80 und mehr	4.9	1.6	6.8
Netto-Einkommen			
Unter 900€	13.4	12.7	8.0
900 - unter 1300€	18.0	19.8	11.4
1300 - unter 1500€	8.6	9.6	20.5 *
1500 - unter 2000	18.8	17.3	21.6 *
2000 - unter 2600€	15.9	16.3	
2600 - unter 3600€	13.6	12.9	11.4
3600 - unter 5000€	8.0	8.0	3.4
5000€ und mehr	3.7	3.3	1.1

Anmerkung: * Die abgefragten Einkommenskategorien unterschieden sich leicht in der Befragung der NHW- und der Online-Panel-Umfrage aufgrund der Umsetzung der Quoten in der Online-Panel-Umfrage. In der NHW-Stichprobe gab es eine Kategorie mit 1300€-1700€ (20.5%), 1700-2600€ (21.6%), welche in der Online-Panel-Befragung nochmals unterteilt wurden wie in der Tabelle dargestellt.

Von den $n = 88$ Teilnehmenden der NHW-Stichprobe sind $n = 50$ weiblich und $n = 38$ männlich. Das Alter liegt zwischen 23 und 85 Jahren ($M = 46.69$, $SD = 17.46$). Bezüglich des höchsten Bildungsstandes berichtete nur eine Person (noch) keinen Abschluss zu

haben, 22% gaben an einen Hauptschulabschluss zu haben, 39% einen Realschulabschluss, 26% das Abitur und 10% einen Hochschulabschluss. Zwei Personen wollten die Frage zum höchsten Bildungsabschluss nicht beantworten. Ein Vergleich der NHW-Stichprobe mit der Panelstichprobe kann Tabelle 2 entnommen werden. Hier wird auch deutlich, dass die NHW-Stichprobe weniger repräsentativ für die in Deutschland lebenden Mietenden (von Mehrfamilienhäusern) ist als die Online-Panel-Stichprobe.

4.3.3 Aufbau des Fragebogens und Durchführung

Das Konzept für die Vignettenbefragung mit zielgruppenspezifischem Ansatz (Anzahl Vignetten, Festlegung von Dimensionen und Levels sowie abhängigen Variablen Situationseinbettung) wurde durch das Fraunhofer ISI vorbereitet und in enger Abstimmung mit IWU und ECOLOG ausgearbeitet. Um Vergleichbarkeit zwischen den beiden Stichproben herzustellen, musste das Erhebungsinstrument für die Befragung des Panels um weitere Fragen ergänzt und teilweise modifiziert werden. Dies erfolgte unter Federführung des Fraunhofer ISI in enger Abstimmung im gesamten Konsortium. Das Vignetten-Experiment wurde im Frühjahr 2021 durchgeführt. Die Befragung des Online-Panels startet im März 2021. In der folgenden Tabelle 3 ist der Aufbau des Fragebogens für beide Teilstichproben (NHW vs. Online-Panel) dargestellt.

Zentrale Variablen sind neben der zufällig ausgewählten Ausprägungen der Vignetten-Dimensionen pro teilnehmender Person, die Frage nach der Heizintention nach jeder Vignette, konkreter wie wahrscheinlich es ist, dass die Heizung heruntergeregelt wird. Die Antwortskala war eine 11stufige Likertskala und reichte von 0 = sehr unwahrscheinlich über 5 = mittelmäßig wahrscheinlich zu 10 = sehr wahrscheinlich. Außerdem wurde - nur nach der zweiten Vignette - ebenso nach der Wahrscheinlichkeit gefragt, das Lüftungsverhalten zu verändern (siehe Tabelle 3). Auch hier wurde eine 11stufige Likertskala genutzt mit den Beschriftungen 0 = Ich würde viel weniger lüften, 5 = ich würde genauso lüften wie bisher, 10 = ich würde viel mehr lüften. Wichtig ist hier zu erwähnen, dass die Skala umkodiert wurde, um zu vermeiden, dass mit einem Wert von 0 gerechnet wird. D.h. den Teilnehmenden wurde analog zu ihren Antworten auf der Skala Werte von 1 bis 11 zugeordnet, welche für die Analysen genutzt wurden (1 = sehr unwahrscheinlich, 6 = mittelmäßig wahrscheinlich, 11 = sehr wahrscheinlich).

Tabelle 3: Struktur des Fragebogens des Online-Panels und der NHW-Stichprobe

Anmerkung: * nicht oder nur teilweise im Fragebogen der NHW-Stichprobe enthalten, da diese Fragen bereits in der Hauptbefragung (AP4) abgefragt wurden. Die Fragen zum CO₂-Preis wurden im Rahmen dieser Studie nicht ausgewertet.

4.3.4 Bestimmung des direkten Rebound-Effekts

Um den Rebound-Effekt zu identifizieren, wurde die Differenz zwischen der Heizintention nach der ersten Vignette und der Heizintention nach der zweiten Vignette berechnet (Heizintention I minus Heizintention II). Ein negativer Wert bedeutet daher, es gibt keinen Rebound-Effekt, sondern es wird in der sanierten Wohnung wahrscheinlicher die Heizung heruntergeregelt als in der aktuellen, un- oder teilsanierten Wohnung. Während ein positiver Wert einen Rebound-Effekt verdeutlicht. D.h. je höher die berechnete Differenz der Heizintention, desto höher der Rebound-Effekt. Somit ergeben sich insgesamt vier abhängige Variablen (Heizintention I, Heizintention II, Lüftungintention und Rebound), welche die Grundlage für die im Folgenden beschriebenen Analysen bilden. Darüber hinaus werden auch deskriptive Ergebnisse zum indirekten Rebound dargestellt.

5 Ergebnisse aus dem Vignetten-Experiment

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Hauptstudie dargestellt. Zunächst erfolgen die Ergebnisse der deskriptiven Statistiken inklusive der Darstellung des Rebound-Effekts. Anschließend werden die Determinanten bzw. Prädiktoren des Heiz- und Lüftungsverhaltens sowie des Rebound-Effekts anhand der Vignetten-Dimensionen analysiert.

5.1 Deskriptive Statistiken und erste Analysen

5.1.1 Ergebnisse aus dem Online-Panel

Über alle teilnehmenden Mieter:innen des Online-Panels hinweg betrug der Mittelwert der *Heizintention* nach der ersten Vignette $M = 8.45$, $SD = 2.91$, d.h. unabhängig von den Dimensionen in der Vignette ist die Wahrscheinlichkeit der teilnehmenden Personen, ihre Heizung herunterzuregulieren relativ hoch (über dem Skalenmittelwert von 6 = mittelmäßig wahrscheinlich). Ein ähnliches Bild ergibt sich für die Heizintention II nach der Sanierung: Hier betrug der Mittelwert $M = 8.36$, $SD = 2.95$ und liegt somit auch über dem Skalenmittelwert und verdeutlicht eine Tendenz der Mietenden zum Herunterregulieren ihrer Heizung - auch nach der Sanierung. Bezüglich des Rebound-Effekts wird jedoch deutlich, dass - über alle Personen hinweg - die Wahrscheinlichkeit des Herunterregulierens zwischen den Vignetten, d.h. nach einer hypothetischen Sanierung leicht abnimmt $M = 0.09$, $SD = 1.80$. Die Standardabweichung verdeutlicht, dass dies jedoch nicht für alle Personen der Fall ist. Ein Großteil der Personen (64%) ändert ihr Verhalten zwischen den beiden Vignetten nicht; ein paar würden ihre Heizung in der zweiten Vignette wahrscheinlicher herunterregulieren als in der ersten Vignette (15%), jedoch gibt es mehr Personen, die einen Rebound-Effekt zeigen und die Heizung weniger wahrscheinlich herunterregulieren (21%). Dass die meisten Mietenden ihr Heizverhalten bezüglich des Herunterregulierens vor und nach der Sanierung nicht ändern würden, wird auch durch die hohe Korrelation der beiden Werte zur Heizintention deutlich, $r = .81$, $p < .001$ (siehe Tabelle 4).

Der bestehende *Rebound-Effekt in der Heizintention des Online-Panels* wird auch durch einen paired-samples t-test verdeutlicht. Wird davon ausgegangen, dass es keinen signifikanten Unterschied zwischen dem Heizverhalten in der ersten und zweiten Vignette gibt, sollte der t-test nicht signifikant werden. Der paired-samples t-test wird bei einem Niveau von $p < .01$ signifikant, $t(3794) = 2.98$, $p = .003$. Es gibt somit einen signifikanten, wenn auch kleinen Rebound-Effekt in der Online-Panel-Stichprobe der Mietenden.

Bezüglich des *Lüftungsverhalten* in der Online-Panel-Stichprobe ist sichtbar, dass die Teilnehmenden nach der Sanierung in der zweiten Vignette tendenziell weniger lüften würden als zuvor ($M = 6.78$, $SD = 1.71$). Um zu testen, ob der Unterschied im Lüftungsverhalten signifikant ist, wurde ein one-sample t-test durchgeführt. Wird davon ausge-

gangen, dass es keinen Unterschied im Lüftungsverhalten zwischen der aktuellen Wohnung und der in der zweiten Vignette dargestellten Wohnung gibt, sollten die mittleren Antworten nicht signifikant von der Skalenmitte (=6) abweichen. Somit wird mit dem one sample t-test getestet, ob der deskriptiv gefundene Effekt im Lüftungsverhalten einen von der Skalenmitte (=6) signifikanten Unterschied darstellt. Der t-test wird signifikant, $t(3794) = 28.12$, $p < .001$. D.h. die Mietenden in der Online-Panel-Stichprobe würden nach der Sanierung ihrer Wohnung signifikant mehr lüften.

Um weitere interessante Analysen (z.B. für Teilgruppen) zu identifizieren, wurden die *Korrelationen* zwischen den abhängigen Variablen (inklusive einzelner Items zum indirekten Rebound, siehe Tabelle 3) sowie sozio-demographischen Faktoren berechnet (Alter, Bildung, Einkommen sowie die Anzahl der Kinder im Haushalt und die Haushaltsgröße). Diese sind in Tabelle 4 dargestellt. Die Korrelationen verdeutlichen, dass der gefundene, direkte Rebound-Effekt nur schwach mit der Lüftungsintention, d.h. in der sanierten Wohnung anders zu lüften, korreliert. Konkret, je eher ein direkter Rebound im Heizverhalten durch die Sanierung gezeigt wird (die Heizung nicht heruntergeregelt wird), desto eher wird auch weniger gelüftet in der sanierten Wohnung als vor der Sanierung. Dieser Effekt ist aber als klein einzuschätzen und daher mit Vorsicht zu interpretieren. Alle anderen Variablen hängen nicht mit dem Ausmaß des direkten Rebound-Effekts zusammen.

Weitere im Rahmen dieser Untersuchung interessante Ergebnisse sind folgende:

- Die Intention die Heizung bei Abwesenheit herunterzuregeln, ist bei älteren Menschen ($r = -.06$, $p < .001$), bei Menschen mit geringerer Bildung ($r = .06$, $p < .001$) sowie bei größeren Haushalten ($r = -.04$, $p < .05$) geringer (als bei jungen Menschen, Menschen mit höherer Bildung oder in Single-Haushalten). Dieses Ergebnis gilt sowohl für die unsanierte Wohnung als auch für die sanierte Wohnung (Alter $r = -.06$, $p < .001$, Bildung $r = .08$, $p < .001$, Haushaltsgröße $r = -.03$, $p < .05$)
- Die Intention in der sanierten und unsanierten Wohnung die Heizung herunterzuregeln, korreliert positiv mit der Lüftungsintention in der sanierten Wohnung. Wird die Heizung heruntergeregelt bei Abwesenheit wird nach der Sanierung mehr gelüftet als zuvor ($r = .12$ bzw. $.10$, $p < .001$).
- Die Lüftungsintention hängt mit keinen der soziodemographischen Variablen zusammen.
- Das durch die Sanierung eingesparte Geld wird eher von älteren Menschen ($r = -.07$, $p < .001$) und größeren Haushalten ($r = .05$, $p < .01$) mit Kindern ($r = .06$, $p < .001$) für höhere Heiztemperaturen bzw. längeres Heizen genutzt. Dies ist dadurch zu begründen, dass ältere Menschen sowie kleine Kinder ein höheres Wärmebedürfnis haben. Darüber hinaus können Single-Haushalte die

Wohnungstemperatur einfacher bestimmen, ohne Rücksicht auf die Bedürfnisse anderer Menschen im Haushalt zu nehmen, als größere Haushalte.

