

Lütkehaus, Hauke

Working Paper

Quantifizierung lokaler externer Effekte fossiler Kraftwerke: Eine empirische Analyse anhand von Lebenszufriedenheitsdaten

SOEPPapers on Multidisciplinary Panel Data Research, No. 1056

Provided in Cooperation with:

German Institute for Economic Research (DIW Berlin)

Suggested Citation: Lütkehaus, Hauke (2019) : Quantifizierung lokaler externer Effekte fossiler Kraftwerke: Eine empirische Analyse anhand von Lebenszufriedenheitsdaten, SOEPPapers on Multidisciplinary Panel Data Research, No. 1056, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), Berlin

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/206642>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

SOEPpapers

on Multidisciplinary Panel Data Research

Quantifizierung lokaler externer Effekte fossiler Kraftwerke: eine empirische Analyse anhand von Lebenszufriedenheitsdaten

Hauke Lütkehaus

SOEPPapers on Multidisciplinary Panel Data Research at DIW Berlin

This series presents research findings based either directly on data from the German Socio-Economic Panel (SOEP) or using SOEP data as part of an internationally comparable data set (e.g. CNEF, ECHP, LIS, LWS, CHER/PACO). SOEP is a truly multidisciplinary household panel study covering a wide range of social and behavioral sciences: economics, sociology, psychology, survey methodology, econometrics and applied statistics, educational science, political science, public health, behavioral genetics, demography, geography, and sport science.

The decision to publish a submission in SOEPPapers is made by a board of editors chosen by the DIW Berlin to represent the wide range of disciplines covered by SOEP. There is no external referee process and papers are either accepted or rejected without revision. Papers appear in this series as works in progress and may also appear elsewhere. They often represent preliminary studies and are circulated to encourage discussion. Citation of such a paper should account for its provisional character. A revised version may be requested from the author directly.

Any opinions expressed in this series are those of the author(s) and not those of DIW Berlin. Research disseminated by DIW Berlin may include views on public policy issues, but the institute itself takes no institutional policy positions.

The SOEPPapers are available at <http://www.diw.de/soeppapers>

Editors:

Jan **Goebel** (Spatial Economics)
Stefan **Liebig** (Sociology)
David **Richter** (Psychology)
Carsten **Schröder** (Public Economics)
Jürgen **Schupp** (Sociology)
Sabine **Zinn** (Statistics)

Conchita **D'Ambrosio** (Public Economics, DIW Research Fellow)
Denis **Gerstorff** (Psychology, DIW Research Fellow)
Katharina **Wrohlich** (Gender Studies)
Martin **Kroh** (Political Science, Survey Methodology)
Jörg-Peter **Schräpler** (Survey Methodology, DIW Research Fellow)
Thomas **Siedler** (Empirical Economics, DIW Research Fellow)
C. Katharina **Spieß** (Education and Family Economics)
Gert G. **Wagner** (Social Sciences)

ISSN: 1864-6689 (online)

German Socio-Economic Panel (SOEP)
DIW Berlin
Mohrenstrasse 58
10117 Berlin, Germany

Contact: soeppapers@diw.de



**Quantifizierung lokaler externer Effekte fossiler Kraftwerke:
eine empirische Analyse anhand von
Lebenszufriedenheitsdaten**

**Measuring local externalities of fossil fuel power stations:
an empirical analysis using life satisfaction data^a**

Hauke Lütkehaus (M.A.)^b

Oktober, 2019

Abstract

In the course of the energy transition, the German Commission on “Growth, Structural Change and Employment” recommended a stepwise phase-out of coal-fired electricity generation until 2038 and a partly substitution by gas-fired power plants. In this context local externalities of various types of fossil fuel-fired power plants are investigated and quantified using the life satisfaction approach. Therefore, representative panel data on individual life satisfaction of 61,822 German residents from 1994 to 2016 is analyzed on postcode level with a fixed effects regression model. This work finds type-specific positive spillover effects of natural gas and lignite power plants in adjacent post code areas. External effects of hard coal-fired power plants cannot be evidenced. These results suggest future hedonic-pricing studies to consider spillover effects. Including interviewer fixed effects in the regression reveals the necessity to account for interviewer influences in life satisfaction studies with spatial reference, especially in cases of non-random assignment of interviewers.

JEL codes: C23, D62, Q48, Q51

Keywords: Life Satisfaction, Subjective Well-Being, Fossil Fuel Power Station, Externalities, Fixed Effects, SOEP

^a I would like to thank Prof. Dr. Jürgen Bitzer, Carl-von-Ossietzky University Oldenburg, for the supervision of my master thesis as well as subsequent comments and suggestions.

^b Contact via e-mail: hauke.luetkehaus@outlook.com

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis III

Abbildungsverzeichnis..... IV

Tabellenverzeichnis..... IV

1 Einleitung 1

2 Relevante Konzepte 3

 2.1 Lebenszufriedenheit..... 3

 2.2 Externe Effekte 5

3 Aktueller Forschungsstand und Fragestellung 6

 3.1 Externe Effekte fossiler Kraftwerke 7

 3.2 Quantifizierung externer Effekte fossiler Kraftwerke 12

 3.2.1 Stated-Preference – Choice-Experimente & Contingent-Valuation .. 12

 3.2.2 Revealed-Preference – Hedonic-Pricing..... 14

 3.2.3 Experienced-Preference – Lebenszufriedenheitsansatz 16

 3.3 Forschungslücke und Fragestellung 18

 3.4 Hypothesenformulierung..... 19

4 Methodik und Daten 20

 4.1 Der Lebenszufriedenheitsansatz zur Quantifizierung externer Effekte ... 21

 4.1.1 Methodische Grundlagen 21

 4.1.2 Vergleich mit Stated- und Revealed-Preference-Ansätzen 23

 4.2 Daten..... 24

 4.2.1 Das Sozio-oekonomische Panel..... 25

 4.2.2 Fossile Kraftwerke in Deutschland..... 27

 4.3 Ökonometrische Methodik 28

 4.4 Relevante Determinanten der Lebenszufriedenheit..... 31

 4.4.1 Soziodemografische Variablen 31

 4.4.2 Panel- & Intervieweffekte..... 36

 4.4.3 Wohncharakteristika..... 39

5 Ergebnisse 41

 5.1 Deskriptive Ergebnisse 42

 5.2 Empirische Ergebnisse 44

6 Diskussion und Interpretation der Ergebnisse 48

 6.1 Diskussion der Hypothesen 48

 6.2 Monetäre Bewertung der externen Effekte..... 52

 6.3 Bedeutung und Implikationen..... 54

7 Fazit und Ausblick 55

Literaturverzeichnis 58

Anhang..... 74

Abkürzungsverzeichnis

BHPS	British Household Panel Survey
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CO ₂ e	Kohlenstoffdioxid-Äquivalente
EFH	Einfamilienhaus
LS	Lebenszufriedenheit
LSA	Lebenszufriedenheitsansatz
LULU	Locally Unwanted Land-Use
MFH	Mehrfamilienhaus
MRS	Marginale Substitutionsrate
NO _x	Stickoxide
OLS	Ordinary Least Squares
OVB	Omitted Variable Bias
PLZ	Postleitzahl
PM ₁₀ & PM _{2,5}	Feinstaub
SOEP	Sozio-oekonomisches-Panel
SO ₂	Schwefeldioxid
VPI	Verbraucherpreisindex
WTP	Zahlungsbereitschaft
ZFH	Zweifamilienhaus

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Begriffliche Einordnung von Lebenszufriedenheit 4

Abbildung 2: Verteilung der Lebenszufriedenheit 27

Abbildung 3: Durchschnittliche Lebenszufriedenheit in PLZ-Gebieten ohne und mit fossilen Kraftwerken 42

Abbildung 4: Durchschnittliche Lebenszufriedenheit in PLZ-Gebieten ohne und mit fossilen Kraftwerken nach Kraftwerkstyp 43

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Beobachtungen mit fossilem Kraftwerk in eigenem oder angrenzendem PLZ-Gebiet 28

Tabelle 2: Datenbeschreibung der Regressionsvariablen 40

Tabelle 3: Einfluss von fossilen Kraftwerken auf Lebenszufriedenheit 46

Tabelle 4: Quantifizierung externer Effekte fossiler Kraftwerke 47

1 Einleitung

Um die Folgen und Risiken des Klimawandels zu begrenzen, wurde auf der UN-Klimakonferenz 2015 in Paris, von den teilnehmenden Staaten, die Begrenzung des globalen durchschnittlichen Temperaturanstiegs auf deutlich unter 2°C vereinbart (UN 2015). Auf nationaler Ebene hat die Bundesregierung 2010 beschlossen, die Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2050 um 80 bis 95 % im Vergleich zu 1990 zu reduzieren (BMU 2016). In diesem Kontext wurde im Juni 2018 die Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“ eingesetzt, um Vorschläge für einen sozialverträglichen Ausstieg aus der Kohleverstromung zu erarbeiten.

Der Abschlussbericht der sog. Kohlekommission empfiehlt einen schrittweisen Kohleausstieg bis zum Jahr 2038. Dabei wird Gaskraft als wesentlicher Baustein der Versorgungssicherheit wahrgenommen und die teilweise Substitution von Kohlekraftwerkskapazitäten durch den Zubau von Gaskraftwerken ist vorgesehen (BMWV 2019). Dies ist mit den allgemeinen Präferenzen der Öffentlichkeit in Bezug auf die Nutzung von Kohle und Gas im Energiemix verträglich. So lehnen 55 % der deutschen Haushalte die Nutzung von Kohle zur Energieversorgung ab (Befürwortung 20 %), während der Zustimmungsanteil für Gas 53 % beträgt (Ablehnung 20 %) (Andor et al. 2015). Im Hinblick auf die lokalen Einstellungen im Kontext der Stilllegung von Kohlekraftwerken sowie dem Neubau von Gaskraftwerken zeichnet sich ein gegensätzliches Bild ab. In der Vergangenheit führte die drohende Abschaltung von Kohlekraftwerken zur Formierung eines massiven Widerstands durch Arbeitnehmer*innen und Gewerkschaften (Andor et al. 2015). Gleichzeitig beträgt die Akzeptanzquote von Gaskraftwerken in der eigenen Nachbarschaft lediglich 19 % (AEE 2018), wodurch die Standortwahl für neue Kraftwerke zumindest erschwert wird. Hier wird die Divergenz zwischen der allgemeinen öffentlichen Meinung und dem lokalen Stellenwert fossiler Kraftwerke deutlich, die zum Hindernis eines sozialverträglichen Kohleausstiegs werden kann.

Im oben beschriebenen Kontext ist für die Vermittlung zwischen lokalen und nationalen Interessen ein umfassendes Verständnis der Bedeutung fossiler Kraftwerke für die lokale Bevölkerung unabdingbar. Diese Arbeit zielt darauf ab, durch die Quantifizierung der externen Effekte fossiler Kraftwerke hierzu beizutragen und einen Orientierungsrahmen für Kompensations- und Anreizmaßnahmen zu schaffen. Hierzu wird aus der Perspektive der individuellen subjektiven Lebenszufriedenheit der Einfluss fossiler Kraftwerke auf die

Wohlfahrt der lokalen Bevölkerung auf der Ebene von Postleitzahlgebieten untersucht. Dies erfolgt anhand der Schätzung einer OLS-Regression mit fixen Effekten auf Basis der Daten des SOEP mit 61822 Deutschen Bürger*innen im Zeitraum von 1994 bis 2016. Die leitende Fragestellung ist hierbei:

*Wie beeinflussen die externen Effekte fossiler Kraftwerke die Lebenszufriedenheit von Anwohner*innen in den umliegenden sowie in den angrenzenden Postleitzahlgebieten?*

Im Fokus stehen sowohl die Effekte fossiler Kraftwerke in unmittelbarer Umgebung als auch potentielle Spillover-Effekte für angrenzende Gebiete. Darüber hinaus werden mögliche Unterschiede in der Wirkung und Intensität externer Effekte der verschiedenen Kraftwerkstypen – Steinkohle, Braunkohle und Erdgas¹ – adressiert. Die Ergebnisse werden anschließend anhand der marginalen Substitutionsrate mit dem Einkommen monetär bewertet. Nach Kenntnisstand des Autors ist diese Studie sowohl die Erste, die den Lebenszufriedenheitsansatz auf die Quantifizierung der externen Effekte fossiler Kraftwerke anwendet als auch die bisher Einzige, die Spillover-Effekte fossiler Kraftwerke adressiert. Daher trägt diese Arbeit entscheidend zu einem umfassenderen Verständnis der externen Effekte fossiler Kraftwerke bei.

Zu Beginn dieser Studie werden die Konzepte Lebenszufriedenheit und externe Effekte erläutert und das zugrundeliegende Verständnis in dieser Arbeit herausgearbeitet (Kapitel 2). Im zweiten Abschnitt werden zunächst die externen Effekte fossiler Kraftwerke mit Fokus auf kleinräumig bis interregional auftretende Einflüsse sowie der Forschungsstand in Bezug auf die Quantifizierung dieser Externalitäten dargestellt. Hieraus ergeben sich Forschungslücken, die durch die Ausrichtung der Fragestellung adressiert werden. Basierend auf dem Forschungsstand über die externen Effekte fossiler Kraftwerke werden zur Beantwortung der Forschungsfrage schließlich Hypothesen über den Zusammenhang von Lebenszufriedenheit und der Präsenz fossiler Kraftwerke abgeleitet (Kapitel 3). Im folgenden Kapitel 4 werden die Methodik und die Datenbasis dieser Arbeit ausführlich dargelegt. Dabei wird zuerst der Lebenszufriedenheitsansatz zur Quantifizierung externer Effekte eingeführt und die Vor- und Nachteile gegenüber klassischen Ansätzen erläutert. Danach wird die zugrundeliegende Datenbasis beschrieben. Anschließend werden sowohl die ökonometrische Methodik zur Schätzung des Einflusses als auch die zu

¹ Die Betrachtung in dieser Arbeit bezieht sich auf Erdgaskraftwerke, für eine bessere Lesbarkeit wird jedoch generell der Begriff Gaskraftwerk verwendet.

integrierenden Kontrollvariablen diskutiert. Hierbei werden Limitationen der Forschungsmethodik in dieser Arbeit hervorgehoben. Im Anschluss werden die Ergebnisse dargestellt und die Einflüsse fossiler Kraftwerke in monetären Einheiten quantifiziert (Kapitel 5). Darauf aufbauend werden die Ergebnisse zunächst in Bezug auf die aufgestellten Hypothesen sowie die monetäre Bewertung diskutiert. Daran anknüpfend wird die Bedeutung fossiler Kraftwerke für die umliegenden Gebiete herausgestellt und schließlich Implikationen für die Umsetzung des geplanten Kohleausstiegs abgeleitet (Kapitel 6). Die Arbeit schließt mit einem Fazit, das die Ergebnisse sowie Limitationen dieser Studie zusammenfassend darstellt und daraus resultierende Forschungspotentiale aufzeigt.