Diese Ergebnisse legen nahe, dass eine weitere Analyse von Teilgruppen zur Eindämmung des Rebound-Effekts bzw. dem Verstehen des Heizverhalten sinnvoll sein könnte. Vor allem Menschen, die ein besonderes Wärmebedürfnis haben sowie ältere Menschen bzw. Menschen mit geringerer Bildung (Hansen et al., 2019; Guerra-Santin & Itard 2010) erscheinen hier interessant. Darüber hinaus zeigen die Ergebnisse, dass die Haushaltsgröße eine Rolle spielt - konkret, dass größere Haushalte die Heizung weniger wahrscheinlich herunterregeln. Die weitere Untersuchung von Single-Haushalten wäre nicht nur basierend auf diesem Ergebnis interessant, sondern auch, da sie Bedürfnisse anderer Haushaltsmitglieder nicht berücksichtigen müssen und offen bleibt, ob Single-Haushalte einen Rebound-Effekt zeigen.

5.1.2 Ergebnisse aus der NHW-Stichprobe

Über die 88 Personen der NHW-Stichprobe hinweg, war die *Intention* in der ersten Vignette die Heizung herunterzuregeln eher hoch ($M = 8.41$, $SD = 3.05$) und blieb im Durchschnitt unverändert in der zweiten Vignette ($M = 8.41$, $SD = 2.93$). Auffällig ist hierbei die relativ hohe Streuung der Antwort auf der Antwort-Skala (sichtbar durch die Standardabweichungen). Somit ist auch der Rebound-Effekt nicht vorhanden, da sich die meisten Antworten in der NHW-Stichprobe zwischen den Vignetten nicht unterschieden (mittlere Differenz der Heizintention I und II $M = 0.00$, $SD = 2.53$, paired samples t-test $t(87) < .001$, $p > .05$). Die hohe Streuung verweist auf Heterogenität innerhalb der Stichprobe, insofern könnte es hier Subgruppen geben, die sich unterschiedlich verhalten. Aufgrund der geringen Anzahl an Teilnehmenden ($n = 88$) wird von einer statistischen Analyse von Gruppenunterschieden jedoch abgesehen, da Subgruppen sehr klein wären und bei kleinen Stichproben die Aussagekraft der Ergebnisse nicht gewährleistet werden kann. Die Analyse von relevanten Gruppenunterschieden erfolgt jedoch für die Online-Panel Stichprobe (siehe Kapitel 5.5), deren Ergebnisse aufgrund der Repräsentativität der Stichprobe auf andere Mietende übertragbar sein sollte.

Bezüglich des *Lüftungsverhalten* ergab sich in der NHW-Stichprobe über alle 88 Teilnehmenden die Tendenz genauso wie bei der Online-Panel Stichprobe ($M = 6.41$, $SD = 1.74$). Diese mittlere Antwort wurde von der Mehrheit der Antwortenden ausgewählt (68%). Bei den restlichen Personen ist deskriptiv eine leichte Tendenz zu etwas mehr Lüften zu erkennen, da 25% eine Antwort in der oberen Hälfte der Skala wählten. Ein one-sample t-test zeigt, dass die Antworten signifikant von der Skalenmitte (=6) abweichen, $t(87) = 2.21$, $p = .030$. Dieser deckt sich somit mit dem Ergebnis aus der Online-

Tabelle 4. Korrelationsmatrix der relevanten abhängigen Variablen zum Heiz- und Lüftungsverhalten sowie des Rebound-Effekts inklusiver ausgewählter sozio-demographischer Angaben der Teilnehmenden.

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1 Heiz-Intention I	.81 ***	.29 ***	.10 ***	.07***	.14 ****	.17 ****	-.14 ****	-.06 ***	.08 ***	-.01	-.02	-.03 *
2 Heiz-Intention II		-.33 ***	.12 ***	.07 ***	.12 ***	.17 ***	-.14 ***	-.06 ***	.06 ***	-.02	-.02	-.04 *
3 Rebound-Effekt (direkt)			-.03 *	-.001	.03	-.01	.01	.004	.02	.02	.003	.003
4 Lüftungs-Intention				.07 ***	.12 ***	.10 ***	.12 ***	.01	-.01	-.01	.02	.01
5 Indirekter Rebound (Haushalt)					-.09 ***	-.07 ***	.10 ***	-.09 ***	-.03	-.05 **	.07 ***	.06 ***
6 Indirekter Rebound (Anlage)						.42 ***	.07 ***	-.14 ***	.06 ***	.06 ***	.11 ***	.11 ***
7 Indirekter Rebound (Anschaffungen)							.02	-.20 ***	.04 *	.04 *	.04 **	.05 **
8 Rebound (länger heizen, höhere Temperaturen)								-.02	-.07 ***	-.02	.05 **	.06 ***
9 Alter									-.23 ***	-.09 ***	-.23 ***	-.23 ***
10 Bildung										.28 ***	.03	.03
11 Einkommen											.18***	.36 ***
12 Kinder-Anzahl												.90 ***
13 Haushaltsgröße												

Anmerkung: Pearson-Korrelationen, *** $p < .001$, ** $p < .01$, * $p < .05$.

Panel-Stichprobe - auch wenn der Effekt aufgrund der geringeren Stichprobengröße wesentlich kleiner ist. Somit würden die Mietenden in der NHW-Stichprobe nach der Sanierung ihrer Wohnung signifikant mehr lüften als bisher in der unsanierten Wohnung.

Die Korrelationsanalysen der NHW-Stichprobe zeigen ein ähnliches Bild als die Online-Panel-Stichprobe, allerdings werden aufgrund der geringen Stichprobengröße weniger Effekte sichtbar. Die Heizintention in der sanierten und unsanierten Wohnung korrelieren positiv miteinander ($r = .64, p < .001$), jedoch mit keinen sozio-demographischen Angaben der Teilnehmenden. Da der direkte Rebound-Effekt nicht vorhanden ist wurde er nicht in die entsprechende Korrelationsmatrix der NHW-Stichprobe integriert. Gleiches gilt für das Lüftungsverhalten nach der Sanierung (keine signifikanten Korrelationen). Einzig die Angabe, wie wahrscheinlich das durch die Sanierung gesparte Geld für längeres Heizen oder höhere Temperaturen genutzt werden würde, korreliert negativ mit dem höchsten Bildungsabschluss ($r = -.27, p < .001$) und positiv mit der Haushaltsgröße ($r = .40, p < .001$) sowie der Anzahl der Kinder im Haushalte ($r = .36, p < .001$). D.h. weniger gebildete, größere und Kinderreiche Haushalte geben an, nach der Sanierung mehr und auf höhere Temperaturen zu heizen.

5.1.3 Indirekter Rebound

Im *Online-Panel* zeigte sich für den indirekten Rebound, dass die teilnehmenden Mietenden angeben, das durch die Sanierung eingesparte Heizgeld am wahrscheinlichsten für größere Anschaffungen oder Unternehmungen in der Zukunft sparen würden ($M = 7.38, SD = 2.66$). Am zweitwahrscheinlichsten würde das Geld für die Haushaltskasse also Lebensmittel und tägliche Einkäufe verwendet werden ($M = 6.85, SD = 2.78$). Danach kommt die Möglichkeit das Geld für sich oder die Kinder anzulegen ($M = 6.50, SD = 3.00$). Interessanterweise liegt der Mittelwert über alle Personen des Online-Panels hinweg um die Skalenmitte (6 = "mittelmäßig wahrscheinlich"). Die Streuung zeigt jedoch, dass es hier interindividuelle Unterschiede zu geben scheint.

Es wurde darüber hinaus auch gefragt, ob das zur Verfügung stehende Geld für längeres Heizen oder höhere Temperaturen genutzt werden würde. Der entsprechende Mittelwert lag in der Online-Panel-Stichprobe bei $M = 2.81, SD = 2.32$. D.h. ein direkter Rebound wird hier im Vergleich zu den anderen verfügbaren Optionen von den Teilnehmenden als eher unwahrscheinliche, eigene Verhaltensweise eingeschätzt. Erwähnenswert ist hier, dass sie sich nicht für eine Option entscheiden mussten, sondern bei jeder Verhaltensweise bzw. Nutzungsmöglichkeit des ersparten Geldes angeben konnten, wie wahrscheinlich diese für sie ist. Des Weiteren ist zu beachten, dass nicht alle vorgegebenen Optionen indirekten Rebound darstellen, z.B. wäre die Nutzung des Geldes für regionale oder Bio-Lebensmittel nicht als indirekter Rebound zu interpretieren, der Kauf eines weiteren Autos jedoch schon).

Darüber hinaus hatten die Teilnehmenden auch die Möglichkeit, in ein Textfeld einzugeben, was sie mit dem Geld tun würden, um zusätzliche Angaben jenseits des vorgegebenen Optionen zu ermöglichen. Diese Option wurde von 1077 Teilnehmenden genutzt. Da mehrere Antworten in das Textfeld eingegeben werden konnten, entstanden 1462 Antworten. Im Anhang (Tabelle A1) sind die Ergebnisse dieser qualitativen Antwort im Detail zu finden. Eine thematische Clusterung der Antworten zeigt, dass das Geld am häufigsten für Urlaubsreisen eingesetzt werden würde ($n = 503$, 34%), gefolgt von dem Kauf eines Autos oder Motorrads ($n = 225$, 15%), einer Renovierung oder Neueinrichtung der Wohnräume ($n = 176$, 12%), der Investition in ein Eigenheim oder eine andere Immobilie ($n = 162$, 11%) sowie die Anschaffung neuer elektrischer Geräte (z.B. für die Küche, TV). Weitere Antworten wurden von weniger als 50 Teilnehmenden (< 3%) genannt (z.B. Altersvorsorge oder "Notfallgroschen"). Vereinzelt gab es auch explizite Angaben, die auf einen Spill-Over-Effekt der Sanierung hinweisen, zum Beispiel die Angabe energiesparendere Geräte zu kaufen oder in eine kleinere Wohnung zu ziehen. Durch die Clusterung ist kein eindeutiger indirekter Rebound-Effekt zu erkennen, da die Antworten keine Angaben enthielten, wie sie in Urlaub fahren würden (Flugzeug vs. Bahn) und/oder ob sie bereits ein Auto besitzen. Der Kauf eines Autos oder Motorrads könnte am ehesten als Rebound-Effekt interpretiert werden, sodass bei 16% aller Online-Panel Teilnehmenden ein indirekter Rebound-Effekt nach der Sanierung auftreten könnte.

In der NHW-Stichprobe wurde der indirekte Rebound-Effekt ebenfalls mit den insgesamt fünf dargestellten Items erfasst. Am wahrscheinlichsten nutzten die Mietenden der NHW das durch die Sanierung eingesparte Geld für Anschaffungen und Unternehmungen ($M = 6.76$, $SD = 3.34$), gefolgt von der Haushaltskasse (Lebensmittel und tägliche Einkäufe) sowie als Anlage für sich oder die Kinder (jeweils $M = 6.68$, $SD = 3.35$ bzw. 3.54). Die Antwortoption länger und zu höheren Temperaturen zu heizen wurde auch in der NHW-Stichprobe als eher unwahrscheinliche eigene Verhaltensweise eingeschätzt ($M = 2.03$, $SD = 1.89$). Die deskriptiven Ergebnisse sind somit zwischen der NHW-Stichprobe und der Online-Panel-Befragung sehr ähnlich bezüglich des indirekten Rebound-Effekts.

In der NHW-Stichprobe zeigte sich in den offenen Antworten auch kein klares Bild eines indirekten Rebound-Effekts: Die häufigste Antwort war "Urlaub" (8mal), andere Personen investieren das Geld in den Garten, ein neues Grundstück oder Einkäufe (jeweils 1mal) - hier wurde jedoch ebenfalls keine klare Angabe gemacht, ob sie in Urlaub fliegen würden oder mit der Bahn fahren und um welche Art von Einkäufe es sich handeln würde. Darüber hinaus wurden als offene Antwortoption auch soziale Zwecke genannt (wie das durch die Sanierung gesparte Geld zu spenden, für die Umwelt zu nutzen, die Familie zu unterstützen) oder persönliche Angelegenheiten wie eine bessere Lebensqualität oder Miete und Schulden bezahlen. Insgesamt deuten die Antworten auf keinen eindeutigen indirekten Rebound-Effekt nach der Sanierung hin.

5.2 Inferenzstatistische Analysen: Regressionsmodelle

Um den Einfluss der Vignetten-Dimensionen auf das Heizverhalten zu analysieren, wurden Regressionsmodelle berechnet. Im Vergleich zur ANOVA ermöglichen diese die Aufnahme von metrischen Kontrollvariablen. Ziel der Analyse ist es herauszufinden, welche Faktoren das Heiz- und Lüftungsverhalten von Mietenden sowie den gefundenen Rebound-Effekt beeinflussen um potentielle Ansatzpunkte zu identifizieren. Es wurde für alle vier abhängigen Variablen jeweils eine Regressionsanalyse mit den Daten des Online-Panels durchgeführt. Als Prädiktoren dienen jeweils die Vignetten-Dimensionen. Das Regressionsmodell ist in Abbildung 7 dargestellt.

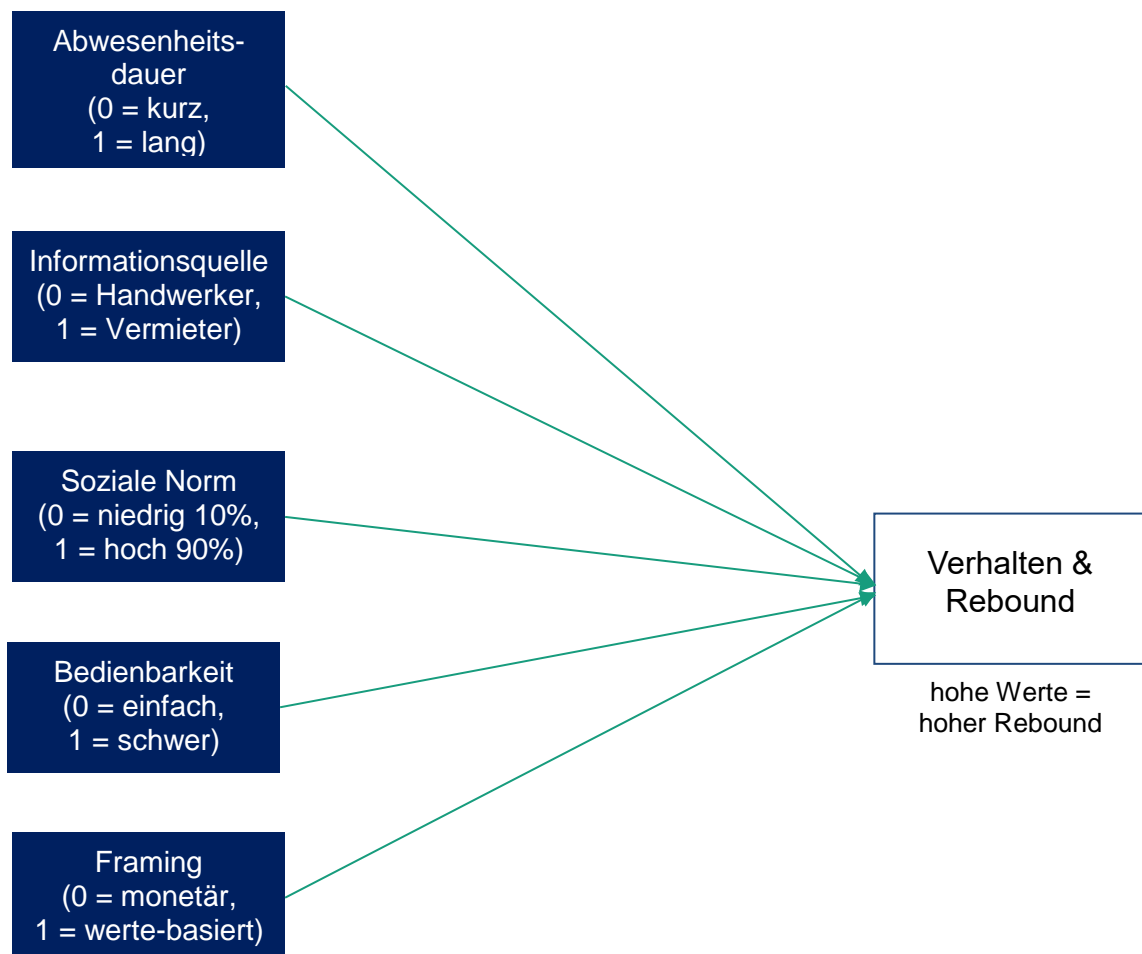


Abbildung 7: Darstellung der durchgeführten Regressionsanalysen

Anmerkung: Nicht im Regressionsmodell abgebildet sind Kontrollvariablen, die zusätzlich als Prädiktoren aufgenommen wurden.

Im folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse zum Heiz- und Lüftungsverhalten dargestellt. Im daran anschließenden Abschnitt folgt die Analyse der Prädiktoren des Rebound-Effekts (direkt und indirekt). Aufgrund der geringen Stichprobengröße der NHW werden die Analysen nur für die repräsentative Stichprobe des Online-Panels durchgeführt.

5.3 Prädiktoren des Heiz- und Lüftungsverhaltens

Die Intentionen in der aktuellen, teil- oder unsanierten Wohnung die Heizung bei Abwesenheit herunterzulegen wurde in der Online-Panel-Stichprobe signifikant von der Abwesenheitsdauer und der Bedienbarkeit vorhergesagt, $F(5,3789) = 16.69$, $p < .001$, korrigiertes $R^2 = .02$, d.h. die Varianz im Heizverhalten nach der ersten Vignette wird zu 2% durch eine längere Abwesenheitsdauer, standardisierter Koeffizient $\beta = .11$, $p < .001$, 95%-Konfidenzintervall (KI) = [0.47, 0.83] sowie einer leichten Bedienbarkeit, $\beta = -.05$, $p < .001$, KI = [-0.81, -0.34] vorhergesagt. Die anderen Vignetten-Dimensionen haben keine Erklärungskraft für die Vorhersage der Heizintention in der aktuellen Wohnung. D.h. je länger die Abwesenheit und je leichter bedienbar, desto eher wird die Heizung heruntergeregelt.

Für die Intention die Heizung auch in der hypothetisch sanierten Wohnung herunterzulegen zeigt sich ein ähnliches Bild. Die Vignetten-Dimensionen Abwesenheitsdauer, Bedienbarkeit sowie das Framing der Einsparungen sagen knapp 3% der Varianz der Heizintention vorher, $F(5,3789) = 21.93$, $p < .001$, korrigiertes $R^2 = .03$. Das Framing bzw. die CO₂-Einsparungen zeigen hier den stärksten Effekt, $\beta = .11$, $p < .001$, KI = [0.47, 0.84], gleichauf mit einer leichten Bedienbarkeit, $\beta = -.11$, $p < .001$, KI = [-0.81, -0.44] und gefolgt von einer längeren Abwesenheitsdauer, $\beta = .07$, $p < .001$, KI = [0.24, 0.61]. Die Ergebnisse zeigen, dass in einer sanierten Wohnung die Heizung wahrscheinlicher heruntergeregelt wird, wenn die Abwesenheit lang (vs. kurz) ist, die Bedienbarkeit leicht (vs. aufwändig) und ein werte-basiertes Framing (CO₂-Einsparungen vs. monetäre Einsparungen) vorhanden sind.

Wenn soziodemographische Variablen als Kontrollvariablen in das Regressionsmodell aufgenommen werden, ändern sich die Ergebnisse nicht. Wie in der Korrelationsmatrix angedeutet, erklären Alter, Bildung und Einkommen jedoch auch die Intention vor und nach der Sanierung die Heizung bei Abwesenheit herunterzulegen. Dieses Heizverhalten ist bei älteren Menschen und bei höherem Einkommen unwahrscheinlicher als bei jüngeren Menschen bzw. geringerem Einkommen, bei Menschen mit einem höheren Bildungsstand ist dieses Heizverhalten wahrscheinlicher als bei geringerem Bildungsstand.

Zusätzlich untersuchten wir den Einfluss der Vignetten-Dimensionen auf die Variable des Lüftungsverhalten ("Würden Sie in der oben beschriebenen energetisch sanierten Wohnung (d.h. bei neuen Fenster, einer dickeren Dämmung und einer neuen, effizienten Heizung) anders lüften als in Ihrer aktuellen Wohnung?"). Es wurde kein Effekt vermutet, da die Vignette spezifisch auf das Heizverhalten ausgerichtet war. Die durchgeführte Regression bestätigt diese Vermutung und zeigt keinen signifikanten Einfluss der Vignetten-Dimensionen auf das Lüftungsverhalten der Mietenden, $F(5,3789) = 2.12$, $p = .060$, korrigiertes $R^2 = .001$. Ebenso vermuteten wir, dass die Vignette keinen Einfluss auf den indirekten Rebound hat. Dies wurde durch die Daten gestützt, da die Regressionsanalysen mit den Vignetten-Dimensionen als Prädiktoren und den drei Variablen, die

Einsparungen für (i) Unternehmungen oder Anschaffungen, (ii) für die eigene Zukunft oder die der Kinder anzulegen oder (iii) für die Haushaltskasse zu verwenden, jeweils keine signifikanten Effekte zeigten ($p > .05$).

5.4 Prädiktoren des direkten Rebound-Effekts

Um Faktoren zu identifizieren, die den direkten Rebound-Effekt erklären und somit Ansatzpunkte für mögliche Interventionen darstellen, wurde das oben dargestellte Regressionsmodell auch für die abhängige Variable direkter Rebound (=Differenz der Heizintentionen I und II) berechnet. Es zeigte sich, dass das Modell mit den Vignetten-Dimensionen als Prädiktoren 2% der Varianz im gefundenen, direkten Rebound-Effekt erklärt, $F(5,3789) = 19.56$, $p < .001$, korrigiertes $R^2 = .02$.

Tabelle 5: Übersicht der Prädiktoren des Heizverhaltens und des Rebound-Effekts in der Gesamtstichprobe

<i>Gesamtstichprobe des Online-Panels</i>			
Prädiktoren (vertikal) // Abhängige Variablen (horizontal)	Heizintention I	Heizintention II	Kleiner direkter Rebound-Effekt: $M = 0.09$, $SD = 1.80$, signifikant
Abwesenheitsdauer (0 = kurz, 1 = lang)	$\beta = .11$	$\beta = .07$	$\beta = .05$
Informationsquelle (0 = Handwerker, 1 = Vermieter)	n.s.	n.s.	n.s.
Soziale Norm (0 = niedrig 10%, 1 = hoch 90%)	n.s.	n.s.	n.s.
Bedienbarkeit (0 = einfach, 1 = schwer)	$\beta = -.05$	$\beta = -.11$	n.s.
Framing (0 = monetär, 1 = werte-basiert)	n.s.	$\beta = .11$	$\beta = -.15$
Änderung durch Zunahme von Kontrollvariablen Alter, Geschlecht, Bildung und Einkommen	k.Ä. zusätzlich: jüngeres Alter, geringeres Einkommen und höhere Bildung führen eher zum Herunterregulieren	k.Ä.	k.Ä.