2 Relevante Konzepte

In diesem Kapitel werden für diese Studie notwendige Grundlagen erarbeitet. Zunächst wird der Begriff Lebenszufriedenheit definiert und von nahestehenden Konzepten abgegrenzt (Kapitel 2.1). Darauf folgt die Erläuterung externer Effekte (Kapitel 2.2).

2.1 Lebenszufriedenheit

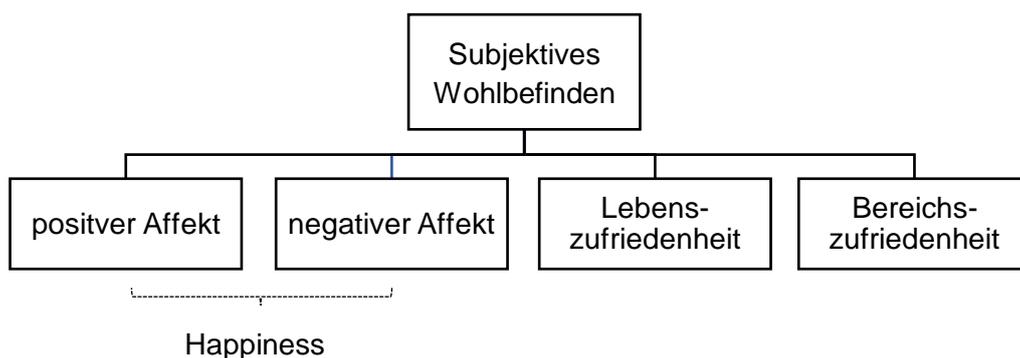
Nach Argyle (1987, S. 5) beschreibt Lebenszufriedenheit „a thoughtful appraisal of quality of life as a whole“. Aus dieser kurzen Definition lassen sich zwei wesentliche Charakteristika der Lebenszufriedenheit ableiten. Zum einen handelt es sich bei Lebenszufriedenheit um ein globales Maß. Dabei gleicht dieses nicht dem (gewichteten) Mittel der Zufriedenheiten in separat betrachteten Lebensbereichen, da die Gewichtung einzelner Aspekte des Lebens (z. B. Gesundheit, Familie oder Arbeit) in hohem Maße vom Individuum abhängt und nicht nach externen Kriterien erfolgt (Diener et al. 1999; Diener et al. 1985). Zum anderen ist Lebenszufriedenheit ein kognitiver Bewertungsprozess aus der Retroperspektive. Die Beurteilung erfolgt im Verhältnis zu einem individuell gesetzten Standard (Diener et al. 1985). Dieser kann sowohl auf vergangenen Lebensabschnitten als auch auf der eigenen Wahrnehmung anderer Menschen beruhen (Argyle 1987, Kap. 1). Entsprechend ist Lebenszufriedenheit stets ein subjektives Maß.

Ferner ist Lebenszufriedenheit ein eigenständiges Konstrukt, das separat neben positiven und negativen Affekten steht (Lucas et al. 1996). Während Lebenszufriedenheit ein kognitives Konstrukt ist, beziehen sich positive und negative Affekte auf die emotionale Bewertung des eigenen Lebens anhand von

Stimmungen und Emotionen (z. B. Freude oder Stress) (Diener et al. 1999). Der Unterschied der Lebenszufriedenheit zu affektiven Konstrukten resultiert dabei in erster Linie aus dem Entstehungsprozess, unter anderem kann Lebenszufriedenheit auch affektive Komponenten umfassen (Kämpfer 2014, Kap. 3.1). Affekte entstehen situationsspezifisch als unbewusste Reaktion auf die inneren und äußeren Lebensbedingungen und sind für das Individuum so direkt fühl- und erlebbar. Lebenszufriedenheit hingegen resultiert erst aus dem bewussten Nachdenken und Reflektieren über die eigenen Lebensbedingungen. Dadurch ist letzteres von der spezifischen Situation unabhängiger und von stärkerer zeitlicher Konstanz (Kämpfer 2014, Kap. 3.1). Studien zeigen, dass ein Teil der Lebenszufriedenheit genetisch bedingt und so generell zeitinvariant ist (z. B. Røysamb et al. 2018; Hahn et al. 2013). Der übrige Teil der Lebenszufriedenheit ist jedoch durch verschiedene innere und äußere Umstände veränderbar (für eine Übersicht siehe Dolan et al. 2008).

In der ökonomischen Literatur werden die Begriffe Lebenszufriedenheit („Life Satisfaction“) regelmäßig synonym mit Glück („Happiness“) und subjektivem Wohlbefinden („Subjective Well-being“) verwendet (Welsch und Ferreira 2014). Einige Autor*innen begreifen darüber hinaus weitere Terminologien als gleichbedeutend. So verwendet Easterlin (2001) über die zuvor genannten Begriffe hinaus „Utility“, „Welfare“ und „Well-being“ und versteht all diese als „various notions of subjective-wellbeing“ (S. 465)².

Abbildung 1: Begriffliche Einordnung von Lebenszufriedenheit



Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Diener et al. 1999

Nach Diener et al. (1999) sowie Mayring (1991) ist subjektives Wohlbefinden als Überbegriff für die Bewertung des eigenen Lebens durch das Individuum zu

² Für eine kritische Diskussion des Zusammenhangs zwischen Maßen des subjektiven Wohlbefindens und dem ökonomischen Nutzenkonzept, sei an dieser Stelle auf Clark et al. (2008) verwiesen.

verstehen, der sowohl kognitive als auch affektive Komponenten subsumiert. Der Begriff Happiness bezieht sich dabei primär auf die affektiven Komponenten des subjektiven Wohlbefindens (Welsch und Ferreira 2014). Zwar sind Happiness-Daten und Lebenszufriedenheitsdaten meist stark korreliert und deren Analysen führen zu vergleichbaren qualitativen Aussagen (Welsch und Ferreira 2014), trotzdem unterscheiden sie sich konzeptionell. Die Abbildung 1 verdeutlicht in einer schematischen Darstellung die diskutierte Einordnung der Konzepte und Begrifflichkeiten. Aufgrund konzeptioneller Unterschiede zwischen Lebenszufriedenheit und Happiness sowie der begrifflichen Unschärfe von subjektivem Wohlbefinden wird in dieser Arbeit der Begriff Lebenszufriedenheit verwendet. Ferner wird dieser nicht gleichbedeutend mit Subjective-Wellbeing oder Happiness verstanden. Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird teilweise nur von Zufriedenheit gesprochen. In diesen Fällen ist darunter, soweit nicht explizit anders angegeben, das globale Zufriedenheitsmaß zu verstehen.

2.2 Externe Effekte

Nach einer gängigen Definition von Baumol und Oates (1993, S. 17) bestehen externe Effekte, auch Externalitäten genannt, immer dann, wenn

„[...] some individual's (say A's) utility or production relationship include real (that is, nonmonetary) variables, whose values are chosen by others (persons, corporations, governments) without particular attention to the effects on A's welfare.“

Externe Effekte können sowohl aus Produktions- als auch Konsumaktivitäten resultieren und sich ebenfalls (simultan) auf beide Formen von Aktivitäten auswirken³ (Weimann 1995, Kap. 1.2). Es ist zu beachten, dass durch die Eingrenzung auf nicht-monetäre Variablen die sogenannten „pekuniären“ Effekte, das sind Veränderungen von Variablen in Folge von Marktbeziehungen, ausgeschlossen werden (Wiesmeth 2003, Kap. 5.2). Externe Effekte wirken also nicht indirekt über Marktbeziehungen, sondern gehen unmittelbar in die Produktions- bzw. Nutzenfunktion Dritter ein (Feess und Seeliger 2013, Kap. 3.3). Dabei können Externalitäten sowohl in Form von Nutzen (positiver externer Effekt) als auch Kosten (negativer externer Effekt) auftreten. Ein physischer Zusammenhang ist dabei nicht zwingend notwendig (Fritsch 2018, Kap. 4.1). Im Kontext der Lebenszufriedenheitsforschung kann so beispielsweise das relative

³ In der Literatur wird regelmäßig zwischen Konsum- und Produktionsexternalitäten unterschieden, allerdings wird nach der Entstehung (z. B. Fritsch 2018, Kap 4.2) oder der Auswirkung (z. B. Feess und Seeliger 2013, Kap. 3) des externen Effektes sowie simultan nach beiden Kriterien (z. B. Weimann 1995, Kap. 1.2) differenziert.

Einkommen im sozialen Vergleich in die Lebenszufriedenheitsfunktion eingehen (siehe dazu Clark et al. 2008).

Für externe Effekte ist die Nicht-Ausschließbarkeit vom Konsum charakteristisch. Im Fall positiver Externalitäten kann ein Individuum nicht vom Konsum ausgeschlossen werden, auch wenn keine Gegenleistung erbracht wird. Im Fall negativer externer Effekte hingegen müssen die Kosten ohne eine entsprechende Kompensation hingenommen werden (Fritsch 2018, Kap. 4.4). Zusätzlich besteht für viele externe Effekte, insbesondere in Form von Umweltbelastungen, keine Rivalität im Konsum, wodurch diese in ihrer Art nicht-marktfähigen öffentlichen Gütern bzw. Übeln entsprechen (Baumol und Oates 1993, Kap. 3). Beispielsweise betrifft die Luftverschmutzung in einem Gebiet alle dort ansässigen Menschen und nicht nur ein Individuum. Gleichzeitig reduziert sich der Grad an Luftverschmutzung bei einer steigenden Anzahl an Menschen nicht. Luftverschmutzung ist somit ein öffentliches Übel (Baumol und Oates 1993, Kap. 3). Entsprechendes kann ebenso für positive externe Effekte gelten, z. B. bei der Bekämpfung einer Mückenplage (siehe dazu Fritsch 2018, Kap. 4.4).

Aus volkswirtschaftlicher Sicht führen externe Effekte letztlich zu Fehlallokationen am Markt, da Nutzen bzw. Kosten Dritter in der Nutzen- bzw. Produktionsfunktion des Verursachers nicht berücksichtigt werden (Conrad 2017, Kap. 5.1; Deimer et al. 2017, Kap. 1.4). Die Wirtschaftspolitik kennt eine Vielzahl von Möglichkeiten zur Internalisierung externer Effekte (siehe weitestgehend Fritsch 2018, Kap. 5). Es sei darauf hingewiesen, dass beispielsweise die Erhebung einer (optimalen) Steuer auf negative Externalitäten (z. B. Luftverschmutzung) zu einer Reduzierung externer Effekte bis zum volkswirtschaftlich angemessenen Niveau führt, nicht aber zum vollständigen Ausbleiben (Baumol und Oates 1993, Kap. 3). In Bezug auf Konsument*innen, die von negativen externen Effekten betroffen sind, bedeutet dies ein verringertes Niveau externer Effekte, das sich zwar weniger stark, aber fortwährend abträglich auf den Nutzen auswirkt.

3 Aktueller Forschungsstand und Fragestellung

In diesem Kapitel werden zunächst die Externalitäten fossiler Kraftwerke beschrieben und ihre Bedeutung im Kontext dieser Arbeit erörtert (Kapitel 3.1). Darauf folgt ein Überblick über die zur Quantifizierung externer Effekte, verwendeten Methoden sowie die Diskussion bisheriger wissenschaftlicher Erkenntnisse mit Bezug zum Untersuchungsgegenstand dieser Arbeit (Kapitel 3.2).

3.1 Externe Effekte fossiler Kraftwerke

Die Produktion von Energie aus fossilen Brennstoffen ist mit einer Vielzahl externer Effekte verbunden, die sich überwiegend negativ auswirken (Welsch 2016). Der Wirkradius dieser Externalitäten reicht von globalen (Klimawandel) über interregionale (Luftverschmutzung) bis hin zu kleinräumigen lokalen Einflüssen (z. B. Lärmbelästigung). Da sich Gesundheitseffekte und Unannehmlichkeiten üblicherweise mit der Entfernung zum Standort reduzieren, werden Kraftwerke für gewöhnlich als Locally Undesired Land Use (LULU) kategorisiert (Welsch 2016). Über unmittelbar mit Kraftwerken verbundene externe Effekte hinaus treten weitere Externalitäten in vor- sowie nachgelagerten Prozessen auf (siehe weiterführend NRC 2010). Diese überschreiten jedoch den Fokus dieser Arbeit und werden größtenteils nicht gesondert behandelt. Die Ausnahme bilden die deutschen Braunkohletagebaue, da diese in enger räumlicher Nähe mit den Kraftwerken stehen (UBA 2015) und so eine separate Quantifizierung der externen Effekte von Braunkohlekraftwerken in dieser Studie nicht möglich ist. Die Messung der externen Effekte beruht in dieser Arbeit auf der individuellen Lebenszufriedenheit (siehe dazu Kapitel 4.1). Daher liegt der Fokus in diesem Kapitel auf externen Effekten, die sich auf die Konsument*innen auswirken. Externalitäten, die potentiell in die Produktionsfunktion dritter Unternehmen eingehen z. B. eine Verbesserung der gewerblichen Infrastruktur, werden nicht explizit berücksichtigt.