Anmerkung: n.s. = nicht signifikant, k.Ä. = keine Änderung; alle dargestellten Koeffizienten sind signifikant bei einem Niveau von $p < .05$; hohe Werte in der Variable Rebound bedeuten, dass ein Rebound-Effekt besteht.

Interessanterweise unterscheiden sich die erklärenden Prädiktoren des Rebound-Effekts nur bedingt von den signifikanten Prädiktoren bezüglich des Heizverhaltens. Das werte-basierte Framing hat den größten Effekt, $\beta = -.15$, $p < .001$, $KI = [-0.64, -0.41]$, gefolgt von einer längeren Abwesenheitsdauer, $\beta = .05$, $p < .001$, $KI = [0.11, 0.34]$. Die Bedienbarkeit wird nicht mehr signifikant, ebenso die anderen Vignetten-Dimensionen,

Informationsquelle und soziale Norm. D.h. um den Rebound-Effekt einzudämmen, so dass Mietende auch nach einer Sanierung ihrer Wohnung die Heizung herunterregeln, helfen eine kürzere Abwesenheitsdauer, welche schwer beeinflussbar ist, sowie die Information, wie viel CO₂ sie durch das Herunterregeln einsparen (werte-basiertes Framing).

Auch bei der Vorhersage des direkten Rebound-Effekts bleiben die Ergebnisse konstant, wenn soziodemographische Angaben (Geschlecht, Alter, Bildung, Einkommen) als Kontrollvariablen in das Modell aufgenommen werden. Zusätzlich zeigen diese - wie aufgrund der Korrelationsanalyse angenommen - keine weiteren signifikanten Effekte. Eine Übersicht der Ergebnisse in der Gesamtstichprobe enthält Tabelle 5.

5.5 Untersuchung von Gruppenunterschieden

Da die deskriptiven Ergebnisse sowie die bisherigen inferenzstatistischen Analysen erste Hinweise auf Gruppenunterschiede enthielten, widmet sich dieses Unterkapitel der Analyse spezifischer Teilgruppen der Mietenden. Hier werden besonders vulnerable Gruppen mit geringen Einkommen bzw. besonderen Wärmebedürfnissen in den Blick genommen und das gruppenspezifische Heizverhalten inklusive direktem Rebound-Effekt analysiert. Darüber hinaus werden Unterschiede zwischen Single-Haushalten und Mehrpersonen-Haushalten betrachtet.

5.5.1 Rebound-Effekte im Heizverhalten von Menschen, die Sozialhilfe beziehen

Die Befragung enthielt auch eine Frage zum Bezug Sozialhilfe. Gerade diese Personengruppen erscheint besonders vulnerable im Kontext des Wohnraumheizens, da sie aufgrund geringerer Mieten oft in weniger gut sanierten Gebäuden zur Miete leben und meist bereits energiesparend heizen um die Heizkosten möglichst gering zu halten. Somit bleiben wenig Handlungsoptionen, den Energieverbrauch weiter zu reduzieren. Offen ist, ob in dieser Gruppe Rebound-Effekte erscheinen und durch was diese beeinflusst werden.

Knapp 44% ($n = 782$) der Teilnehmenden des Online-Panels gaben an mindestens eine der folgenden Sozialhilfen zu beziehen: Wohngeld ($n = 195$), Grundsicherung ($n = 316$), Arbeitslosengeld II ($n = 382$) und/oder Mietübernahme/-zuschuss durch das Jobcenter oder die Stadt ($n = 440$). Für diese Gruppe der Sozialhilfe-Empfänger:innen ergibt sich deskriptiv ein Rebound-Effekt von $M = 0.02$, $SD = 2.01$. Dieser ist als klein einzuschätzen und wird in einem paired samples t-test nicht signifikant, $t(781) = 0.23$, $p > .05$.

Darüber hinaus wurden die oben dargestellten Regressionsmodelle für diese Personengruppe der Sozialhilfe-Empfänger:innen auf die Heizintention vor und nach der Sanierung sowie auf den direkte Rebound-Effekt analysiert. Für die *Intention, die Heizung bei*

Abwesenheit in der aktuellen Wohnung herunterzudrehen ($M = 8.50$, $SD = 2.99$) wurde wie in der Gesamt-Stichprobe des Online-Panels eine längere Abwesenheitsdauer, $\beta = .10$, $p = .005$, $KI = [0.18, 1.01]$, sowie eine leichter Bedienbarkeit identifiziert, $\beta = -.13$, $p < .001$, $KI = [-1.22, -0.39]$, im gesamten Regressionsmodell, $F(5, 776) = 4.69$, $p < .001$, korrigiertes $R^2 = .02$. Das Ergebnismuster bleibt unverändert, wenn soziodemographische Faktoren (Geschlecht, Alter, Bildung, Einkommen) als Kontrollvariablen in die Analyse aufgenommen werden. Alter und Bildung haben hier ebenfalls Erklärungskraft für die Heizintention, allerdings sind dies kleinere Effekte als die beiden identifizierten Vignetten-Dimensionen.

Nach der Sanierung haben für die Heizintention ($M = 8.48$, $SD = 2.92$), die Bedienbarkeit sowie das Framing einen Effekt, $F(5, 776) = 5.41$, $p < .001$, korrigiertes $R^2 = .03$. Die Abwesenheitsdauer wird hier nicht mehr signifikant. Das Herunterregulieren bei Abwesenheit wird hier von einer leichteren Bedienbarkeit, $\beta = -.14$, $p < .001$, $KI = [-1.20, -0.39]$, und einem werte-basierten Framing erklärt, $\beta = .11$, $p = .001$, $KI = [0.26, 1.07]$. Auch dieses Ergebnis ändert sich nicht unter Hinzunahme der oben skizzierten Kontrollvariablen; diese haben keine zusätzliche Erklärungskraft für die Heizintention nach der Sanierung.

Tabelle 6: Übersicht der Prädiktoren des Heizverhaltens und des Rebound-Effekts in der Teilgruppe der Sozialhilfe-Empfänger:innen

<i>Teilstichprobe: Bezug von Sozialhilfe</i>			
Prädiktoren (vertikal) // Abhängige Variablen (horizontal)	Heizintention I	Heizintention II	Minimaler direkter Rebound-Effekt: $M = 0.02$, $SD = 2.01$ nicht signifikant
Abwesenheitsdauer (0 = kurz, 1 = lang)	$\beta = .10$	n.s.	$\beta = .09$
Informationsquelle (0 = Handwerker, 1 = Vermieter)	n.s.	n.s.	n.s.
Soziale Norm (0 = niedrig 10%, 1 = hoch 90%)	n.s.	n.s.	n.s.
Bedienbarkeit (0 = einfach, 1 = schwer)	$\beta = -.13$	$\beta = -.14$	n.s.
Framing (0 = monetär, 1 = werte-basiert)	n.s.	$\beta = .11$	$\beta = -.10$

Anmerkung: n.s. = nicht signifikant; alle dargestellten Koeffizienten sind signifikant bei einem Niveau von $p < .05$; hohe Werte in der Variable Rebound bedeuten, dass ein Rebound-Effekt besteht.

Für die Teilnehmenden des Online-Panels, die Sozialhilfen beziehen, wird der nicht-signifikante und deskriptiv *kleine direkte Rebound-Effekt* - wie in der Gesamtstichprobe - durch eine kürzere Abwesenheitsdauer, $\beta = .09$, $p = .013$, $KI = [0.08, 0.64]$, und das werte-basierte Framing bestimmt, $\beta = -.10$, $p = .006$, $KI = [-0.68, -0.12]$. Das gesamte

Regressionsmodell sagt etwas mehr als 1% der Varianz im Rebound vorher, $F(5, 776) = 3.24$, $p = .007$, korrigiertes $R^2 = .01$. D.h. zum Eindämmen des deskriptiv gefundenen Rebounds helfen bei dieser Teilgruppe dieselben Mechanismen wie in der Gesamtgruppe der Mietenden (Online-Panel). Auch hier führt die Hinzunahme von soziodemographischen Kontrollvariablen zu keiner Änderung der Ergebnisse. Eine zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse für die Teilstichprobe der Mietenden, die Sozialhilfe beziehen, ist Tabelle 6 zu entnehmen.

5.5.2 Rebound-Effekte im Heizverhalten von Menschen mit gesundheitsbedingt höherem Wärmebedürfnis

In der Online-Panel-Stichprobe gaben knapp 16% ($n = 598$) Mietende an, dass in ihrem Haushalt Menschen leben, die gesundheitsbedingt ein höheres Wärmebedürfnis haben. Somit ist anzunehmen, dass diese die Heizung bei Abwesenheit weniger wahrscheinlich herunterregulieren. Es ist jedoch unklar, ob ein Rebound-Effekt durch die Sanierung entsteht.

Deskriptiv zeigt sich, dass die Intention in der aktuellen Wohnung die Heizung herunterzuregulieren etwas geringer ist als in der Gesamtstichprobe der Mietenden ($M = 7.90$, $SD = 3.17$). Dieses Bild zeigt sich auch für die Heizintention nach der zweiten Vignette ($M = 7.92$, $SD = 3.23$). Dennoch ist die Bereitschaft die Heizung bei Abwesenheit herunterzuregulieren hoch und liegt über der Skalenmitte. Auffällig ist, dass der berechnete Rebound-Effekt negativ ist ($M = -0.02$, $SD = 2.11$), d.h. Mietende mit gesundheitsbedingt höherem Wärmebedürfnis regulieren nach der Sanierung die Heizung wahrscheinlicher herunter und zeigen keinen Rebound-Effekt. Auch wenn dieser Unterschied zwischen der Intention nach der ersten und zweiten Vignette statistisch nicht signifikant ist, $t(597) = -0.25$, $p > .05$, verdeutlicht er, dass kein Rebound-Effekt vorliegt.

Erklärende Faktoren für das Herunterregulieren der Heizung sind in der *aktuellen un- oder teilsanierten Wohnung* - wie in der Gesamt-Stichprobe des Online-Panels - eine längere Abwesenheitsdauer, $\beta = .10$, $p = .014$, $KI = [0.13, 1.14]$, sowie eine leichter Bedienbarkeit, $\beta = -.14$, $p = .001$, $KI = [-1.41, -0.39]$, im gesamten Regressionsmodell, $F(5, 592) = 4.06$, $p = .001$, korrigiertes $R^2 = .03$. Das Ergebnismuster bleibt unverändert, wenn soziodemographische Faktoren (Geschlecht, Alter, Bildung, Einkommen) als Kontrollvariablen in die Analyse aufgenommen werden. Die Kontrollvariablen haben keine zusätzliche Erklärungskraft der Heizintention vor der Sanierung.

Nach der Sanierung sind erklärende Faktoren der Heizintention die gleichen wie in der Gesamtstichprobe: Eine längere Abwesenheit, $\beta = .09$, $p = .027$, $KI = [0.07, 1.09]$, eine leichte Bedienbarkeit, $\beta = -.16$, $p < .001$, $KI = [-1.51, -0.48]$ sowie ein werte-basiertes Framing, $\beta = .08$, $p = .048$, $KI = [0.01, 1.03]$ führen zu einer höheren Wahrscheinlichkeit die Heizung nach der Sanierung herunterzuregulieren, $F(5, 592) = 5.00$, $p < .001$, korrigiertes $R^2 = .03$. Hier ist bemerkenswert, dass das Framing den kleinsten Effekt aufweist

(im Vergleich zu den anderen beiden erklärenden Variablen). Daher ist es nicht verwunderlich, dass das Framing nicht mehr signifikant wird, wenn weitere Kontrollvariablen (Alter, Geschlecht, Bildung und Einkommen) in das Regressionsmodell aufgenommen werden.

Da wir deskriptiv bei dieser Teilgruppe der Mietenden mit gesundheitsbedingt höherem Wärmebedürfnis keinen direkten Rebound-Effekt gefunden haben, erscheinen tiefergehende Analysen zur Erklärung des Rebound-Effekts nicht sinnvoll und werden nicht durchgeführt. Eine Übersicht der Ergebnisse für die Teilgruppe der Mietenden mit gesundheitsbedingt höherem Wärmebedürfnis ist in Tabelle 7 zu finden.