Treibhausgase

Bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe werden Treibhausgase, insbesondere Kohlenstoffdioxid (CO_2), freigesetzt. Die Umgebungskonzentration von Kohlenstoffdioxid nach der Vermischung mit der Luft ist zu gering, um die menschliche Atmung direkt zu beeinflussen und wird daher nicht als klassischer Luftschadstoff eingestuft (Jacobson 2008). Allerdings ist CO_2 neben anderen Treibhausgasen mit dem anthropogenen Klimawandel und dessen Folgen eng verknüpft (s. weiterführend IPCC 2018; 2015). In Deutschland summierten sich die energiebedingten Treibhausgasemissionen im Jahr 2016 auf 772 Mio. t CO_2e (berücksichtigt sind CO_2 , CH_4 und N_2O) (UBA 2018b). Das geografische Auftreten der Folgen des Klimawandels ist jedoch unabhängig vom Standort der Emissionsquelle. Die Externalitäten nehmen nicht mit der Distanz zum Kraftwerksstandort ab, sondern treten unabhängig von diesem auf (Welsch 2016). Im Kontext der Quantifizierung lokaler externer Effekte sind diese entsprechend von geringer Bedeutung.

Luftschadstoffe

Neben Treibhausgasen werden bei der Verbrennung fossiler Energieträger verschiedene Luftschadstoffe freigesetzt, mengenmäßig am bedeutendsten sind Sulfurdioxid (SO₂), Stickoxide (NO_x) und Feinstaub (PM₁₀ & PM_{2,5}) (Fouladi et al. 2016; Buchanan et al. 2014; Davis 2011). Darüber hinaus werden ebenfalls geringe Mengen Blei, Arsen und Quecksilber sowie weitere Schwermetalle freigesetzt (EEB 2017; Fouladi et al. 2016; Buchanan et al. 2014; Davis 2011). Der Schadstoffausstoß von fossilen Kraftwerken hängt neben den eingesetzten Filtertechnologien vor allem vom eingesetzten Energieträger und dessen Zusammensetzung ab. Im Vergleich zu Braunkohle ist der Schadstoffgehalt von Erdgas geringer, jedoch ebenfalls in relevanter Menge vorhanden. Steinkohle liegt im Mittelfeld (Fouladi et al. 2016; UBA 2015; Meij und te Winkel 2004).

Insgesamt ist die Energiewirtschaft in Deutschland einer der größten Emittenten sowohl von SO₂ als auch NO_x. Im Jahr 2016 betrug der Ausstoß 211,6 Tsd. t SO₂ sowie 294,7 Tsd. t Stickoxide (berechnet als NO₂). Dies entspricht einem Anteil von ca. 59,5 % der deutschen Gesamtemissionen an Sulfurdioxid und 24,2 % der ausgestoßenen Stickoxide. Damit ist die Energiewirtschaft der bedeutendste Verursacher von SO₂-Emissionen sowie, nach dem Verkehrssektor, der zweitgrößte NO_x-Emittent (UBA 2018a). Feinstaub wird nach seiner Größe in kleine Partikel mit weniger als 2,5 Mikrometer Durchmesser (PM_{2,5}) und größere Partikel bis 10 Mikrometer Durchmesser (PM₁₀) klassifiziert (Chikkatur et al. 2011). Der Ausstoß in Deutschland betrug im Jahr 2016 203,1 Tsd. t PM₁₀ sowie 100,8 Tsd. t PM_{2,5}. Davon wurden 9,1 Tsd. t PM₁₀ sowie 10,0 Tsd. t PM_{2,5} durch die Energiewirtschaft emittiert. Dies entspricht einem Anteil von ca. 4,5 % bzw. 9,9 % (UBA 2018a).

Zahlreiche Studien zeigen für eine NO_x - sowie für eine SO₂ - Belastung einen engen (kausalen) Zusammenhang mit gesundheitlichen Schäden, hierbei insbesondere Atemwegserkrankungen (für Übersichten siehe EPA 2017, 2016). Sowohl für kurz- als auch langfristige Feinstaubbelastungen wurden neben wahrscheinlich kausalen Zusammenhängen mit Atemwegs-, Nervensystems-, und Krebserkrankungen auch kausale Einflüsse auf Herz-Kreislaufkrankungen sowie Mortalität nachgewiesen (für Übersichten s. EPA 2018; Pope und Dockery 2006). Zusätzlich zu diesen Gesundheitseffekten reagieren SO₂ und NO_x mit weiteren Stoffen in der Luft, wodurch saurer Regen entsteht. Dieser schädigt nicht nur Gebäude, sondern auch Wälder sowie Gewässer und führt letztlich zur Veränderung gesamter Ökosysteme (Welsch 2016; Chikkatur und Sagar 2007). Modellierungsstudien zeigen, dass die genannten Schadstoffemissionen nicht

überproportional stark auf die direkte Umgebung großer Punktquellen, z. B. fossile Kraftwerke, wirken (Preiss et al. 2013; Mauzerall et al. 2005; Levy et al. 2002; Levy und Spengler 2002). Ein Großteil des Einflusses entsteht durch sekundären Feinstaub, der sich in der Atmosphäre durch komplexe chemische Reaktionen aus NO_x oder SO_2 bildet und während dieses Prozesses von seiner Ursprungsquelle weggetragen wird (Preiss et al. 2013). So legen große Teile des SO_2 und NO_x abhängig von Wind und atmosphärischen Bedingungen weite Distanzen zurück und führen in hunderten Kilometern Entfernung zu (gesundheitlichen) Schäden (Welsch 2016; Davis 2011). Preiss et al. (2013) zeigen anhand eines Kohlekraftwerks in Deutschland exemplarisch, dass 80 %, der aufgrund von Feinstaub und Ozon verlorenen Lebensjahre, innerhalb eines Radius von 700 km verteilt sind. Die höchste Belastung tritt dabei in dem Bereich zwischen 100 und 200 km Entfernung auf, während die Auswirkung in unmittelbarer Umgebung verhältnismäßig gering ist. Dies wird zum einen durch die Bildungszeit sekundären Feinstaubes und zum anderen durch die Höhe der Schornsteine bedingt (Preiss et al. 2013). Mengenmäßig geringer, jedoch potentiell mit einem stärkeren lokalen Einfluss auf die Gesundheit, ist primärer Feinstaub, da sich dieser von der Luft relativ nahe zur Emissionsquelle absetzt (Welsch 2016).

Lokale negative Effekte

Über die bereits diskutierten Emissionen hinaus entstehen in fossilen Kraftwerken während des operativen Betriebes große Mengen an Nebenprodukten, wie Aschen und Überreste von Entstaubungs- oder Filtersystemen. Diese enthalten hochgradig toxische Substanzen, unter anderem Quecksilber, Blei und Arsen, die bei unsachgemäßer Handhabung lokal verteilt werden oder in das Grundwasser gelangen können (Davis 2011; NRC 2010). Ferner können giftige diffuse Emissionen in Bodennähe entweichen, die die unmittelbare Umgebung belasten (Currie et al. 2013).

Des Weiteren kann die Wohlfahrt von Anwohner*innen durch das Erscheinungsbild, Landschaftsveränderungen und Lärmemissionen von Kraftwerken beeinflusst werden (Samadi 2017). Fossile Kraftwerke sind große industrielle Einrichtungen, die aufgrund ihrer Schornsteine aus großer Entfernung zu sehen sind (Thomson und Kempton 2018; Davis 2011). Die aus dem Betrieb resultierenden Rauchfahnen können dabei, abhängig von Lichtverhältnissen und Zusammensetzung des Rauches, in unterschiedlich starken gelb oder braun Tönen erscheinen (Latimer und Samuelse 1978). Mit einer Blickrichtung entlang

der Achse der Rauchfahne, oder wenn aufgrund von Umgebungsbedingungen signifikante Mengen sekundärer Partikel gebildet werden, führen die Ausstöße zu Einschränkungen der Sichtweite (Latimer und Samuelse 1978). Thomson und Kempton (2018) zeigen, dass ein großer Anteil der Anwohner*innen in Millsboro, DE (USA), die das örtliche Kohlekraftwerk von ihrem Wohnort aus sehen können, dies als negativ bewerten.

Neben visuellen Beeinträchtigungen können fossile Kraftwerke für Anwohner*innen mit Lärmbelastungen verbunden sein. Zusätzlich zu sehr großen Motoren für die Stromerzeugung, die einen hohen Level an Lärm und Vibration erzeugen, kommen laute Systeme wie Kühlungslüfter zum Einsatz. In diesem Kontext kann die Belastung durch Gaskraftwerke besonders hoch sein, da hier besonders lärmintensive Turbinenmotoren eingesetzt werden (Davis 2011). Verfügbare Technologien können die Lärmemissionen verringern, jedoch sind Kraftwerke teilweise noch in größerer Entfernung zu hören, insbesondere während Test- oder Reinigungsprozeduren (Thomson und Kempton 2018; Davis 2011). Ferner müssen Kraftwerke, um den Betrieb aufrecht zu erhalten, fortlaufend mit Brennstoffen versorgt werden. Während Gaskraftwerke meist durch Pipelines angebunden sind, müssen Kohlekraftwerke per LKW, Zug oder Schiff beliefert werden. Dies führt zu einem gesteigerten Verkehrsaufkommen, einhergehend mit Lärm und Luftverschmutzung, sowie Flugasche durch die Umladung der Kohle (Davis 2011).

Lokale negative Effekte von Braunkohletagebau

Über die kraftwerksbezogenen externen Effekten hinaus sind bei der Braunkohleverstromung aufgrund der räumlichen Nähe ebenfalls die Auswirkungen des Braunkohletagebaus zu berücksichtigen. Der Tagebau bedingt eine extensive Nutzung von Flächen, außerdem hat er einen erheblichen Einfluss auf den Zustand von Gewässern (von Hirschhausen und Oei 2013). Zum einen kann die für den Tagebau notwendige Absenkung des Grundwasserspiegels zu Beeinträchtigungen der Wasserversorgung, zum Trockenfallen von Feuchtgebieten sowie zur Verringerung der Wasserführung in Oberflächengewässern führen. Zum anderen kommt es zur sogenannten „Verockerung“, die u. a. die Fischfauna und das natürliche Nahrungsnetz schädigt (UBA 2015). Zusätzlich ist die Gewinnung von Braunkohle mit Lärm sowie Staubentwicklung verbunden (von Hirschhausen und Oei 2013). Insbesondere in den letzten Jahren könnte es für Anwohner*innen vor allem im Rheinischen Revier zusätzlich zu negativen Einflüssen durch anhaltende

umweltpolitische Proteste sowie Großeinsätze der Polizei gekommen sein. Derartige Effekte sind nicht direkt dem Tagebau oder der Braunkohleverstromung zuzuschreiben, allerdings treten diese in engem räumlichen Bezug auf und werden ggf. unbeabsichtigt in der Quantifizierung externer Effekte berücksichtigt.

Lokale positive Effekte

Den zahlreichen negativen Externalitäten stehen potentielle positive Effekte gegenüber. So schaffen Kraftwerke Arbeitsplätze, stärken die lokale Wirtschaft und führen zu positiven ökonomischen Spillovern (Greenstone et al. 2010). Die Beschäftigungsmöglichkeiten können Gebiete beleben und die Nachfrage nach Nachbarschaft zu den Standorten erhöhen (Farber 1998). Die Effekte einer verbesserten Arbeitsmarktsituation und wirtschaftlicher Spillover sind räumlich nicht eng begrenzt, sondern können über Gemeinde und Städtgrenzen hinauswirken. Vor dem Hintergrund eines Pendler*innen Anteils von 60 % in Deutschland (BBSR 2017) wird deutlich, dass von zusätzlichen Arbeitsplätzen in einem Postleitzahlgebiet auch Individuen in angrenzenden Gebieten profitieren können. Es ist zu vermuten, dass diese positiven Effekte bei Braunkohlekraftwerken durch die Verbindung mit dem Tagebau stärker ausfallen als bei Kohle- und Gaskraftwerken. Wie stark diese sind, ist jedoch umstritten. Einige Studien quantifizieren im Auftrag der Industrie die direkten und indirekten Arbeitsplätze der Braunkohleverstromung. Diese Studien basieren allerdings auf einer unvollständigen und mindestens fünf Jahre alten Datenbasis und können in den Modellen den Strukturwandel der Braunkohlregionen nicht erfassen (Wörlen et al. 2017).

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass fossile Kraftwerke mit einer Vielzahl von externen Effekten verbunden sind, die sich auf die Nutzenfunktion von Konsument*innen auswirken können. Diese unterscheiden sich dabei in positive und negative Einflüsse sowie nach ihrem Wirkradius. Die vorangegangene Diskussion zeigt, dass nicht alle bestehenden Externalitäten, z. B. Luftverschmutzung, ihre Wirkung (überproportional) an den Kraftwerksstandorten entfalten. Trotzdem sind Anwohner*innen je nach Kraftwerksart einer Reihe an negativen externen Effekten ausgesetzt, z. B. Lärm und visuelle Beeinträchtigungen, können jedoch gleichzeitig von positiven, insbesondere ökonomischen, Effekten profitieren.

3.2 Quantifizierung externer Effekte fossiler Kraftwerke

Generell finden zur Quantifizierung von lokalen externen Effekten verschiedene Methoden zur Bewertung nicht-marktfähiger Güter – sowohl Stated-, Revealed- als auch Experienced-Preference Ansätze – Verwendung. Zahlreiche Studien adressieren lokale Externalitäten und die Standortwahl der Stromerzeugung (für eine Übersicht siehe Welsch 2016). Dabei liegt der Fokus dieses Forschungsstrangs auf Erneuerbare-Energien-Anlagen, insbesondere Windkraft (Welsch 2016; für Übersichten siehe Knapp und Ladenburg 2015; Ladenburg 2009). Ferner finden sich in der Literatur zahlreiche Studien, die die Mechanismen der Standortwahl und die negativen Auswirkungen von LULUs erforschen (für Übersichten siehe Boyle und Kiel 2001; Farber 1998). Obwohl bereits in den 1970er Jahren die lokalen Externalitäten von Kohlekraftwerken zum ersten Mal quantifiziert wurden (siehe Blomquist 1974), ist bis zum heutigen Zeitpunkt die verfügbare Literatur sehr begrenzt (Thomson und Kempton 2018; Welsch 2016). Die durchgeführten Studien zur Quantifizierung externer Effekte fossiler Kraftwerke verwenden Stated-Preference Ansätze – hierbei Choice-Experimente und Contingent-Valuation – sowie den Hedonic-Pricing-Ansatz, als Revealed-Preference-Methode. Im Folgenden werden die bisherigen Erkenntnisse der Quantifizierung externer Effekte fossiler Kraftwerke nach ihrer zugrundeliegenden Methodik dargestellt und diskutiert. Im Abschnitt 3.2.3 wird zusätzlich die Anwendung des Experienced-Preference Ansatzes auf verwandte Untersuchungsgegenstände adressiert.

3.2.1 Stated-Preference – Choice-Experimente & Contingent-Valuation

Stated-Preference-Methoden zur Quantifizierung nicht-marktfähiger Güter basieren auf Umfragen und den entsprechenden Antworten in Form von z. B. monetären Werten, Auswahlentscheidungen oder Ratings (Brown 2003).

Navrud und Grønvik Bråten (2007) zeigen in einem Choice-Experiment, dass norwegische Stromkunden gegen eine Kompensation (negative Zahlungsbereitschaft) bereit wären, aus Dänemark importierten Kohlestrom durch die nationale Produktion aus Gaskraftwerken zu ersetzen. In Bezug auf die Distanz von Energieerzeugungsanlagen zum Wohnort finden Nkansah und Collins (2018), in einem Choice-Experiment, einen positiven Nutzen aus der Lokalisierung eines Gaskraftwerkes in der am weitesten entfernten Spezifikation (mehr als 19 Meilen) gegenüber einem Kraftwerk in unmittelbarer Umgebung. Die Ergebnisse von einer mittleren Entfernung im Vergleich zum nahgelegenen Standort sind zwischen den untersuchten Gebieten nicht konsistent. In einem

Contingent-Valuation-Ansatz untersuchen Thomson und Kempton (2018) die Zahlungsbereitschaft (WTP) von Bewohnern im Umfeld eines Kohlekraftwerks. Dabei erheben sie entsprechend der Präferenz des Probanden die WTP für die Erhaltung oder Entfernung des Kraftwerks sowie unter Konstanthaltung aller anderen Effekte die Zahlungsbereitschaft zur Entfernung visueller oder auditiver Einflüsse. Die Autor*innen finden eine WTP in Höhe von monatlich \$ 1,82 um das Kraftwerk vollständig, \$ 0,86 um die visuellen Effekte zu entfernen und unerwartete \$ 0,1 um die auditiven Effekte zu erhalten. Die Lücke zwischen der umfassenden WTP und den Zahlungsbereitschaften in Bezug auf visuelle und auditive Effekte kann als Indiz interpretiert werden, dass zusätzlich Externalitäten z. B. lokale Feinstaubbelastung relevant sind (siehe dazu Kapitel 3.1). Allgemeiner zeigen Ladenburg und Dubgaard (2007), Krueger et al. (2011) sowie Mirasgedis et al. (2014) anhand von Windkraftanlagen eine Zahlungsbereitschaft von Anwohner*innen, um visuelle Unannehmlichkeiten zu reduzieren. Darüber hinaus liefern Li, H. et al. (2009), Istamto et al. (2014) und Bravo-Moncayo et al. (2017) Belege für eine WTP zur Minderung von Lärm, hier Verkehrslärm.

In Bezug auf fossile-Energien-Anlagen deuten die Stated-Preference-Ansätze auf eine Zahlungsbereitschaft für die Verlegung fossiler Kraftwerke in größere Entfernung zum eignen Wohnort bzw. auf das Erfordernis einer Kompensation für die räumliche Annäherung hin. Allerdings weisen Stated-Preference-Ansätze erhebliche methodische Limitationen auf. Insbesondere wenn Umweltveränderungen ein monetärer Wert zugeordnet werden soll, stellt dies eine ungewohnte und kognitiv sehr anspruchsvolle Aufgabe für Proband*innen dar. Hieraus könnte die Äußerung von Einstellungen anstelle der beabsichtigten Präferenzen resultieren (Welsch und Kühling 2009). Zusätzlich ist der hypothetische Charakter der Entscheidungssituationen eine Quelle systematischer Verzerrungen. Proband*innen könnten strategisch antworten, wenn sie davon ausgehen, dass ihre Antworten eine Auswirkung auf die Standortwahl für fossile Kraftwerke oder eine mögliche Kompensation haben (Fujiwara und Campbell 2011, Kap. 4.3). Des Weiteren kann ein Effekt sozialer Erwünschtheit, in Abhängigkeit der individuellen Bewertung dieser, das Antwortverhalten zu Lasten sowie zu Gunsten fossiler Kraftwerke verzerren (Diekmann 2016, Abschnitt C Kap. 4). Ferner könnten Adaptions- und Gewöhnungseffekte an fossile Kraftwerke systematisch unterschätzt werden, was zu einer Überschätzung der WTP führen würde (Lima und Marques 2017; Fujiwara und Campbell 2011, Kap. 4.3).

3.2.2 Revealed-Preference – Hedonic-Pricing

Die Verwendung des Hedonic-Pricing-Ansatzes zur Bewertung externer Effekte gründet auf der Annahme, dass Immobilienpreise den Wert nicht-marktfähiger Güter, z. B. eine gute Arbeitsmarktsituation, Umweltverschmutzung oder Lärm, abbilden und somit die Zahlungsbereitschaft für diese offenlegt. Die Studien basieren dabei sowohl auf einzelnen (Blomquist 1974; Deng et al. 2014) als auch auf einer Vielzahl von Standorten (Currie et al. 2013; Davis 2011).

Bereits 1974 untersucht Blomquist auf Basis des 1970er U. S. Zensus den Einfluss des Winnetka Kohlekraftwerks in Illinois, auf den Wert umliegender Immobilien. Hierbei berichtet der Autor einen positiven Zusammenhang zwischen der Distanz zum Kraftwerk und dem Immobilienwert. Innerhalb eines Radius von 11.500 Fuß (ca. 3,5 km) zum Kraftwerksstandort steigt der Wert einer durchschnittlichen Immobilie um 0,9 %, für jede Erhöhung der Entfernung um 10 %. Deng et al. (2014) erforschen den Effekt der Verlegung von zwei Kraftwerken in Chengdu, China, auf den umgebenden Häusermarkt. Die Analyse basiert auf täglichen Daten der Immobilientransaktionen neuer Wohneinheiten im Stadtzentrum von Chengdu. Diese ermöglichen es den Autor*innen anhand von georeferenzierten Daten die Entfernung zum (ehemaligen) Kraftwerksstandort zu ermitteln. Mithilfe eines Difference-in-Difference Preismodells zeigen Deng et al. (2014) einen stärkeren Anstieg der Immobilienpreise innerhalb eines Radius von 5 km um das ehemalige Kraftwerk gegenüber naheliegenden, aber weiter entfernten, Quartieren. Der Preis pro Quadratmeter stieg innerhalb des 5 km - Radius um zusätzliche 12,1 % nach der Schließung des Chengdu Kraftwerks (August 2006 bis Mai 2007) und um zusätzliche 14,3 % nach der Verlegung des Huang Neng Kraftwerks (Juli 2007 – Mai 2009) relativ zur Basisperiode (Januar 2005 bis Juni 2006).

Davis (2011) veröffentlicht die erste großangelegte Studie, in welcher der Effekt von 92 Kraftwerksinbetriebnahmen (mit mindestens 100 MW Leistung) zwischen 1993 und 2000 auf lokale Immobilienwerte und Mieten untersucht wird. Die Analyse basiert auf disaggregierten Mikrodaten des zehnjährigen U. S. Zensus. Diese ermöglichen dem Autor eine Untersuchung auf der Ebene von Zensusblöcken mit Berücksichtigung spezifischer lokaler Charakteristika im Vorfeld der Kraftwerkseröffnung. Davis (2011) findet innerhalb eines Radius von 2 Meilen (ca. 3,2 km) eine moderate Minderung von 4 - 7 % der Immobilienpreise und 3 - 4 % der Mieten. Basierend auf diesen Ergebnissen und einem durchschnittlichen Gesamtwert der umliegenden Immobilien schätzt der Autor

den lokalen Wohlfahrtsverlust auf \$ 13,2 Millionen. In der Studie wird allerdings nicht zwischen verschiedenen Kraftwerkstypen differenziert. Currie et al. (2013) untersuchen den Einfluss von mehr als 1600 giftige Stoffe emittierender Fabriken, u. a. fossiler Kraftwerke, auf lokale Immobilienpreise und gleichzeitig auf die Gesundheit von Kleinkindern. Die Autor*innen zeigen, dass Immobilien innerhalb eines Radius von einer Meile (ca. 1,6 km) eine Wertminderung von 1,5 % erfahren, wenn eine Fabrik in Betrieb genommen wird. Currie et al. (2013) kalkulieren einen Wertverlust bei Inbetriebnahme von \$ 1.890 für eine durchschnittliche Immobilie sowie ungefähr \$ 1,5 Millionen für einen gesamten angrenzenden Häusermarkt. Ein solcher einheitlicher externer Effekt über unterschiedliche Anlagenarten ist jedoch nicht anzunehmen (Farber 1998). Currie et al. (2013) untersuchen Unterschiede im Effekt unter Berücksichtigung der Heterogenität der einbezogenen Fabriken, können jedoch keine belastbaren Aussagen machen.

Insgesamt zeigen die Revealed-Preference-Studien eine negative Preisveränderung des angrenzenden Häusermarktes als Reaktion auf die Inbetriebnahme fossiler Kraftwerke, die entsprechend dem Hedonic-Pricing-Ansatz den Wert der nicht-marktfähigen externen Effekten offenlegt (Fujiwara und Campbell 2011, Kap. 4.3). Allerdings basieren die Studien überwiegend auf einzelnen Fallbeispielen oder differenzieren unterschiedliche Kraftwerks- bzw. Fabrikarten nur unzureichend. Zusätzlich sind Hedonic-Pricing-Methoden in mehreren Hinsichten limitiert. Zunächst könnten Immobilienmärkte nicht im Gleichgewicht sein und externe Effekte bei fallenden Preisen unter- sowie bei steigenden Preisen überschätzt werden (Freeman 2003, Kap. 11). Aufgrund des Aufkommens neuer Unannehmlichkeiten und einer potentiell verzögerten Reallokationen ist dies im Kontext fossiler Kraftwerke besonders relevant (Farber 1998). Darüber hinaus kann eine Selbstselektion, z. B. resultierend aus fehlenden individuellen Alternativen oder hoher Toleranz gegenüber einer bestimmten Art von Unannehmlichkeiten, zu einer Verzerrung der Schätzung für die Gesamtbevölkerung führen (Farber 1998). Ferner bestehen viele Möglichkeiten der Kompensation für öffentliche Übel (Stutzer und Frey 2008). Wird nicht für alle, z. B. kürzere Wege zur Arbeit, kontrolliert, kann nur ein partieller Effekt der Externalitäten geschätzt werden (Fujiwara und Campbell 2011, Kap. 4.3).

3.2.3 Experienced-Preference – Lebenszufriedenheitsansatz

Ein dritter Forschungsstrang zur Quantifizierung nicht-marktfähiger Güter ist die Experienced-Preference-Methode, auch als Happiness- oder Lebenszufriedenheitsansatz (LSA) bezeichnet (Welsch und Ferreira 2014; Frey et al. 2009). Bei dem LSA wird anhand einer Regression der Einfluss eines Niveaus der Ausstattung mit einem öffentlichen Gut auf die individuelle subjektiv berichtete Lebenszufriedenheit geschätzt. Dieser kann sowohl direkt in Lebenszufriedenheit als auch relativ zum Einkommenseffekt interpretiert werden (Frey et al. 2009; Welsch und Kühling 2009, siehe weiterführend Kapitel 4.1). Bei den monetären Bewertungen ist zu beachten, dass durch die Endogenität des Einkommens diese potentiell überschätzt werden (siehe dazu Kapitel 4.4.1).