Tabelle 7: Übersicht der Prädiktoren des Heizverhaltens und des Rebound-Effekts in der Teilgruppe der Mietenden mit gesundheitsbedingt höherem Wärmebedürfnis

<i>Teilstichprobe: gesundheitsbedingt höherem Wärmebedürfnis</i>			
Prädiktoren (vertikal) // Abhängige Variablen (horizontal)	Heizintention I	Heizintention II	Kein direkter Rebound-Effekt: <i>M</i> = -0.02, <i>SD</i> = 2.11, nicht signifikant
Abwesenheitsdauer (0 = kurz, 1 = lang)	$\beta = .10$	$\beta = .09$	---
Informationsquelle (0 = Handwerker, 1 = Vermieter)	n.s.	n.s.	---
Soziale Norm (0 = niedrig 10%, 1 = hoch 90%)	n.s.	n.s.	---
Bedienbarkeit (0 = einfach, 1 = schwer)	$\beta = -.14$	$\beta = -.16$	---
Framing (0 = monetär, 1 = werte-basiert)	n.s.	$\beta = .08$	---

Anmerkung: n.s. = nicht signifikant; --- = nicht berechnet; alle dargestellten Koeffizienten sind signifikant bei einem Niveau von $p < .05$.

5.5.3 Rebound-Effekte im Heizverhalten von Single-Haushalten

Aus der Stichprobe des Online-Panels besteht ein Großteil von 52% ($n = 1976$) aus Single-Haushalten. Da diese ihr Heizverhalten und das Herunterregulieren der Heizung nicht an die Bedürfnisse anderer Haushaltsmitglieder anpassen müssen, stellen sie ebenfalls eine interessante Subgruppe der Mietenden dar. Darüber hinaus deuteten die ersten Analysen daraufhin, dass die Haushaltsgröße einen Einfluss auf das Heizverhalten haben könnte. Im Folgenden werden daher die Heizintentionen vor und nach der Sanierung, der direkte Rebound-Effekt sowie die Prädiktoren dieser drei Variablen für diese Teilgruppe analysiert und die entsprechenden Ergebnisse dargestellt.

Deskriptiv zeigt sich, dass die Intention die Heizung bei Abwesenheit herunterzuregeln mit $M = 8.53$, $SD = 2.92$ vor der Sanierung sowie $M = 8.44$, $SD = 2.91$ nach der Sanierung hoch ist, da die Mittelwerte über der Skalenmitte (=6) liegen. Es zeigt sich jedoch ein kleiner Rebound-Effekt (Heizintention I minus Heizintention II), $M = 0.09$, $SD = 1.85$, welcher statistisch signifikant ist, $t(197) = 2.20$, $p = .028$. D.h. die Teilgruppe der Single-Haushalte tendiert dazu, die Heizung bei Abwesenheit nach der Sanierung weniger wahrscheinlich herunterzuregulieren als vor der Sanierung in ihrer aktuellen Wohnung.

Inferenzstatistische Analysen zeigen, dass die Faktoren, die das Heizverhalten erklären, die gleichen sind wie in der gesamten Stichprobe des Online-Panels. Die *Heizintention vor der Sanierung*, $F(5, 1970) = 7.91$, $p < .001$, korrigiertes $R^2 = .02$, wird durch die Abwesenheitsdauer, $\beta = .11$, $p < .001$, KI = [0.39, 0.90], und die Bedienbarkeit, $\beta = -.08$, $p < .001$, KI = [-0.71, -0.20], erklärt. D.h. die Intention, die Heizung in der aktuellen Wohnung herunterzuregeln ist in der beschriebenen Vignette bei einer längeren Abwesenheitszeit und einer leichteren Bedienbarkeit der Heizung höher (als bei kurzer Abwesenheitszeit und schwerer Bedienbarkeit). Werden soziodemographische Faktoren in die Analysen hinzugefügt, bleiben diese beiden Variablen weiterhin relevant und statistisch signifikant. Es wird außerdem deutlich, dass die Heizung in der aktuellen Wohnung bei höherer Bildung und geringerem Alter wahrscheinlich herunterreguliert wird. Allerdings haben diese eine kleinere Erklärungskraft als die beiden identifizierten Vignetten-Dimensionen.

Auf die *Heizintention nach der Sanierung* haben diese beiden Vignetten-Dimensionen ebenfalls einen Effekt, es kommt jedoch auch ein Effekt des Framings hinzu, $F(5, 1970) = 8.30$, $p < .001$, korrigiertes $R^2 = .02$. Die Wahrscheinlichkeit die Heizung in der sanierten Wohnung herunterzuregulieren, ist höher bei längerer Abwesenheitsdauer, $\beta = .06$, $p = .006$, KI = [0.10, 0.61], bei einer einfachen Bedienbarkeit, $\beta = -.09$, $p < .001$, KI = [-0.75, -0.24], sowie bei werte-basiertem Framing, $\beta = .10$, $p < .001$, KI = [0.32, 0.83]. Wobei das Framing hier den größten Effekt hat. Auch in dieser Analyse bleiben die Effekte bestehen, wenn die oben genannten soziodemographischen Kontrollvariablen in das Modell aufgenommen werden. Hier haben neben einem geringen Alter und einer höheren Bildung auch das männliche Geschlecht einen positiven Einfluss auf das Herunterregulieren der Heizung nach der Sanierung. Jedoch sind diese soziodemographischen Effekte wieder etwas kleiner als die der Vignetten-Dimensionen.

Bezüglich des direkten Rebound-Effekts wurde ebenfalls das bekannte Regressionsmodell mit allen Vignetten-Dimensionen als Prädiktoren durchgeführt. Auch hier zeigt sich ein signifikanter Effekt, $F(5, 1970) = 10.44$, $p < .001$, korrigiertes $R^2 = .02$. Wie in der Gesamt-Stichprobe des Online-Panels ist ein kleinerer Rebound-Effekt bei einer kürzeren Abwesenheitsdauer, $\beta = .08$, $p < .001$, KI = [0.13, 0.46], sowie bei werte-basiertem Framing, das auf CO₂-Einsparungen statt auf monetäre Einsparungen fokussiert, $\beta = -$

.14, $p < .001$, $KI = [-0.67, -0.35]$, zu beobachten. Für die Single-Haushalte in der Mietenden-Stichprobe des Online-Panels ändern sich die Ergebnisse nicht, wenn Kontrollvariablen wie Alter, Geschlecht, Bildung und Einkommen mit in die Analyse integriert werden. Diese haben keine zusätzliche Erklärungskraft für den direkten Rebound-Effekt. Eine Übersicht der beschriebenen Ergebnisse in der Teilstichprobe der Single-Haushalte enthält Tabelle 8.

Tabelle 8: Übersicht der Prädiktoren des Heizverhaltens und des Rebound-Effekts in der Teilgruppe der Single-Haushalte

<i>Teilstichprobe: Single-Haushalte</i>			
Prädiktoren (vertikal) // Abhängige Variablen (horizontal)	Heizintention I	Heizintention II	Kleiner direkter Rebound-Effekt: $M = 0.09$, $SD = 1.85$, signifikant
Abwesenheitsdauer (0 = kurz, 1 = lang)	$\beta = .11$	$\beta = .06$	$\beta = .08$
Informationsquelle (0 = Handwerker, 1 = Vermieter)	n.s.	n.s.	n.s.
Soziale Norm (0 = niedrig 10%, 1 = hoch 90%)	n.s.	n.s.	n.s.
Bedienbarkeit (0 = einfach, 1 = schwer)	$\beta = -.08$	$\beta = -.09$	n.s.
Framing (0 = monetär, 1 = werte-basiert)	n.s.	$\beta = .10$	$\beta = -.14$

Anmerkung: n.s. = nicht signifikant; alle dargestellten Koeffizienten sind signifikant bei einem Niveau von $p < .05$.

5.5.4 Übersicht der Prädiktoren des direkten Rebound-Effekts über verschiedene Gruppen hinweg

Für die vorhersagenden Faktoren des direkten Rebound-Effekts über verschiedene Gruppen hinweg, ergibt sich zusammenfassend ein robustes Bild: Wenn ein direkter Rebound-Effekt auftritt, kann dieser durch die Abwesenheitszeit und das richtige Framing reduziert werden. Eine Zusammenfassung der Prädiktoren des direkten Rebound-Effekts für die Gesamtstichprobe des Online-Panels und die untersuchten Teilgruppen ist in Tabelle 9 dargestellt.

Tabelle 9. Zusammenfassung der Ergebnisse zum direkten Rebound-Effekt und seinen Prädiktoren - in der Gesamtstichprobe sowie den untersuchten Teilstichproben

Stichproben	<i>Gesamtstichprobe (Online-Panel) n = 3795</i>	<i>Bezug von Sozial- hilfe(n) n = 782</i>	<i>Höheres gesund- heitsbedingtes Wärmebedürfnis n = 598</i>	<i>Single-Haushalte n = 1976</i>
	Kleiner direkter Rebound-Effekt: signifikant <i>M = 0.09, SD = 1.80</i>	Minimaler direkter Rebound-Effekt: nicht signifikant <i>M = 0.02, SD = 2.01</i>	Kein direkter Rebound-Effekt: nicht signifikant <i>M = -0.02, SD = 2.11</i>	Kleiner direkter Rebound-Effekt: signifikant <i>M = 0.09, SD = 1.85</i>
Abwesenheitsdauer (0 = kurz, 1 = lang)	$\beta = .05$	$\beta = .09$	---	$\beta = .08$
Informationsquelle (0 = Handwerker, 1 = Vermieter)	n.s.	n.s.	---	n.s.
Soziale Norm (0 = niedrig 10%, 1 = hoch 90%)	n.s.	n.s.	---	n.s.
Bedienbarkeit (0 = einfach, 1 = schwer)	n.s.	n.s.	---	n.s.
Framing (0 = monetär, 1 = werte-basiert)	$\beta = -.15$	$\beta = -.10$	---	$\beta = -.14$
Änderung durch Hinzunahme von Kontrollvariablen Alter, Geschlecht, Bildung und Einkommen	k.Ä.	k.Ä.	---	k.Ä.

Anmerkung: n.s. = nicht signifikant, k.Ä. = keine Änderung; --- = nicht berechnet; alle dargestellten Koeffizienten sind signifikant bei einem Niveau von $p < .05$; hohe Werte in der Variable Rebound bedeuten, dass ein Rebound-Effekt besteht.

6 Diskussion

Ziel des vorliegenden Vignetten-Experiments im AP5 des KOSMA-Projekts ist es, Rebound-Effekte im Heizverhalten von Mietenden zu untersuchen, und über verschiedene Konstellationen von Einflussfaktoren Ansatzpunkte zu identifizieren, wie Rebound-Effekte beim Wohnraumheizen von Mietenden eingedämmt werden können. Dazu wurde ein Vignetten-Experiment konzipiert und durchgeführt. Die zunächst geplante Umsetzung mit den Mietenden der NHW konnte aufgrund des Einsetzens der COVID-19 Pandemie nicht wie geplant umgesetzt werden. Daher wurde zusätzlich über ein Online-Panel rekrutiert, was zu einer repräsentativen Stichprobe von Mietenden führte. Es wurde darüber hinaus dennoch versucht, Mietende der NHW zur Teilnahme am Vignetten-Experiment zu gewinnen. Dies war jedoch nur bedingt möglich, sodass nur ein Teil der Analysen mit der NHW-Stichprobe durchgeführt werden konnte. Aufgrund der Re-

präsentativität der Online-Panel-Stichprobe ist davon auszugehen, dass diese Schlussfolgerungen für die Population der Mietenden in Deutschland erlauben. Nachteilig ist jedoch, dass die Befunde nicht so eng wie ursprünglich geplant mit der Hauptbefragung und sich daraus ergebenden Erkenntnissen verknüpft werden können. Aufgrund der Pandemie war das ursprünglich geplante Vorgehen jedoch nicht umsetzbar.