In der Umweltökonomie wurde der LSA zur Erforschung einer Vielzahl verschiedener Zusammenhänge eingesetzt (für Übersichten siehe Welsch und Ferreira 2014; MacKerron 2012; Frey et al. 2010; Welsch und Kühling 2009). Mit Bezug zu den Externalitäten fossiler Kraftwerke untersuchen zahlreiche Studien den Zusammenhang zwischen Lebenszufriedenheit und den mit fossilen Kraftwerken verbundenen öffentlichen Gütern bzw. Übeln Lärmbelästigung (Urban und Máca 2013; Rehdanz und Maddison 2008; van Praag und Baarsma 2005), landschaftliche Attraktivität (Ambrey und Fleming 2011) sowie Luftverschmutzung (für eine Übersicht siehe Li et al. 2018).

van Praag und Baarsma (2005) zeigen am Fallbeispiel des Amsterdam Schiphol International Airport, dass ein Anstieg der Lärmverschmutzung einen negativen Einfluss auf die Lebenszufriedenheit der Anwohner*innen hat. Rehdanz und Maddison (2008) schätzen den Einfluss subjektiv berichteter Lärmbelastung auf die Lebenszufriedenheit basierend auf den SOEP Wellen der Jahre 1994, 1999 und 2004. Die Autor*innen finden dabei einen ökonomisch und statistisch signifikanten Einfluss. In monetären Einheiten müssten Haushalte für einen Anstieg der empfundenen Lärmbelastung, auf einer 5-Punkte-Skala, um eine Kategorie, mit monatlich 360 € kompensiert werden. Urban und Máca (2013) haben in fünf tschechischen Städten Interviews mit Anwohner*innen geführt, die von Schienenverkehrslärm betroffen sind. Hierbei finden die Autoren zwar einen Einfluss auf die Zufriedenheit mit der Wohnsituation, jedoch keinen statistisch signifikanten Zusammenhang von Verkehrslärm und der umfassenden Lebenszufriedenheit. In Bezug auf visuelle Annehmlichkeiten zeigen Ambrey und Fleming (2011) für Bewohner South East Queensland, Australien, anhand des

LSA eine statistisch und ökonomisch signifikante Zahlungsbereitschaft für die Erhöhung der landschaftlichen Attraktivität an ihrem Wohnort.

Der Zusammenhang zwischen Luftverschmutzung und LS wird sowohl für Stickoxide (NO₂) (Schmitt 2013; MacKerron und Mourato 2009; Welsch 2007), Schwefeldioxid (SO₂) (Zhang, Xin et al. 2017; Ferreira et al. 2013; Luechinger 2010, 2009; Smyth et al. 2008; Welsch 2002) als auch Feinstaub (PM_{2,5} & PM₁₀) (Orru, K. et al. 2016; Ambrey et al. 2014; Levinson 2012; Ferreira und Moro 2010; MacKerron und Mourato 2009; Welsch 2007) untersucht. Zhang et al. (2017) erforschen den Einfluss eines aggregierten Index für Luftverschmutzung. Li et al. (2014) und Rehdanz und Maddison (2008) beleuchten den Effekt selbsteingeschätzter Belastung auf die Lebenszufriedenheit. Die Studien finden überwiegend einen statistisch signifikanten negativen Einfluss der Luftverschmutzung (für eine Übersicht siehe Li et al. 2018). In Bezug auf die, im Kontext dieser Studie besonders relevante, Exposition mit Feinstaub (PM) finden Welsch (2007) – auf nationaler Ebene – sowie Ferreira und Moro (2010) als auch Levinson (2012) – auf regionaler Ebene –, einen signifikanten negativen Zusammenhang. MacKerron und Mourato (2009), Ambrey et al. (2014) und Orru et al. (2016) schätzen anhand von Verteilungsmodellen die Exposition auf individueller Ebene. Während erstere keinen signifikanten Einfluss finden, zeigen Ambrey et al. (2014) und Orru et al. (2016) eine statistisch signifikante Reduktion der Lebenszufriedenheit.

In Bezug auf die Stromversorgung untersuchen Welsch und Biermann (2014) anhand von Lebenszufriedenheitsdaten die Präferenzen der Bewohner*innen verschiedener europäischer Länder für ihren nationalen Strommix. Dabei zeigen die Autoren, dass die Produktion aus Gas gegenüber Atomkraft bevorzugt wird, die Präferenzen für Solar- & Windenergie allerdings signifikant stärker sind. Für den Anteil der Kohleverstromung am nationalen Energiemix können die Autoren keine signifikanten Effekte nachweisen. Dieser Arbeit konzeptionell am nächsten quantifizieren Welsch und Biermann (2016) – für Atomkraftwerke in der Schweiz –, Krekel und Zerrahn (2017, 2015) – für Windkraftwerke in Deutschland – sowie Möllendorff und Welsch (2017) – für Erneuerbare-Energien-Anlagen in Deutschland –, erfolgreich die externen Effekte mit räumlichem Bezug zum Anlagenstandort. Letztere verwenden dabei einen mit dieser Studie vergleichbaren Ansatz auf Postleitzahlenebene.

Insgesamt wird der Lebenszufriedenheitsansatz zur Quantifizierung einer Vielzahl verschiedener externer Effekte sowie nicht-marktfähiger Umweltgüter

verwendet, die mit fossilen Kraftwerken in Verbindung stehen. Dabei wird gezeigt, dass zwischen Lärmbelastung sowie verschiedenen Formen der Luftverschmutzung und Lebenszufriedenheit ein negativer Zusammenhang besteht. Während die Experienced-Preference-Methodik bereits erfolgreich zur Quantifizierung externer Effekte Erneuerbarer-Energien-Anlagen und Atomkraftwerken angewandt wurde, fand sie bei fossilen Kraftwerken bisher keine Anwendung.

3.3 Forschungslücke und Fragestellung

Bis zum heutigen Zeitpunkt ist die Literatur, die explizit die lokalen externen Effekte fossiler Kraftwerke quantifiziert, begrenzt. Die vorangegangenen Studien verwenden Stated-Preference-Ansätze, hierbei Choice-Experimente und Contingent-Valuation sowie den Hedonic-Pricing-Ansatz, als Revealed-Preference-Methode. Die Ergebnisse werden entsprechend durch die jeweiligen methodenspezifischen Schwächen limitiert. Der Experienced-Preference-Ansatz, der einige der Mängel der klassischen Ansätze überwindet (siehe dazu Kapitel 4.1.2), wurde nach Kenntnisstand des Autors bisher nicht auf den obengenannten Untersuchungsgegenstand angewandt. Des Weiteren basiert die vorangegangene Forschung überwiegend auf Fallbeispielen. Lediglich Currie et al. (2013) und Davis (2011) führen großangelegte Studien durch, jedoch differenzieren diese nicht hinreichend zwischen verschiedenen Kraftwerksarten. Ferner konnten trotz intensiver Literaturrecherche keine Studien gefunden werden, die Spillover-Effekte auf angrenzende Gebiete untersucht.

Das Ziel dieser Arbeit ist es, zur Schließung der bestehenden Forschungslücken beizutragen. Durch die Anwendung des Lebenszufriedenheitsansatzes (siehe dazu Kapitel 4.1) wird die methodische Basis der Bewertung externer Effekte fossiler Kraftwerke erweitert. Die leitende Forschungsstellung ist dabei:

*Wie beeinflussen die externen Effekte fossiler Kraftwerke die Lebenszufriedenheit von Anwohner*innen in den umliegenden sowie in den angrenzenden Postleitzahlgebieten?*

Die Forschungsfrage umfasst sowohl die Wirkrichtung als auch die Intensität der externen Effekte fossiler Kraftwerke. Durch die Berücksichtigung einer Vielzahl von Kraftwerksstandorten, differenziert nach den Kraftwerksarten – Steinkohlekraftwerk, Gaskraftwerk und Braunkohlekraftwerk –, zielt diese Arbeit darauf ab, Unterschiede in der Intensität lokaler externer Effekte aufzudecken. Zusätzlich werden mögliche Spillover-Effekte durch die Differenzierung in umliegende und angrenzende Gebiete adressiert. Letztlich werden die externen

Effekte sowohl auf individueller als auch approximativ auf räumlicher Ebene in monetären Einheiten quantifiziert (siehe dazu Kapitel 4.1.1). Dadurch soll zum einen ein Orientierungsrahmen für notwendige Kompensations- und Anreizmaßnahmen gesetzt und zum anderen die Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit weiteren Studien, die auf anderen Methoden (z. B. dem Hedonic-Pricing-Ansatz) beruhen, geschaffen werden. Die Beantwortung der Forschungsfrage erfolgt dabei anhand von Hypothesen, die im folgenden Kapitel formuliert werden.

3.4 Hypothesenformulierung

Auf Basis der Erkenntnisse der bisherigen Forschung über die externen Effekte fossiler Kraftwerke (Kapitel 3.1) und der Quantifizierung der Externalitäten (Kapitel 3.2) werden im folgenden Hypothesen über den Zusammenhang der Präsenz fossiler Kraftwerke mit der subjektiven Lebenszufriedenheit hergeleitet.

Fossile Kraftwerke gehen mit einer Vielzahl unterschiedlicher externer Effekte einher. Einerseits können sie die Lebenszufriedenheit von Anwohner*innen z. B. durch Lärm, visuelle Beeinträchtigungen und die Belastung mit primärem Feinstaub negativ beeinflussen. Andererseits können Kraftwerke auch Gebiete (wirtschaftlich) beleben und u. a. durch eine verbesserte Arbeitsmarktsituation einen positiven Effekt für die Anwohner*innen aufweisen (Kapitel 3.1). Vorangegangene Hedonic-Pricing-Studien finden allerdings einstimmig einen abträglichen Einfluss fossiler Kraftwerke (Kapitel 3.2.2). Daher wird angenommen, dass die negativen die positiven externen Effekte für Anwohner*innen umliegender PLZ-Gebiete überschatten.

***H1:** Die Präsenz fossiler Kraftwerke wirkt sich negativ auf die Lebenszufriedenheit der Anwohner*innen im umliegenden PLZ-Gebiet aus.*

Kompensationen für negative externe Effekte können grundsätzlich unterschiedliche Formen annehmen (Stutzer und Frey 2008). Die Erkenntnisse der Hedonic-Pricing-Studien (Kapitel 3.2.2) zeigen, dass die Inbetriebnahme fossiler Kraftwerke zu einer Minderung der Immobilienpreise und Mieten in einem begrenzten Umkreis führt. Dies kann eine indirekte Kompensation für Anwohner*innen der umliegenden Gebiete darstellen und den gemessenen Effekt negativer externer Effekte in umliegenden Gebieten reduzieren.

***H2:** Geringere Wohnkosten kompensieren im umliegenden PLZ-Gebiet indirekt für negative externe Effekte fossiler Kraftwerke.*

Die positiven (ökonomischen) externen Effekte fossiler Kraftwerke sind nicht eng räumlich begrenzt, sondern wirken über die unmittelbare Umgebung der Kraftwerke hinaus. Bewohner*innen angrenzender Gebiete können so von einer verbesserten Arbeitsmarktsituation und weiteren ökonomischen Spillover-Effekten profitieren. Gleichzeitig sind diese weder von kleinräumig auftretenden negativen Einflüssen, wie Lärmemissionen, noch überproportional von überregionalen Effekten, wie Luftverschmutzung, betroffen (Kapitel 3.1). Daher wird angenommen, dass die Präsenz fossiler Kraftwerke einen positiven Einfluss auf die Lebenszufriedenheit von Anwohner*innen in angrenzenden Gebieten hat.

***H3:** Die Präsenz fossiler Kraftwerke wirkt sich positiv auf die Lebenszufriedenheit von Anwohner*innen angrenzender PLZ-Gebiete aus.*

Steinkohle-, Gas- sowie Braunkohlekraftwerke, sind allesamt Quelle positiver und negativer externer Effekte. Die Art und Intensität der externen Effekte sind jedoch teilweise typenspezifisch (siehe dazu Kapitel 3.1). In diesem Kontext sind von Braunkohlekraftwerken, insbesondere durch die räumliche Nähe zu Tagebauen, vergleichsweise hohe Effekte, sowohl im Positiven als auch im Negativen, zu erwarten. Im Gegensatz zu Kohlekraftwerken erfordern Gaskraftwerke keinen zusätzlichen Verkehr für die Brennstoffanlieferung und auch das Gesundheitsrisiko durch Flugaschen besteht nicht. Im Gegenzug kann die Lärmbelastung durch Gaskraftwerke aufgrund der eingesetzten Turbinenmotoren höher sein. Daher bleibt fraglich welcher Kraftwerkstyp zu stärkeren abträglichen Einflüssen für Anwohner*innen umliegender PLZ-Gebiete führen könnte. Über die spezifische Intensität von positiven externen Effekten können hier ebenfalls keine Annahmen getroffen werden.

***H4:** Der Effekt der Präsenz fossiler Kraftwerke auf die Lebenszufriedenheit unterscheidet sich in seiner Stärke in Abhängigkeit von der Kraftwerksart. Der stärkste Einfluss geht dabei von Braunkohlekraftwerken aus.*

4 Methodik und Daten

In diesem Abschnitt werden die Methodik und die Datenbasis zur Beantwortung der leitenden Forschungsfrage sowie zur Überprüfung der Hypothesen erläutert. Zunächst wird der Lebenszufriedenheitsansatz zur Quantifizierung externer Effekte dargestellt (Kapitel 4.1). Im Anschluss werden die verwendeten Datensätze beschrieben (Kapitel 4.2). Daran anknüpfend wird die ökonometrische Methodik zur Schätzung der lokalen externen Effekte fossiler Kraftwerke diskutiert (Kapitel 4.3). Auf Basis der verfügbaren Literatur werden

schließlich die Determinanten der Lebenszufriedenheit identifiziert, die als Kontrollvariablen in die Regressionsanalyse aufzunehmen sind (Kapitel 4.4).

4.1 Der Lebenszufriedenheitsansatz zur Quantifizierung externer Effekte

Der Lebenszufriedenheitsansatz erweitert die methodischen Möglichkeiten zur Evaluierung nicht-marktfähiger (Umwelt-) Güter (Ferreira und Moro 2010). Im Folgenden wird dieser konzeptionell erläutert (Kapitel 4.1.1) und die Vor- & Nachteile gegenüber den klassischen Stated- & Revealed-Preference-Ansätzen dargelegt (Kapitel 4.1.2).

4.1.1 Methodische Grundlagen

Der Lebenszufriedenheitsansatz basiert auf der individuell berichteten Lebenszufriedenheit als Approximation der Wohlfahrt eines Individuums (Ferreira und Moro 2010; Frey et al. 2010; Welsch und Kühling 2009). Dadurch liegt ihm der sogenannte Erfahrungsnutzen (experienced utility) zugrunde. Dieser ist ein Ex-post-Konzept, das den tatsächlich erfahrenen Nutzen eines Individuums widerspiegelt und von dem Entscheidungsnutzen, dem ex ante antizipierten Nutzen einer Entscheidung, abzugrenzen ist (Kahneman und Sugden 2005; Kahneman et al. 1997).

Unter der Voraussetzung einer adäquaten und validen Approximation des Nutzens durch individuelle Lebenszufriedenheit können öffentliche Güter oder Übel, u. a. auch externe Effekte, in Form von Wohlfahrt bewertet werden. Darauf aufbauend kann anhand des marginalen Nutzens einer Umweltveränderung und des marginalen Nutzens von Einkommen das Trade-off-Verhältnis berechnet werden. Hieraus kann letztlich eine monetäre Bewertung des öffentlichen Gutes abgeleitet werden (Frey et al. 2010; Welsch und Kühling 2009).

Die Lebenszufriedenheitsfunktion als Operationalisierung einer indirekten Nutzenfunktion kann folgendermaßen dargestellt werden (Welsch und Kühling 2009):

$$W_{ijt} = F(Q_{jt}, M_{ijt}, X_{jt}, D_{ijt}, U_{ijt}) \quad (1)$$

Dabei ist W_{ijt} die berichtete subjektive Lebenszufriedenheit des Befragten i am Ort j zum Zeitpunkt t , Q_{jt} repräsentiert die Umweltbedingungen am Ort j zum Zeitpunkt t und M_{ijt} ist das Einkommen des Individuums i . X_{jt} ist ein Vektor relevanter makroökonomischer Variablen, D_{ijt} ein Set beobachteter individueller Determinanten und U_{ijt} ein Set unbeobachteter Determinanten auf individueller Ebene.

Die ökonometrische Analyse von Lebenszufriedenheitsdaten erfordert zwei grundlegende Annahmen (Ferrer-i-Carbonell und Frijters 2004).

- 1.) Zwischen der Lebenszufriedenheit (LS) und dem zugrundeliegenden wahren Nutzen (U) besteht eine positive monotone Beziehung. Wenn für Individuum i in den Zeitpunkten t und s : $LS_{it} > LS_{is}$ dann ist $U_{it} > U_{is}$.
- 2.) Lebenszufriedenheit ist interpersonell ordinal vergleichbar. Wenn $LS_i > LS_j$ ist, gilt $U_i > U_j$.

Die Akzeptanz dieser fundamentalen Annahmen wird durch eine Vielzahl wissenschaftlicher Befunde gestützt (siehe dazu Frey et al. 2010; Ferrer-i-Carbonell und Frijters 2004; Diener et al. 1999; sowie für eine kritische Diskussion Clark et al. 2008). Bei ordinaler Vergleichbarkeit können Ordered-Discrete-Choice-Ansätze, wie Ordered-Probit- oder Ordered-Logit-Modelle Verwendung finden (Ferrer-i-Carbonell und Frijters 2004). Notwendige Bedingung einer OLS-Schätzung ist die zunehmend restriktive Annahme einer interpersonellen kardinalen Komparabilität (Welsch und Ferreira 2014; Ferrer-i-Carbonell und Frijters 2004).

- 3.) Lebenszufriedenheit ist interpersonell kardinal vergleichbar. $LS_{it} - LS_{jt}$ ist proportional zu $U_{it} - U_{jt}$.

Wird eine geeignete Lebenszufriedenheitsfunktion anhand eines OLS-Modells mit fixen Effekten geschätzt, kann eine monetäre Bewertung der marginalen Veränderung des betrachteten Umweltgutes abgeleitet werden⁴. Dazu wird die marginale Bewertung durch das totale Differential von Gleichung (1) und dem Festsetzen von $dW = 0$ hergeleitet. In einer vereinfachten Notation von Gleichung (1) als $W = F(Q, M)$ kann dies dargestellt werden als (Welsch und Kühling 2009):

$$MV = - \frac{dM}{dQ} = \frac{\partial F / \partial Q}{\partial F / \partial M} \quad (2)$$

Der absolute Wert von MV ist die implizite marginale Substitutionsrate (MRS) zwischen der Umweltbedingung und Einkommen (Welsch und Kühling 2009). Aus MV kann schließlich die nutzenkonstante Bewertung marginaler Veränderungen der Umweltqualität abgeleitet werden, beispielsweise die nötige Einkommensänderung, um eine marginale Verschlechterung der Umweltqualität

⁴ Auf Basis der Schätzung von Ordered-Logit- sowie Ordered-Probit-Modellen ist ebenfalls eine monetäre Bewertung möglich, siehe weiterführend Dickerson et al. 2014. Dies ist im Kontext dieser Arbeit jedoch nicht relevant.

bei gleichbleibender Lebenszufriedenheit zu kompensieren (Welsch und Kühling 2009).

4.1.2 Vergleich mit Stated- und Revealed-Preference-Ansätzen

Der Lebenszufriedenheitsansatz und Stated- sowie Revealed-Preference-Ansätze unterscheiden sich maßgeblich durch das zugrundeliegende Nutzenkonzept. Während der LSA auf dem Erfahrungsnutzen beruht, beziehen sich Stated- und Revealed-Preference-Methoden auf den Entscheidungsnutzen, den ex ante antizipierten Nutzen einer Entscheidung (Ferreira und Moro 2010; Kahneman und Sugden 2005). Beim Hedonic-Pricing-Ansatz internalisiert der Marktpreis einer bestimmten Immobilie den erwarteten Einfluss der Umweltqualität auf den Nutzen. Die aus Stated-Preference-Ansätzen resultierende WTP für eine hypothetische Umweltveränderung beruht ebenfalls auf der Erwartung des Probanden in Bezug auf die einhergehende Nutzenveränderung. Daher erfordern diese Ansätze die Fähigkeit von Individuen, Implikationen für ihren Nutzen akkurat zu prognostizieren (Welsch und Ferreira 2014). Unter dieser Bedingung wäre eine generelle Übereinstimmung von Erfahrungs- und Entscheidungsnutzen gegeben (Kahneman und Sugden 2005). Allerdings verdeutlichen die Erkenntnisse zahlreicher Studien die Unfähigkeit von Individuen zur präzisen und fehlerfreien Antizipation ihres Nutzens (für weiterführende Diskussionen siehe Frey und Stutzer 2014; Wilson und Gilbert 2005; Loewenstein et al. 2003). Die Experienced-Preference-Methodik hingegen stellt diese Anforderung nicht und vermeidet entsprechend den resultierenden Bias. Darüber hinaus setzt der Lebenszufriedenheitsansatz im Gegensatz zu den klassischen Methoden keinerlei Kenntnisse der Individuen über Ursachen-Wirkungs-Zusammenhänge voraus. Dadurch können alle Einflüsse einer Umweltveränderung erfasst werden, selbst wenn die Person sich dieser Einflüsse nicht bewusst ist. So könnte ein unbemerkter Prozess, z. B. eine radioaktive Strahlenbelastung, zu gesundheitlichen Schäden führen, der obwohl unbemerkt das subjektive Wohlbefinden der Person beeinträchtigt (Welsch und Kühling 2009).

Über diese generellen methodischen Vorzüge hinaus überwindet die Experienced-Preference-Methodik spezifische Mängel der klassischen Ansätze. In einer Lebenszufriedenheitsbefragung wird für die Teilnehmenden keine explizite Verbindung zwischen seinem Antwortverhalten und einer bestimmten Umweltveränderungen ersichtlich. Dadurch ist im Gegensatz zur Stated-Preference-Methodik weder von strategischem Antwortverhalten noch von einem

Bias aufgrund sozialer Erwünschtheit in Bezug auf ein bestimmtes Umweltgut auszugehen (Ferreira und Moro 2010; Frey et al. 2009). Die Revealed-Preference-Ansätze basieren auf stringenten Annahmen hinsichtlich rational agierender Agenten und funktionierender komplementärer privater Märkte (Krekel und Zerrahn 2017; Welsch 2009). In den Fällen verzögerter Anpassung, unvollständiger Information, vorhandener Transaktionskosten oder einer begrenzten Auswahl privater Güter werden diese Annahmen verletzt, woraus eine Verzerrung resultiert. Ein derartiger Bias wird durch den LSA vermieden (Krekel und Zerrahn 2017; Ferreira und Moro 2010).

Trotz zahlreicher Vorteile gegenüber den klassischen Methoden kommt der LSA nicht ohne zusätzliche Annahmen und methodische Defizite aus. So sind zunächst Annahmen über den Zusammenhang von Lebenszufriedenheitsmaßen und dem tatsächlichen Nutzen zu treffen, deren Akzeptanz jedoch durch wissenschaftliche Belege hinreichend begründet ist (siehe dazu Kapitel 4.1). In der Literatur umstritten ist vor allem die monetäre Bewertung einer Umweltveränderung anhand der MRS (Welsch und Ferreira 2014). Da diese auf dem Einkommenschätzer als komplementäre Variable beruht, führt eine Verzerrung dieses Koeffizienten entsprechend zu einer Über- bzw. Unterbewertung der Umweltveränderung. Daher ist die adäquate Berücksichtigung von Einkommen in der Schätzgleichung von besonderer Bedeutung (siehe dazu Kapitel 4.4.1). Instrumentenvariablenschätzungen (z. B. Faßhauer und Vendrik 2015; Luechinger 2009; Luttmer 2005) finden einen bis zum Faktor vier stärkeren Effekt, was letztlich zu einer signifikanten Überbewertung von Umweltveränderungen bzw. -gütern führen würde.

Insgesamt bietet der Experienced-Preference-Ansatz zahlreiche methodische Vorteile gegenüber Stated- und Revealed-Preference-Methoden. Gleichzeitig unterliegt er ebenfalls methodischen Schwächen. So kann in dieser Arbeit der Einfluss von negativen Externalitäten auf die Lebenszufriedenheit geschätzt und damit der Einfluss auf den tatsächlichen Nutzen approximiert werden. Die Überführung in eine monetäre Bewertung und damit eine für den Leser zugängliche und vergleichbare Maßeinheit sollte jedoch stets vor dem Hintergrund einer möglichen Überschätzung betrachtet werden.

4.2 Daten

Die Datenbasis dieser Studie bildet das Sozio-oekonomische-Panel (SOEP) (Kapitel 4.2.1) in Kombination mit Informationen der Bundesnetzagentur über fossile Kraftwerke in Deutschland (Kapitel 4.2.2).

4.2.1 Das Sozio-ökonomische Panel

Das SOEP ist eine für die Wohnbevölkerung in Deutschland repräsentative Längsschnittbefragung, die seit 1984 jährlich durchgeführt wird. Derzeit sind die Daten bis zum Jahrgang 2016 verfügbar. In der Panelstudie werden Individuen wiederholt befragt, wodurch das SOEP einen hohen Informationsgehalt und vielfältige Analysemöglichkeiten bietet. Um Veränderungen der Bevölkerung (z. B. die Wiedervereinigung) und der Panelattrition Rechnung zu tragen, wurden Erweiterungs- sowie Erneuerungssample integriert. Dadurch werden mittlerweile in fast 15.000 Haushalten circa 30.000 Teilnehmende über 17 Jahren persönlich befragt und repräsentative Mikrodaten über Personen sowie Haushalte erhoben (Goebel et al. 2019; Wagner et al. 2008). Aufgrund der Ein- und Austritte in das SOEP handelt es sich hierbei um ein unbalanciertes Panel. Das SOEP beinhaltet Variablen zur räumlichen Zuordnung auf verschiedenen Ebenen. Seit 1985 werden Raumordnungsregionen sowie Kreiskennzahlen erfasst. Ab dem Jahrgang 1993 sind Postleitzahlen (PLZ) und seit 2000 Geo-Codes verfügbar (Wagner et al. 2007). Bei der Analyse des Effektes raumspezifischer (Un-)Annehmlichkeiten sind diese auf der Ebene (z. B. lokal oder regional) zu messen, in denen Individuen diese erfahren (Ferreira und Moro 2010). Um einen Ausgleich zwischen der räumlichen Genauigkeit der Analyse und dem quantitativen Umfang der Datenbasis zu schaffen, werden in dieser Studie Daten auf der lokalen Ebene von Postleitzahlen verwendet⁵. In Deutschland gibt es circa 8200 Postleitzahlengebiete die durchschnittlich eine Fläche von etwa 44 km² umfassen (Möllendorff und Welsch 2017). Da die Größe der Gebiete variiert⁶ und der exakte Standort der Kraftwerke innerhalb der Gebiete nur anhand von Geodaten berücksichtigt werden kann, geht die Analyse auf Postleitzahlenebene mit einer gewissen Ungenauigkeit einher.

Zentral für diese Arbeit ist die gleichzeitige Erhebung der subjektiv eingeschätzten Lebenszufriedenheit und eines umfangreichen Sets soziodemografischer Variablen sowie die Informationen über die Interviewmethodik und Interviewer*innen im SOEP. Die im Rahmen dieser Studie, neben der subjektiven Lebenszufriedenheit, relevanten Variablen werden

⁵ Der Zugriff auf Postleitzahlendaten ist nur im Rahmen eines Gastaufenthaltes am DIW möglich. Die Analyse wurde daher während zwei einwöchigen Gastaufenthalten am DIW in Berlin durchgeführt.

⁶ Informationen über die Größe oder Einwohnerzahl von Postleitzahlgebieten sind nicht frei verfügbar und können daher nicht berücksichtigt werden. Ferner sind keine Informationen über ökonomische Kennzahlen auf PLZ-Ebene zugänglich.

im Kapitel 4.4 herausgearbeitet. Eine Übersicht dieser findet sich in Tabelle 2. Durch die Einführung der fünfstelligen Postleitzahl in 1993 und die Verfügbarkeit von Schlüsselvariablen, beispielsweise die subjektive Einschätzung des Gesundheitszustandes ab 1994, sowie durch fehlende Angaben weiterer relevanter Variablen wird der Datensatz auf 381.421 vollständige Beobachtungen von 61.822 Individuen im Zeitraum von 1994 bis 2016 reduziert.