Unsere Ergebnisse zeigen, dass in der Gesamtstichprobe des Online-Panels durch das implementierte Vignetten-Experiment ein kleiner direkter Rebound-Effekt im Heizverhalten von Mietenden sichtbar wird. Konkret wird die Heizung bei Abwesenheit in einer sanierten Wohnung etwas weniger wahrscheinlich herunterreguliert als in der aktuellen, un- oder teilsanierten Wohnung der Mietenden. Diese Ergebnisse passen zu den Erkenntnissen bisheriger Studien (Schleich et al. 2014; Eberling et al. 2019): Viele Personen berichten keinen direkten Rebound und würden ihr Verhalten nach einer Wohnungssanierung nicht ändern. Einige wenige würden nach der Sanierung die Heizung bei Abwesenheit sogar wahrscheinlicher herunterregulieren. Es gibt jedoch auch einen Teil in der Gruppe der Mietenden, die Rebound-anfällig sind.

Darüber hinaus wurde auch der indirekte Rebound nach einer Wohnungssanierung exploriert. Von den gegebenen Optionen, wie das Heizgeld, das durch die Sanierung potentiell gespart wird, genutzt werden könnte, wurde die Nutzung für Unternehmungen oder Anschaffungen als am wahrscheinlichsten eingeschätzt. Dies deutet auf einen indirekten Rebound-Effekt hin, da Unternehmungen und neuen Anschaffungen meistens Konsum (energieintensiver) Güter umfasst (z.B. Autokauf oder Kraftstoff für die Autofahrt). Hierbei gilt es jedoch zu beachten, dass - auch unter Einbezug der offenen Antworten - eine genaue Interpretation der Umweltwirkung nicht möglich ist, da Unternehmungen und Anschaffungen auch umweltfreundlich gestaltet sein können (z.B. gemeinsame Fahrradtour, Second-Hand-Kauf).

Neben den Analysen des direkten Rebound-Effekts wurde auch das Heizverhalten in der aktuellen und in einer hypothetisch sanierten Wohnung untersucht. Die vorliegenden Ergebnisse der Korrelationsanalyse und der Regressionsanalysen legen nahe, dass Mietende, die älter sind, einen geringeren Bildungsstand und/oder ein höheres Einkommen haben, die Heizung insgesamt weniger wahrscheinlich bei Abwesenheit herunterregulieren - vor und nach der Sanierung. Auch diese Ergebnisse decken sich mit bisheriger Forschung (Abrahamse und Steg 2011; Guerra-Santin und Itard 2010). Die Haushaltsgröße scheint ebenfalls mit dem Heizverhalten zusammenzuhängen - je größer der Haushalt desto unwahrscheinlicher das Herunterregulieren - jedoch entsteht auch bei Single-Haushalten ein Rebound-Effekt.

Zu den Konstellationen von Einflussfaktoren des Heizverhaltens lässt sich Folgendes festhalten: Vor der Sanierung (Heizintention I, große Einsparung) gibt es keinen Unterschied zwischen dem monetärem und dem werte-basierten Framing bezüglich der untersuchten Verhaltensweise im Wohnraumheizen. Hier spielen die Abwesenheitsdauer

und die Bedienbarkeit eine Rolle. Nach der Sanierung (Heizintention II, kleine Einsparung) führt das werte-basierte Framing eher zu einem sparsamen Heizverhalten (im Vergleich zum monetären Framing). Die Effekte der Abwesenheitsdauer und einer leichten Bedienbarkeit des Heizsystems bleiben bestehen. Die Informationsquelle und soziale Normen spielen keine signifikante Rolle in der Vorhersage des Herunterregulierens der Heizung bei Abwesenheit.

6.1 Quantifizierung des Rebound-Effekts

Um die Relevanz der gefundenen Rebound-Effekte einschätzen zu können, wurde versucht den Rebound-Effekt zu quantifizieren. Dazu wurden die Berechnungen für die in der Vignette dargestellten Einsparungen herangezogen (siehe Kapitel 4.3.1). Basierend auf diesen Berechnungen zur CO₂- bzw. monetären Einsparung kann auch der gefundene Rebound-Effekt quantifiziert werden. Dazu wurde die Antwortskala (11stufige Likertskala) sowie die Berechnung des Rebound-Effekts (Heizintention I minus Heizintention II) herangezogen. Ein maximaler Rebound-Effekt würde bei 10 Punkten liegen und verdeutlichen, dass Mietende nach der Sanierung gar nicht mehr bei Abwesenheit die Heizung herunterregulieren und es davor immer getan haben (maximaler Wert der Heizintention I minus minimaler Wert der Heizintention II = 11 - 1 = 10). Das untere Ende der Rebound-Skala liegt bei -10, wenn nach der Sanierung die Heizung immer herunterreguliert wird und dieses Verhalten davor nie auftrat. Mithilfe der Berechnungen in Kapitel 4.3.1 können jedem Wert auf der Rebound-Skala Einsparungen bzw. Ausgaben an Heizkosten in Euro und CO₂ zugeordnet werden. Der gefundene, durchschnittliche Rebound-Effekt in der Gesamtstichprobe betrug $M = 0.09$. Wenn die Details zu den Berechnungen in Kapitel 4.3.1 angenommen werden, bedeutet dies, dass durch das Ausbleiben des Herunterregulierens der Heizung jährlich Mehrkosten von rund 14€ pro Haushalt entstehen. In kg CO₂-Äquivalente umgerechnet, werden durch den durchschnittlich gefundenen Rebound-Effekt ($M = 0.09$) im Jahr rund 48kg mehr CO₂-Äquivalente pro Haushalt bzw. befragter Person ausgestoßen (als ohne Rebound-Effekt). Anders ausgedrückt werden bei Mietenden, die einen Rebound-Effekt durch die Wohnungssanierung zeigen, pro Jahr rund 240kWh mehr für das Heizen benötigt, was rund 2% des Jahresverbrauchs ausmacht. Dies gilt für eine Abwesenheit von 5 Stunden. Bei 12 Stunden Abwesenheit sind es bereits rund 3% des Jahresverbrauchs, die der gefundene Rebound-Effekt ausmacht. Erwähnenswert ist, dass dieser Rebound-Effekt nur durch eine einzelne Verhaltensweise, nämlich das (fehlende) Herunterregulieren der Heizung bei Abwesenheit, entsteht. Wenn weitere Verhaltensweisen des Heiz- und Lüftungsverhalten (wie beispielsweise eine längere Heizperiode) berücksichtigt werden, könnte der Rebound-Effekt größer ausfallen.

6.2 Erklärende Faktoren des Rebound-Effekts

Um den Rebound-Effekt zu erklären, wurden im Vignetten-Experiment fünf Dimensionen integriert; und zwar die Abwesenheitsdauer, die Informationsquelle, die soziale Norm, die Bedienbarkeit und das Framing der Einsparung. Entgegen der bisherigen Literatur zeigen unsere Ergebnisse, dass die soziale Norm und die Informationsquelle keinen relevanten Einfluss auf den Rebound-Effekt haben. Auch das Heizverhalten in der aktuellen und der hypothetisch sanierten Wohnung werden von der sozialen Norm und verschiedenen Informationsquellen nicht vorhergesagt. Dies gilt für die gesamte Stichprobe sowie für die untersuchten Teilstichproben. Ein Grund für den Unterschied zwischen unseren und den Ergebnissen bisheriger Forschung (Gardemin et al. 2019) bezüglich dieser beiden Faktoren könnte sein, dass wir sie im Zusammenspiel mit anderen Aspekten in der Vignette analysiert haben und andere Forschung nicht immer eine Konstellation verschiedener Einflussfaktoren berücksichtigt. Außerdem ist zu berücksichtigen, welches das Zielverhalten ist (in unserem Fall das Herunterregulieren der Heizung bei Abwesenheit). Dies unterscheidet sich - neben der methodischen Herangehensweise - ebenfalls von bisheriger Forschung. Weitere Forschung könnte genauer untersuchen, ob soziale Normen einen Einfluss auf Heizverhalten haben.

Darüber hinaus zeigt sich ein Ergebnismuster, welches über Teilgruppen hinweg sowie unter Hinzunahme soziodemographischer Kontrollvariablen stabil bleibt und somit robust erscheint. Der Rebound-Effekt wird reduziert, wenn die Mietenden kürzer abwesend sind (vs. lange Abwesenheitszeit) und wenn durch das Herunterregulieren der Heizung CO₂ statt Geld eingespart wird. Der Effekt des Framings (CO₂-Einsparung vs. monetäre Einsparung) hat dabei den stärksten Effekt auf den Rebound. Eine Übersicht der Rebound-Ergebnisse für die Gesamt- und Teilstichproben sowie die Befunde zu den relevanten Prädiktoren des Rebound-Effekts sind in Tabelle 9 (Kapitel 5.5.4) dargestellt.

Eine mögliche Erklärung für dieses Ergebnis könnte sein, dass die einmaligen monetären Einsparungen durch das Herunterregulieren eher gering ausfielen (maximal 1.10€ bei langer Abwesenheitsdauer und unsanierter Wohnung bzw. minimal 0.25€ bei kurzer Abwesenheit und sanierter Wohnung). Auch wenn diese monetären Einsparungen auf einen längeren Zeitraum betrachtet nicht zu unterschätzen sind, könnte es sein, dass die Mietenden, den Vorteil des Herunterregulierens nicht als ausreichend wahrgenommen haben, um den (größeren oder kleineren) Aufwand aufzubringen, diese Verhaltensweise zu zeigen. Im Gegenzug steht das werte-basierte Framing, d.h. die CO₂-Einsparungen, die durch das Zeigen der Verhaltensweise, erfolgen. Obwohl wir einen Vergleichswert zum ungefähren Einschätzen der Größenordnung der Einsparung in die Vignette integriert haben, ist es möglich, dass die Mietenden nicht einschätzen konnten, ob die CO₂-Einsparung eher groß oder eher klein ist. Somit könnte es sein, dass den Befragten die eingesparte CO₂-Menge aufgrund der Unvertrautheit eher nennenswert erschien als die eingesparten Geldbeträge.

Ein auffälliges Ergebnis für die untersuchten Teilgruppen ist, dass kein Rebound-Effekt bei Personen mit gesundheitsbedingt höherem Wärmebedürfnis auftritt. Diese regulieren in der hypothetisch sanierten Wohnung die Heizung bei Abwesenheit sogar wahrscheinlicher herunter als in der aktuellen teil- oder unsanierten Wohnung. Ein Grund für dieses Ergebnis könnte sein, dass bei den Teilnehmenden die Annahme besteht, dass das erneute Aufheizen der aktuellen Wohnung potentiell eine Weile dauert und sie somit ihre Gesundheit (oder die ihrer Haushaltsmitglieder) gefährden. Durch eine Sanierung der Wohnung könnte diese Angst genommen werden, sodass ein umweltfreundlicheres Heizverhalten gezeigt wird.

Die Tatsache, dass durch die Sanierung kein signifikanter Rebound-Effekt in der Teilgruppe der Sozialhilfe-Empfänger:innen entsteht, passt zu dem Ergebnis, dass Menschen mit höherem Einkommen insgesamt ein weniger umweltfreundliches Heizverhalten zeigen (Guerra-Santin & Itard 2010). Da Sozialhilfe-Empfänger:innen meistens über ein geringeres Einkommen verfügen, kann angenommen werden, dass sie versuchen ihre Heizkosten so gering wie möglich zu halten. Zu berücksichtigen ist hier natürlich, ob die Heizkosten durch die Sozialhilfe übernommen wird oder nicht.

Das Ergebnis zum Rebound-Effekt der Single-Haushalte deckt sich sehr mit den Ergebnissen der Gesamtstichprobe, was daran liegen könnte, dass diese Teilgruppe mehr als 50% der Gesamtstichprobe ausmacht und somit vermutlich auch in sich heterogen ist.