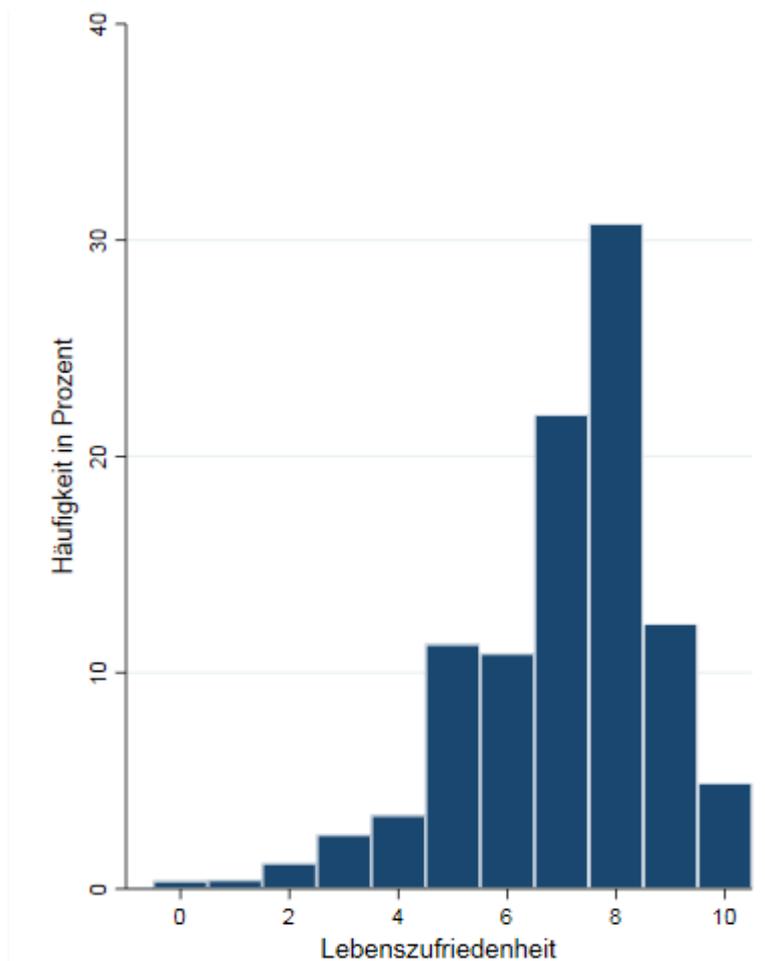
Das Lebenszufriedenheitsmaß im SOEP

Die abhängige Variable in dieser Arbeit ist die individuelle subjektiv eingeschätzte Lebenszufriedenheit der Teilnehmenden. Diese wird im SOEP auf einer 11-Punkteskala gemessen, im Wortlaut (SOEP 2016):

„Wie zufrieden sind Sie gegenwärtig, alles in allem, mit ihrem Leben? Antworten Sie bitte wieder anhand folgender Skala, bei der '0' ganz und gar unzufrieden und '10' ganz und gar zufrieden bedeutet.“

In einer experimentellen Evaluation häufig verwendeter Zufriedenheitsmaße zeigt Kroh (2006), dass die 11-Punkte-Skala im Vergleich mit einer 7-Punkte- sowie einer Magnituden-Skala in Bezug auf die Validität die besten Ergebnisse erzielt. Generell belegt die Validierungsforschung für ein solches Lebenszufriedenheitsmaß hinreichend wissenschaftliche Standards in Bezug auf die interne Kohärenz, die Validität, die Reliabilität sowie die Stabilität über die Zeit (Welsch und Kühling 2009; Diener et al. 1999).

Bei Single-Item-Messungen der Lebenszufriedenheit kommt es zu einer „Klumpung über dem Mittelwert“ (Kämpfer 2014, S. 131). In der Stichprobe dieser Arbeit liegt der Mittelwert der Lebenszufriedenheit bei 7,05 mit einer Standardabweichung von 1,77. In Abbildung 2 wird die Verteilung der Lebenszufriedenheit visualisiert, eine linksschiefe Verteilung ist deutlich erkennbar. Inwieweit dies durch Messfehler, z. B. aufgrund sozialer Erwünschtheit und einer allgemeinen Zustimmungstendenz, oder durch den hohen Lebensstandard in einer Industrienation bedingt wird, ist umstritten (siehe weiterführend Kämpfer 2014, Kap. 5.3). Darüber hinaus stellen Verzerrungen, die aus der spezifischen Erhebungssituation resultieren können, ein weiteres Problem der Messung von Lebenszufriedenheitsdaten dar (Kämpfer 2014, Kap 5.3). In der ökonometrischen Analyse ermöglichen die im SOEP enthaltenen Informationen –über die Interviewmethodik, die Interviewer*innen und Teilnahmehäufigkeiten von Proband*innen – (teilweise) für situative Einflüsse sowie einen Bias durch soziale Erwünschtheit zu kontrollieren (siehe dazu Kapitel 4.4.2).

Abbildung 2: Verteilung der Lebenszufriedenheit

Quelle: eigene Darstellung basierend auf den Daten des SOEPv33 (SOEP 2018)

4.2.2 Fossile Kraftwerke in Deutschland

Als zweite Datenquelle wird die Kraftwerksliste der Bundesnetzagentur (2018) verwendet. Diese weist Bestandskraftwerke in Deutschland mit einer elektrischen Netto-Nennleistung von mindestens 10 MW einzeln aus⁷. Im Zeitraum 1994 bis 2016 umfasst die Liste 121 Steinkohlekraftwerke, 302 Erdgaskraftwerke sowie 80 Braunkohlekraftwerke. Die Zuordnung zu einem Kraftwerkstyp erfolgt dabei im Fall mehrerer eingesetzter Energieträger anhand des Hauptenergieträgers. Zusätzlich beinhaltet der Datensatz relevante Informationen über das Jahr der Inbetriebnahme und ggf. der Stilllegung. Eine genauere Datumsangabe ist nicht in allen Fällen verfügbar. Der Kraftwerksstandort ist u. a. als fünfstellige Postleitzahl enthalten⁸. Auf Basis der Postleitzahl und Jahreszahlen der Inbetriebnahmen und Stilllegungen werden die Kraftwerke den jeweiligen

⁷ Dabei werden Kraftwerksblöcke als eigenständige Kraftwerke aufgeführt.

⁸ Großempfänger können in Deutschland eigene Postleitzahlen erhalten. Dies trifft auf einzelne Kraftwerke zu. Gegebenenfalls wurden diese in entsprechende raumbezogene Postleitzahlgebiete geändert.

Gebieten zugeordnet. Ferner werden angrenzende Postleitzahlgebiete anhand von OpenStreetMap identifiziert, um potenzielle Spillover-Effekte untersuchen zu können.

Tabelle 1: Beobachtungen mit fossilem Kraftwerk in eigenem oder angrenzendem PLZ-Gebiet

	Beobachtungen mit fossilem Kraftwerk		Wechselhäufigkeit der Variablen	
	im eigenem PLZ-Gebiet	in angrenzenden PLZ-Gebieten	im eigenem PLZ-Gebiet	in angrenzenden PLZ-Gebieten
Steinkohlekraftwerk	6794 (1.78 %)	25659 (6.73 %)	586 (0.15 %)	971 (0.25 %)
Gaskraftwerk	15496 (4.06 %)	59723 (15.66 %)	1851 (0.49 %)	5672 (1.49 %)
Braunkohlekraftwerk	2286 (0.60 %)	10547 (2.77 %)	199 (0.05 %)	843 (0.20 %)

*Anmerkungen: Absolute Zahlen, Prozentuale Häufigkeit / Wechselwahrscheinlichkeit in Klammern
Quelle: eigene Berechnungen basierend auf den Daten des SOEPv33 (SOEP 2018)*

Tabelle 1 In Tabelle 1 werden in den linken Spalten die absoluten und prozentualen Häufigkeiten für Beobachtungen mit mind. einem Kraftwerk im eigenen sowie in angrenzenden Postleitzahlgebieten dargestellt. In den rechten Spalten sind die absoluten Häufigkeiten der intrapersonellen Veränderungen von mind. einem fossilen Kraftwerk im Zeitpunkt t zu keinem Kraftwerk im Zeitpunkt $t+1$ und vice versa angegeben. Die geringe Anzahl an Standorten fossiler Kraftwerke, insbesondere von Stein- und Braunkohlekraftwerken, zeigt sich in dem geringen Anteil von Beobachtungen mit den jeweiligen Kraftwerken in der Umgebung. Beachtenswert ist insbesondere die sehr geringe Anzahl der Beobachtungen mit einem Wechsel von fossilen Kraftwerken in dem eigenen Postleitzahlgebiet zu keinem Kraftwerk und umgekehrt. Im Maximum liegt die Wechsel-wahrscheinlichkeit – bei Gaskraftwerken in angrenzenden PLZ-Gebieten – bei 1,49 %. Im Minimum beträgt die Wahrscheinlichkeit – bei Braunkohlekraftwerken in eigenem PLZ-Gebiet – lediglich 0,05 %, was 199 Beobachtungen entspricht.

4.3 Ökonometrische Methodik

Basierend auf den verfügbaren Daten wird eine mikroökonomische Lebenszufriedenheitsfunktion aufgestellt. Die Lebenszufriedenheit (LS) des Individuums (i) im Postleitzahlgebiet (l) zum Zeitpunkt (t) hängt dabei von Indikatoren für fossile Kraftwerke (FK) in l und angrenzenden Postleitzahlengebieten sowie von einem Set an soziodemografischen Variablen, einem Set an artifiziellen Panel- & Intervieweffekten und einem Set von Veränderungen in Wohncharakteristika ab (für eine Diskussion der Relevanz und Operationalisierung der Kontrollvariablen siehe Kapitel 4.4). Regionsspezifische

zeitinkonstante Heterogenität (z. B. Arbeitsmarktpolitik oder Infrastrukturqualität) wird durch Region-Zeit fixe Effekte auf Bundeslandebene berücksichtigt.

Die mikroökonomische Lebenszufriedenheitsfunktion kann in Form eines linearen Regressionsmodells dargestellt werden als:

$$LS_{ilt} = \alpha + \beta_{FE} * FK_{lt} + \beta_{SD} * SD_{it} + \beta_{PI} * PI_{it} + \beta_W * W_{it} + \beta_{RT} * RT_{rt} + \varepsilon_{ilt}, \quad (3)$$

wobei LS die Lebenszufriedenheit des Individuums i in dem Postleitzahlgebiet l zum Zeitpunkt t abbildet. FK_{lt} ist ein Vektor von Dummy-Variablen, die für das Postleitzahlgebiet l Auskunft über die Präsenz fossiler Kraftwerke in l oder angrenzenden PLZ-Gebieten geben. SD_{it} ist ein Vektor soziodemographischer Kontrollvariablen (Einkommen, Arbeitszeit, Alter, Gesundheit, Familienstand, Bildung, Beschäftigung, Haushaltsmitglieder und Kinderzahl). PI_{it} bildet einen Vektor von Panel- und Intervieweffekten (z. B. Panelerfahrung, Panelattrition, Interviewer*innen-wechsel, Interviewer*innenerfahrung, Interviewmethodik und Interviewer*innen fixe Effekte) ab und W_{it} ist ein Vektor von Kontrollvariablen in Bezug auf Wohncharakteristika (z. B. Umzug, Wohnkosten, Wohnen in Eigentum, Art der Immobilie, Wohnen in einem Industriegebiet). RT_{rt} steht für einen Vektor fixer Effekte, die über das Bundesland und die Jahre variieren. Der Fehlerterm wird durch ε_{ilt} berücksichtigt

Um für individuelle (unbeobachtete) zeitkonstante Heterogenität zu kontrollieren, ist ein Modell mit personenspezifischen fixen Effekten zu schätzen. Durch die Integration individueller fixer Effekte wird unter anderem für den Einfluss genetischer Veranlagungen und der Persönlichkeit eines Menschen und damit für zwei wesentliche Determinanten der Lebenszufriedenheit kontrolliert (z. B. Røysamb et al. 2018; Bartels 2015; Hahn et al. 2013; Stubbe et al. 2005). Aufgrund einer Korrelation dieser zeitkonstanten Heterogenität mit zeitinkonstanten beobachteten Variablen, würde deren Vernachlässigung zu einem erheblichen Omitted-Variable-Bias führen (Baetschmann et al. 2015; Ferrer-i-Carbonell und Frijters 2004). Eine weitere Quelle für einen bedeutenden Bias in dieser Studie ist die potentielle Selbstselektion von Individuen in die Umgebung fossiler Kraftwerke bzw. in größere Entfernung zu diesen. Beispielsweise könnten Individuen mit einer hohen oder geringen Toleranz für bestimmte Formen von Unannehmlichkeiten entsprechende Gebiete bevorzugen bzw. meiden. Sofern die Selbstselektion aus personenspezifischen

zeitkonstanten Variablen wie Persönlichkeitsmerkmalen resultiert, kann dies durch die Berücksichtigung personenspezifischer fixer Effekte erfasst werden (Faßhauer und Rehdanz 2015).