Insgesamt unterstreichen die Analysen und Ergebnisse zum direkten Rebound-Effekt in den Teilgruppen (nach sozio-demographischen Merkmalen) die Befunde der Gesamtstichprobe: Insgesamt gibt es einen kleinen Rebound-Effekt, jedoch nicht bei allen Menschen (z.B. geringes Einkommen, gesundheitsbedingter höherer Wärmebedarf) - andere Teilgruppen wiederum neigen stärker dazu, Rebound-Effekte zu zeigen (z.B. höheres Einkommen).

Die Untersuchung weiterer Teilgruppen, verschiedener soziodemographischer Aspekte aber auch technischer Gebäudeinformationen könnte helfen, um den Rebound-Effekt im Heiz- und Lüftungsverhalten (noch) besser zu verstehen. Die vorliegende Forschung leistet dazu einen ersten Beitrag und identifiziert darüber hinaus auch Ansatzpunkte zur Eindämmung von Rebound-Effekten.

6.3 Reflektion und Limitationen

Das folgende Unterkapitel reflektiert die methodische Umsetzung der Untersuchung und stellt mögliche Limitationen dar. Bedeutsam ist, dass durch die Rekrutierung über ein Online-Panel eine sehr große Stichprobe möglich war. Für die Repräsentativität der Ergebnisse ist die Erhebung über ein Online-Panel sehr wertvoll, da dadurch Quoten während der Rekrutierung erfüllt werden können. Aufgrund der Größe der Online-Panel-Stichprobe ist die Aussagekraft der Analysen sehr hoch, und es werden selbst kleine

Effekte sichtbar. Kritische Stimmen könnten sagen, dass die Stichprobengröße zu hoch sei, sodass selbst Effekte, die nahezu nichtig sind, statistisch signifikant werden. Insofern ist es bedeutsam, neben der reinen statistischen Signifikanz auch die Effektstärken zu interpretieren.

Bei Verwendung von Vignetten-Experimenten werden häufig den Befragten mehrere systematisch variierte Vignetten hintereinander vorgelegt. Bei einem solchen Vorgehen, kann die Stichprobe verkleinert werden, da pro Person mehr Datenmaterial entsteht und somit mit zunehmender Anzahl der Vignetten die benötigte Anzahl an Teilnehmenden für das Erkennen eines Effektes sinkt (Ausprung und Hinz 2014). Da frühere Studien jedoch zeigen, dass Rebound-Effekte eher klein sind und da die Stichprobe der Mietenden auch Personen mit geringer Bildung und/oder wenig Vertrautheit mit Befragungsstudien umfasst, war es das Ziel, das Vignetten-Design möglichst einfach und leicht verständlich zu halten sowie einen begrenzten Fragebogenumfang zu realisieren. Außerdem ermöglicht eine große Stichprobe auch die Analyse von Teilgruppen.

Eine mögliche Erklärung für die Tatsache, dass über alle Teilstichproben und abhängigen Variablen (Heizintention I, Heizintention II und Rebound-Effekt) die Abwesenheitsdauer und das Framing am häufigsten einen signifikanten Einfluss hatten, könnten die sogenannten Primacy- und Recency-Effekte sein. Der Primacy-Effekt besagt, dass vor allem die erste Information in einer Liste von Informationen besondere Aufmerksamkeit erhält und dadurch beispielsweise besser erinnert wird, während der Recency-Effekt das gleiche Phänomen für die letzte Information einer längeren Liste beschreibt. Da die Abwesenheitsdauer die erste beschriebene Vignetten-Dimension darstellt und das Framing die letzte Information in der Vignette war, könnte dies eine Erklärung sein. Allerdings hat auch die Bedienbarkeit der Heizung, die in der Mitte der Vignette beschrieben wird, einen Effekt auf das Heizverhalten. Somit kann ein starker Einfluss des Primacy- und Recency-Effekts eher ausgeschlossen werden.

Bezüglich der Vignetten-Dimensionen kann angemerkt werden, dass diese jeweils nur zwei Ausprägungen enthielten. Diese Entscheidung wurde getroffen, um das Vignetten-Design einfach zu halten und auch - den Empfehlungen der Literatur folgend (Ausprung und Hinz 2014) - die Anzahl der Ausprägungen pro Vignette konstant zu halten. Aus diesem Grund wurde in beiden Ausprägungen der Informationsquelle eine Personengruppe angegeben (Handwerker vs. Vermieter). Denkbar wäre es auch, in einer Ausprägung keine Informationsquelle anzugeben. Das gleiche gilt für die soziale Norm. Diese wurde umgesetzt mit 10% (geringe soziale Norm) und 90% (hohe soziale Norm). Eine neutrale Formulierung der Vignetten-Dimension könnte zeigen, ob die soziale Norm gar keinen Einfluss hat oder ob es an ihrer Implementierung im Vignetten-Experiment liegen könnte. Zukünftige Forschung könnte die Anzahl der Ausprägungen jeder Dimension erhöhen und somit eine "leere" Ausprägung mitaufnehmen. Diese modifizierte Replika-

tion könnte dazu führen, weitere Einblicke in den Einfluss von sozialer Norm und Informationsquelle, aber auch in den Einfluss von anderen hier nicht integrierten Faktoren über umweltfreundliches Heizverhalten zu erhalten.

Eine weitere Limitation betrifft die Abbildung indirekter Rebound-Effekte in der Untersuchung, die sich auf die zusätzlichen Fragen nach der Verwendung des potentiell eingesparten Geldes nach einer Sanierung beschränkte. Ziel war es, den Teilnehmenden unterschiedliche Möglichkeiten zur Verfügung zu stellen und sie nicht zwischen verschiedenen Optionen indirekten Rebounds wählen zu lassen. Aufgrund der breiten Umsetzung bzw. Item-Formulierung zum indirekten Rebound-Effekt konnte unsere Untersuchung keinen eindeutigen indirekten Rebound-Effekt identifizieren. Zukünftige Forschung könnte einen Fokus auf die tiefergehende Untersuchung möglicher indirekter Rebound-Effekte im Heizverhalten sowie auf die Entwicklung konkreter Messskalen in Item-Form legen.

6.4 Maßnahmen zur Eindämmung des Rebound-Effekts

Ziel dieser Befragung war es auch, Empfehlungen für die Eindämmung des Rebound-Effekts im Wohnraumheizen von Mietenden abzuleiten. Aus den Ergebnissen ergeben sich zwei wesentliche Ableitungen: (1) Nutzung von zentralen, digitalen Heizungssteuerungen, (2) Bedeutung von umweltbezogenem Framing.

Die vorliegende Untersuchung zeigt, dass die Heizintention, d.h. das Herunterregulieren der Heizung bei Abwesenheit eher erfolgt, wenn eine leichte Bedienbarkeit und Umsetzung des Verhaltens gewährleistet ist. Ein zentrales Bedienelement in der Wohnung (gegebenenfalls in der Nähe der Haustür, sodass beim Verlassen der Wohnung der Blick darauf fällt), könnte dies gewährleisten. Insofern ist es empfehlenswert, während einer Sanierung zentrale und gegebenenfalls digitale Steuerungssysteme für die Steuerung des Heizsystems zu integrieren.

Wird ein digitales Bedienelement für die Heizungssteuerung in der Wohnung während der Sanierung eingebaut, erscheint es relevant dieses eventuell auch über eine App bedienen zu können. Somit könnten die Mietenden Push-Nachrichten bzw. kleine Nudges erhalten, die ihnen bestimmte Informationen mitteilen und sie so zu umweltfreundlichen Heizverhalten "schubsen". NUDGE (<https://www.nudgeproject.eu/de/>), ein Forschungsprojekt auf europäischer Ebene testet beispielsweise die Umsetzung solcher Nudges mithilfe von Apps um Menschen zu umweltfreundlichen Verhaltensweisen im Energiebereich zu bewegen.

Mit einem digitalen Bedienelement und einer smarten App-basierten Bedienung wäre auch eine Umsetzung weiterer relevanter Einflussfaktoren möglich. Basierend auf den vorliegenden Ergebnissen erscheinen zwei Faktoren für die Eindämmung des direkten

Rebound-Effekts über verschiedene Gruppen hinweg besonders relevant: Die Abwesenheitsdauer sowie das Framing der Einsparungen. Ersteres ist schwer zu beeinflussen, es könnte jedoch mit Hilfe einer App wie folgt umgesetzt werden: Wird durch GPS oder Näherungssensoren zwischen der App und dem Bedienelement in Haustürnähe erfasst, dass Mietende die Wohnung verlassen, könnten digitale Hinweise per App und/oder auf dem Bedienelement sichtbar werden. Diese könnten Mietenden (digital) darauf hinweisen, dass das Herunterregulieren der Heizung sowohl bei kurzer als auch bei langer Abwesenheitsdauer in der sanierten Wohnung sinnvoll und umweltfreundlich ist (z.B. "Heizung aus? Das Herunterregulieren lohnt sich - egal ob sie 30 Minuten oder den ganzen Tag unterwegs sind.").

Darüber hinaus sollten das Framing von Einsparungen auf der App und/oder dem Bedienelement sichtbar werden. Gegebenenfalls könnten die CO₂-Einsparungen durch effizientes und umweltfreundliches Heiz- und Lüftungsverhalten durch einen wachsenden Baum oder eine "saubere" Erdkugel auf der Steuerung und/oder der App symbolisiert werden. Die vorliegenden Ergebnisse weisen darauf hin, dass das Ausweisen der CO₂-Einsparungen in der sanierten Wohnung potentielle Rebound-Effekte zu einem gewissen Grad eher eindämmen kann als die Darstellung monetärer Einsparungen.

7 Fazit und Ausblick

Basierend auf den Ergebnissen vorangegangener Arbeitspakete wurde ein Vignetten-Experiment mit einer repräsentativen Stichprobe von Mietenden in Deutschland durchgeführt. Mit diesem experimentellen Design (Vignettenansatz) wurden Zusammenhänge zwischen ausgewählten Einflusskonstellationen und Rebound-Effekten empirisch getestet. Hierbei wurden soziale (z.B. Informationen), ökonomische/finanzielle (z.B. mögliche Einsparungen) und psychologischen (z.B. Normen) Einfluss-Faktoren berücksichtigt.

Zusammenfassend zeigt die vorliegende Untersuchung im Rahmen des KOSMA-Projekts, dass eine Sanierung leichte Rebound-Effekte bei Mietenden auslösen kann. Diesen kann jedoch mithilfe von Framing begegnet werden. Bei werte-basiertem Framing (CO₂-Einsparungen statt monetäre Einsparungen durch Herabdrehen der Heizkörper) zeigt sich ein (noch) geringerer Rebound-Effekt. Zukünftige Studien, welche auch die Einbindung von digitalen Steuerungen mit Rückmeldungen an die Nutzenden in Erwägung ziehen (Smart Home Technologien), sollten daher werte-basiertes Framing in ihr Design integrieren. Aufgrund der hohen Anzahl an verschiedenen Handlungsoptionen das Heizverhalten nachhaltig zu gestalten (z.B. richtiges Lüftungsverhalten, Einstellen einer bestimmten Heiztemperatur, Heizverhalten in einzelnen Räumen mit unterschiedlicher Funktion), erscheint es sinnvoll, dass sich weitere Forschungsprojekte diesen weiteren Dimensionen des Heiz- und Lüftungsverhalten sowie ihren Determinanten widmen, um weitere Möglichkeiten zur Eindämmung von potentiellen Rebound-Effekten zu identifizieren.

Gerade in Zeiten der Einführung des CO₂-Preises und der Energiekrise ist es denkbar, dass Mietende, die in sanierte Wohnungen ziehen, Rebound-Effekte zeigen. Daher sollte auch zukünftige Forschung die Bedürfnisse einzelner Teilgruppen mitberücksichtigen, um besonders vulnerable Gruppen innerhalb der Gruppe der Mietenden mitzudenken und gegebenenfalls mithilfe von entsprechenden (politischen) Maßnahmen entlasten zu können.

Um auf die zu Beginn aufgeführten Forschungsfragen Bezug zu nehmen: Sind Rebound-Effekt zu beobachten und können diese durch das genutzte Vignetten-Design erfasst werden? Ja, die vorliegende Untersuchung zeigt, dass das umgesetzte Vignetten-Experiment mit einer Doppel-Vignette gut geeignet ist, um auch kleine Rebound-Effekte zu erforschen. In der gewählten Verhaltensweise (Herunterregulieren der Heizung bei Abwesenheit) entstehen durch eine Sanierung im Schnitt Rebound-Effekte bei Mietenden, sodass die Heizung nach der Sanierung seltener herunterreguliert wird als vor der Sanierung. Das Auftreten von Rebound-Effekten variiert jedoch über verschiedene Teilgruppen. Welche Faktoren beeinflussen das Heizverhalten sowie mögliche Rebound-Effekte und wie unterscheiden sich diese für verschiedene Teilgruppen? Gibt es verhaltenswirksame Ansatzpunkte zur Eindämmung von Rebound-Effekten? Ja, besonders das werte-basierte Framing der sanierungsbedingten Einsparungen erscheint relevant um Rebound-Effekte im Wohnraumheizen einzudämmen. Das Heizverhalten wird unter anderem durch eine leichte Bedienbarkeit und die Länge der Abwesenheit bestimmt - je länger die Abwesenheit und je leichter bedienbar die Heizung ist, desto wahrscheinlicher wird umweltfreundliches Heizverhalten gezeigt. Über verschiedene Teilgruppen hinweg unterscheiden sich die Ergebnisse nur marginal. Insgesamt zeigt die vorliegende Untersuchung folgendes: Das Aufzeigen von CO₂-Einsparungen (werte-basiertes Framing) im Vergleich zu Geld-Einsparungen (monetäres Framing) kann zur Reduktion von Rebound-Effekten beitragen und ist ebenso nach einer Sanierung der wichtigste Faktor für umweltschonendes Heizverhalten.

8 Literaturverzeichnis

Abrahamse, Wokje; Steg, Linda (2011): Factors Related to Household Energy Use and Intention to Reduce It: The Role of Psychological and Socio-Demographic Variables. In: *Research in Human Ecology* 18 (1), 30-40.

Abrahamse, Wokje; Steg, Linda; Vlek, Charles; Rothengatter, Talib (2005): A review of intervention studies aimed at household energy conservation. In: *Journal of Environmental Psychology* 25 (3), S. 273–291. DOI: 10.1016/j.jenvp.2005.08.002.

Arning, Katrin; Dütschke, Elisabeth; Globisch, Joachim; Zaunbrecher, Barbara (2020): The challenge of improving energy efficiency in the building sector: Taking an in-depth look at decision-making on investments in energy-efficient refurbishments. In: Marta Lopes, Carlos Henggeler Antunes und Kathryn B. Janda (Hg.): *Energy and behaviour. Towards a low carbon future*. Amsterdam: Academic Press, an imprint of Elsevier, S. 129–151.

Ausprung, Katrin; Hinz, Thomas (2014): *Factorial Survey Experiments*: Sage Publications.

Burger, Axel M.; Schuler, Johannes; Eberling, Elisabeth (2022): Guilty pleasures: Moral licensing in climate-related behavior. In: *Global Environmental Change* 72, S. 102415. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2021.102415.

Cialdini, Robert B. (2003): Crafting Normative Messages to Protect the Environment. In: *Curr Dir Psychol Sci* 12 (4), S. 105–109. DOI: 10.1111/1467-8721.01242.

Davis, Fred D. (1993): User acceptance of information technology: system characteristics, user perceptions and behavioral impacts. In: *International Journal of Man-Machine Studies* 38 (3), S. 475–487. DOI: 10.1006/imms.1993.1022.

Dütschke, Elisabeth; Frondel, Manuel; Schleich, Joachim; Vance, Colin (2018): Moral Licensing—Another Source of Rebound? In: *Front. Energy Res.* 6, S. 393. DOI: 10.3389/fenrg.2018.00038.

Eberling, Elisabeth; Dütschke, Elisabeth (2019): Reboundeffekte und Moral Licensing bei der Leuchtmittelwahl – eine experimentelle Untersuchung. In: *Umweltpsychologie* 23 (2), S. 75–83.

Eberling, Elisabeth; Dütschke, Elisabeth; Eckartz, Katharina; Schuler, Johannes (2019): Moral Licensing and Rebound Effects in the residential lighting area - an experimental study. Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung. Karlsruhe (Working Paper Sustainability and Innovation, S 09/2019). Online verfügbar unter https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/sustainability-innovation/2019/WP09-2019_Moral_Licensing_and_Rebound_Effects_Eberling.pdf, zuletzt geprüft am 21.10.2019.

Galassi, Veronica; Madlener, Reinhard (2018): Shall I open the window? Policy implications of thermal-comfort adjustment practices in residential buildings. In: *Energy Policy* 119, S. 518–527. DOI: 10.1016/j.enpol.2018.03.015.

Galvin, Ray; Gubernat, Andreas (2016): The rebound effect and Schatzki's social theory. Reassessing the socio-materiality of energy consumption via a German case study. In: *Energy Research & Social Science* 22, S. 183–193. DOI: 10.1016/j.erss.2016.08.024.

Gardemin, Daniel; Kleinhüchelkotten, Silke; Neitzke, Peter; Dütschke, Elisabeth (2019): Einflussfaktoren des Raumwärmeverhaltens im Wohnungsbereich vor und nach Energetischer Sanierung. Hannover, Karlsruhe (KOSMA-Werkstattbericht, Nr. 1). Online verfügbar unter http://www.kosma-projekt.de/aa_dat/KOSMA_Werkstattbericht_1_2019_ff.pdf, zuletzt geprüft am 16/02/22.

Glunz, Elisabeth; Dütschke, Elisabeth; Preuß, Sabine (2022): Turn down for what? Der Einfluss psychologischer Faktoren auf energiesparendes Heizverhalten. Online verfügbar unter <https://publica.fraunhofer.de/handle/publica/427987>.

Guerra-Santin, Olivia; Itard, Laure (2010): Occupants' behaviour: determinants and effects on residential heating consumption. In: *Building Research & Information* 38 (3), S. 318–338. DOI: 10.1080/09613211003661074.

Hansen, Anders Rhiger (2018): 'Sticky' energy practices: The impact of childhood and early adulthood experience on later energy consumption practices. In: *Energy Research & Social Science* 46, S. 125–139. DOI: 10.1016/j.erss.2018.06.013.

Hansen, Anders Rhiger; Jacobsen, Mette Hove (2020): Like parent, like child: Intergenerational transmission of energy consumption practices in Denmark. In: *Energy Research & Social Science* 61, S. 101341. DOI: 10.1016/j.erss.2019.101341.

Hansen, Anders Rhiger; Madsen, Line Valdorff; Knudsen, Henrik N.; Gram-Hanssen, Kirsten (2019): Gender, age, and educational differences in the importance of homely comfort in Denmark. In: *Energy Research & Social Science* 54, S. 157–165. DOI: 10.1016/j.erss.2019.04.004.

Hediger, Cécile; Farsi, Mehdi; Weber, Sylvain (2018): Turn It Up and Open the Window. On the Rebound Effects in Residential Heating. In: *Ecological Economics* 149, S. 21–39. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2018.02.006.

Heesen, Florian; Madlener, Reinhard (2014): Technology Acceptance as Part of the Energy Performance Gap in Energy-Efficient Retrofitted Dwellings. Hg. v. E.ON Energy Research Center FCN Institute for Future Energy Consumer Needs and Behavior. RWTH Aachen. Aachen (FCN Working Paper, 25). Online verfügbar unter https://www.fcn.eonerc.rwth-aachen.de/global/show_document.asp?id=aaaaaaaaaqvjyi, zuletzt geprüft am 06/09/19.

Huebner, Gesche Margarethe; Cooper, Justine; Jones, Keith (2013): Domestic energy consumption—What role do comfort, habit, and knowledge about the heating system play? In: *Energy and Buildings* 66, S. 626–636. DOI: 10.1016/j.enbuild.2013.07.043.

Kleinhückelkotten, Silke; Neitzke, Silke; Moser, Stephanie (2016): Repräsentative Erhebung von Pro-Kopf-Verbräuchen natürlicher Ressourcen in Deutschland (nach Bevölkerungsgruppen). Dessau. Online verfügbar unter <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/repraesentative-erhebung-von-pro-kopf-verbraeuchen>.

Mazar, Nina; Zhong, Chen-Bo (2010): Do green products make us better people? In: *Psychological science* 21 (4), S. 494–498. DOI: 10.1177/0956797610363538.

Mullen, Elizabeth; Monin, Benoît (2016): Consistency Versus Licensing Effects of Past Moral Behavior. In: *Annual review of psychology* 67, S. 363–385. DOI: 10.1146/annurev-psych-010213-115120.

Peters, Anja; Dütschke, Elisabeth (2016): Exploring Rebound Effects from a Psychological Perspective. In: Tilman Santarius, Hans Jakob Walnum und Carlo Aall (Hg.): *Rethinking climate and energy policies. New perspectives on the rebound phenomenon*. Switzerland: Springer, S. 89–105.

Rogers, Everett M. (2010): *Diffusion of Innovations*, 4th Edition. London: Simon & Schuster.

Schleich, Joachim; Mills, Bradford; Dütschke, Elisabeth (2014): A brighter future? Quantifying the rebound effect in energy efficient lighting. In: *Energy Policy* 72, S. 35–42. DOI: 10.1016/j.enpol.2014.04.028.

Seebauer, Sebastian (2018): The psychology of rebound effects. Explaining energy efficiency rebound behaviours with electric vehicles and building insulation in Austria. In: *Energy Research & Social Science* 46, S. 311–320. DOI: 10.1016/j.erss.2018.08.006.

Sovacool, Benjamin K.; Osborn, Jody; Martiskainen, Mari; Lipson, Matthew (2020): Testing smarter control and feedback with users: Time, temperature and space in household heating preferences and practices in a Living Laboratory. In: *Global Environmental Change* 65, S. 102185. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2020.102185.

Steinhorst, Julia; Klöckner, Christian A.; Matthies, Ellen (2015): Saving electricity – For the money or the environment? Risks of limiting pro-environmental spillover when using monetary framing. In: *Journal of Environmental Psychology* 43, S. 125–135. DOI: 10.1016/j.jenvp.2015.05.012.

9 Anhang

Tabelle A1: Übersicht der Clusterung der offenen Antworten zum indirekten Rebound

Genannte Nutzung des durch die Sanierung eingesparten Geldes	Anzahl der Nennungen	Nennungen in %
Urlaubsreise	503	34 %
Kauf eines neuen Autos oder Motorrads	225	15 %
Renovierung / Neueinrichten der Wohnung	176	12 %
Investition in Eigenheim oder andere Immobilie	162	11 %
Kauf neuer (energie-sparsamer) elektronischer Geräte (TV, PC, Küche)	148	10 %
Altersvorsorge	35	2 %
Reparatur kaputter Geräte	31	2 %
Hobbies, Freizeitaktivitäten / Sport, Gaming	31	2 %
Kauf neuer Konsumgüter (Kleidung, Essen gehen)	23	2 %
Führerschein / Ausbildung (für Kinder o. sich selbst)	23	2 %
(Familien-)Ausflüge	19	1 %
Haustiere (z.B. Pferde)	14	1 %
Gesundheit (Vorsorge, Untersuchungen)	10	1 %
Gartengestaltung	10	1 %
Aktien, ETFs, Bitcoins	9	0.6 %
Kauf eines Fahrrads	9	0.6 %
Kauf eines neuen E-Bikes	9	0.6 %
Kauf eines neuen E-Autos	8	0.5 %
(berufliche) Zukunftspläne (z.B. Restaurantgründung)	6	0.4 %
Umzug	6	0.4 %
Besondere (Familien-)Anlässe (z.B. Hochzeit, Scheidung, Beerdigung)	5	0.3 %