Generell sind in der Lebenszufriedenheitsforschung zur Berücksichtigung fixer Effekte verschiedene Methoden denkbar. Das wohl meist verwendete Modell ist die OLS-Schätzung mit fixen Effekten, auch Fixed-Effects-Regression genannt. Notwendige Bedingung dieser Methodik ist die restriktive Annahme einer interpersonellen kardinalen Vergleichbarkeit von Lebenszufriedenheitsdaten (vgl. Welsch und Ferreira 2014; Ferrer-i-Carbonell und Frijters 2004). Ferrer-i-Carbonell und Frijters (2004) zeigen für das SOEP, dass die Schätzer sowohl in der Größe als auch in ihrem Verhältnis unter der Annahme von Kardinalität eine hohe Kongruenz mit den Schätzern unter der Annahme von Ordinalität aufweisen. Dickerson et al. (2014) zeigen ebenfalls, dass Lineare- und Ordered-Fixed-Effect-Modelle vergleichbare Ergebnisse produzieren. Die Autoren bevorzugen allerdings Ordered-Logit-Modelle um die Annahme kardinaler Lebenszufriedenheitsdaten zu umgehen (Dickerson et al. 2014). Über die adäquate Implementierung fixer Effekte in Ordered-Logit-Modelle besteht jedoch kein wissenschaftlicher Konsens (Baetschmann et al. 2015), weshalb in dieser Arbeit die Fixed-Effects-Regression bevorzugt wird.

Im Fixed-Effects-Modell wird die (unbeobachtete) individuelle zeitkonstante Heterogenität (a_i) von dem übrigen Fehlerterm getrennt: $\varepsilon_{ilt} = a_i + v_{ilt}$, woraus folgende Schätzgleichung resultiert:

$$LS_{ilt} = \alpha + \beta_{FE} * FK_{it} + \beta_{SD} * SD_{it} + \beta_{PI} * PI_{it} + \beta_W * W_{it} + \beta_{RT} * RT_{rt} + a_i + v_{ilt} \quad (4)$$

Diese Methodik erfordert die strikte Exogenität der erklärenden Variablen, stellt allerdings keine Restriktionen an den Zusammenhang der erklärenden Variablen und a_i (Verbeek 2017, Kap. 10.2). Die Koeffizienten der zeitvariierenden erklärenden Variablen werden auf Basis der Within-Variation über individuelle Beobachtungen geschätzt⁹. Dabei werden die individuellen fixen Effekte eliminiert und somit gegenüber zeitkonstanter unbeobachteter Heterogenität robuste Within-Effekte geschätzt (Verbeek 2017, Kap. 10.2; Allison 2009, Kap. 2). Die Ermittlung der Einflüsse zeitkonstanter individueller Variablen (z. B. Geschlecht) ist allerdings nicht möglich, da diese nicht von dem fixen Effekt zu trennen sind (Biermann et al. 2019). In beschränktem Ausmaß trifft dies ebenfalls

⁹ Für eine umfassende Beschreibung der Schätzmethodik siehe StataCorp 2017, S. 423–426.

auf die Koeffizientenschätzung von Variablen mit geringer intrapersoneller Variation zu (z. B. Bildung, Familienstand oder Beschäftigung). Diese Variablen verändern sich nur selten bzw. sehr langsam über die Zeit, weswegen sie nicht vollständig von den individuellen fixen Effekten getrennt werden können. Die Schätzung der Effekte dieser Variablen ist daher ineffizient und die Messung der Einflüsse wird zumindest erschwert (Biermann et al. 2019; Dolan et al. 2008). Trotz der großen Stichprobe trifft dies auf die Messung der externen Effekte fossiler Kraftwerke aufgrund der geringen Wechselwahrscheinlichkeiten für die Präsenz fossiler Kraftwerke zu (siehe dazu Kapitel 4.2.2). Aufgrund dessen werden die Kraftwerksindikatoren als Dummy-Variablen operationalisiert, um die Problematik geringer Variation möglichst gering zu halten.

Zuletzt ist bei der OLS-Schätzung mit fixen Effekten zu beachten, dass aufgrund der individuellen Panelstruktur der verwendeten Daten, die Beobachtungen eines Individuums über die Zeit korrelieren können. Trifft dies auch auf die erklärenden Variablen zu, wovon auszugehen ist, so sind in der Fixed-Effects-Regression die Standardfehler verzerrt (Kezdi 2003). Daher werden in dieser Arbeit auf individueller Ebene geclusterte Standardfehler geschätzt. Diese sind bei einer ausreichend großen Anzahl von Clustern, hier durch die große Zahl verschiedener Individuen gegeben, unverzerrt (Stock und Watson 2008; Kezdi 2003).

4.4 Relevante Determinanten der Lebenszufriedenheit

Die individuelle subjektive Zufriedenheit wird durch eine Vielzahl zeitvariabler Faktoren beeinflusst (für eine Übersicht siehe Dolan et al. 2008). Um einen Omitted Variable Bias (OVB) durch das Auslassen relevanter Variablen zu vermeiden, sind diese in die Fixed-Effects-Regression aufzunehmen. Basierend auf der verfügbaren Literatur werden in den folgenden Abschnitten soziodemografische Variablen (Kapitel 4.4.1), artifizielle Panel- & Intervieweffekte (Kapitel 4.4.2) und Wohncharakteristika (Kapitel 4.4.3) identifiziert, die als Kontrollvariablen in das Regressionsmodell integriert werden. Am Ende dieses Kapitels werden alle Regressionsvariablen zusammenfassend dargestellt (Tabelle 2).

4.4.1 Soziodemografische Variablen

In Lebenszufriedenheitsstudien wird standardmäßig für bestimmte soziodemografische Determinanten wie Haushalteinkommen, Alter, Beschäftigungsverhältnis oder Familienstand kontrolliert. Die adäquate Funktionsform sowie die

Operationalisierung einiger Variablen, z. B. Alter und Einkommen, sind jedoch umstritten. Im Folgenden wird die Relevanz der zu kontrollierenden soziodemografischen Charakteristika aufgezeigt sowie, wenn erforderlich, die Operationalisierung diskutiert.

Einkommen

Die adäquate Berücksichtigung von Einkommen ist in zweierlei Hinsicht von besonderer Relevanz für Experienced-Preference-Studien zur monetären Bewertung nicht-marktfähiger Güter. Zum einen stellt das Einkommen eine bedeutende Determinante der Lebenszufriedenheit dar und zum anderen ist der Einkommenskoeffizient als komplementäre Variable wichtiger Bestandteil der monetären Bewertung (siehe dazu Kapitel 4.1.1).

Eine Vielzahl an Studien adressiert den Zusammenhang zwischen Einkommen und Lebenszufriedenheit. Dabei herrscht weitestgehend Einigkeit über einen positiven Einfluss des Einkommens auf die LS, bei dem die Grenzeffekte mit steigendem Einkommen abnehmen (Dolan et al. 2008). Ferner verdeutlichen zahlreiche Studien die Bedeutung von relativem Einkommen, sowohl in Bezug auf das zurückliegende eigene Einkommen (Adaption) als auch auf das Einkommen relevanter Bezugsgruppen (sozialer Vergleich) (für eine Übersicht siehe Clark et al. 2008). Wird das relative Einkommen in der Regressionsanalyse nicht berücksichtigt, so internalisiert der direkte Einkommenskoeffizient die negativen sozialen Kosten steigenden Einkommens, wodurch dieser vergleichsweise niedriger ausfällt (Powdthavee 2010; Layard 2006). Wird entsprechend dem Standardansatz in Experienced-Preference-Studien nur der direkte Einkommenseffekt berücksichtigt, so ist die monetäre Bewertung als der Wert der externen Effekte gemessen in langfristigem sozialem Nutzen des Einkommens zu interpretieren. Im Vergleich mit der Kalkulation anhand des kurzfristigen privaten Wertes von Einkommen – bei Berücksichtigung relativen Einkommens – ist eine höhere monetäre Bewertung zu erwarten (Welsch und Ferreira 2014).

Um eine interpersonelle Vergleichbarkeit bei unterschiedlichen Haushaltsgrößen zu gewährleisten, wird das Haushaltseinkommen als jährliches Nettohaushaltsäquivalenzeinkommen entsprechend der modifizierten OECD Äquivalenzskala operationalisiert. Hierbei wird das erste Haushaltsmitglied mit 1, jede weitere Person ab 14 mit 0,5 und Kinder unter 14 mit 0,3 gewichtet (OECD o. D.). Zusätzlich werden zur intrapersonellen Komparabilität über die Zeit, Veränderungen des Verbraucherpreisindex (VPI) einbezogen.

$$\text{reales Nettohaushaltsäquivalenzeinkommen} = \frac{\text{Nettohaushaltseinkommen}}{(1+0,5*(\text{Mitglieder ab 14}-1)+0,3*\text{Kinder unter 14})} * \frac{1}{VPI} \quad (5)$$

Zur Berücksichtigung abnehmender marginaler Effekte wird die Einkommensvariable, wie in der Lebenszufriedenheitsforschung üblich, in der logarithmierten Form aufgenommen (z. B. Möllendorff und Welsch 2017; Krekel und Zerrahn 2017; Faßhauer und Rehdanz 2015).

Bei der Schätzung des Einkommenseffektes besteht die Gefahr eines Bias durch Endogenität und Messfehler. Die Hauptquelle von Endogenität sind hierbei unbeobachtete individuelle Charakteristika, die sowohl mit dem Einkommen als auch der Lebenszufriedenheit korrelieren (Powdthavee 2010; Clark et al. 2008). Für diese Quelle wird durch die Integration individueller fixer Effekte, die zeitkonstante unbeobachtete Heterogenität aufnehmen, kontrolliert. Darüber hinaus stellen nur schwer zu kontrollierende zeitinkonstante Variablen wie Arbeitsstunden, Stress oder Gesundheitsrisiken, die negativ mit Lebenszufriedenheit und positiv mit der Einkommensbeschaffung korrelieren, eine Quelle für einen Bias dar. Die Nichtberücksichtigung derartiger Faktoren führt zu einer nach unten gerichteten Verzerrung des Einkommenseffektes und letztlich zu einer Überbewertung der MRS (Powdthavee 2010; Luechinger 2009). Ein letzter Ursprung eines möglichen Bias sind Messfehler in der Erhebung des Einkommens, wodurch der geschätzte Einkommenskoeffizient gegen Null verzerrt werden könnte, der sogenannte Attenuation Bias (Powdthavee 2010).

Im Versuch für diese Quellen eines Bias zu kontrollieren, verwenden mehrere Autor*innen Instrumentenvariablen (IV). Powdthavee (2010) greift zur Konstruktion einer Instrumentenvariable auf Informationen über die Vorlage einer Gehaltsabrechnung im British Household Panel Survey (BHPS) zurück. Auf andere große Panelerhebungen, u. a. das SOEP, ist dies nicht übertragbar, da derartige Informationen nicht enthalten sind. Faßhauer und Rehdanz (2015) sowie Luechinger (2009) verfolgen einen Ansatz mit prognostiziertem Arbeitseinkommen als IV, der auf Luttmer (2005) zurückgeht. Dieser erfordert zusätzliche Informationen über Berufscharakteristika, was zu einer erheblichen Einschränkung der Stichprobe und letztlich der Anwendbarkeit führt. Basierend auf der Annahme, dass Investitionsentscheidungen von Haushalten das dauerhafte Einkommensniveau approximieren, entwickeln Faßhauer und Vendrik (2015) eine IV, die aus dem Matching des Einkommens von Haushalten mit ähnlichen Investitionsentscheidungen resultiert. Dieser Ansatz zeichnet sich

durch einen vergleichsweise geringen Ausschluss von Beobachtungen aus. Allerdings unterliegt er ebenfalls mehreren Limitationen insbesondere im Hinblick auf das Matching des Einkommens (Faßhauer und Vendrik 2015). Ferner bedarf es zunächst einer eingehenden Validierung der Instrumentenvariablen, bevor sie für inhaltliche Analysen operationalisiert wird. Als alternativen Ansatz schlagen Ambrey und Fleming (2014) vor, unerwartetes Einkommen (engl. windfall income) als Kontrollvariable aufzunehmen und die MRS anhand ihres Koeffizienten zu berechnen. In ihrer Studie finden die Autoren im Vergleich zum klassischen Ansatz eine um mehr als 80 % geringere implizite Zahlungsbereitschaft für eine Gesundheitsverbesserung. Ungeklärt ist allerdings, inwieweit unerwartetes Einkommen ebenfalls Messfehlern unterliegt und ob es entsprechend zu einer Verbesserung der Analysen führen kann.

Insgesamt sind die diskutierten Ansätze nicht auf diese Studie übertragbar und/oder ihre Validität ist nicht ausreichend belegt. Daher wird in dieser Studie keine der vorgestellten Instrumentenvariablen verwendet. Dessen ungeachtet wird für die spätere Interpretation zur Kenntnis genommen, dass die Schätzungen mit IV auf eine signifikante Unterbewertung des Einkommenseffektes bis zum Faktor vier und damit letztlich auf eine Überschätzung der monetären Bewertung hindeuten (vgl. Faßhauer und Vendrik 2015; Faßhauer und Rehdanz 2015; Ambrey und Fleming 2014; Powdthavee 2010; Luechinger 2009).

Arbeitszeit

Im vorangegangenen Abschnitt wurde die Bedeutung von Arbeitszeit zur Vermeidung eines Omitted-Variable-Bias des Einkommenseffektes aufgezeigt. Daher werden die wöchentlichen Arbeitsstunden in das Regressionsmodell aufgenommen. Bisherige Studien zum Zusammenhang zwischen Arbeitszeit und Lebenszufriedenheit belegen sowohl für Unter- als auch Überbeschäftigung einen negativen Einfluss auf die Lebenszufriedenheit (Angrave und Charwood 2015; Wunder und Heineck 2013; Wooden et al. 2009). Dieser inverse u-förmige Zusammenhang wird im Kontext verschiedener LS-Studien bestätigt (z. B. Faßhauer 2015; Meier und Stutzer 2007). Entsprechend wird in dieser Studie die wöchentliche Arbeitszeit in quadratischer Funktionsform aufgenommen.

Alter

Ökonomische Studien zeigen für westliche Industrieländer regelmäßig eine U-förmige Kurve für den Zusammenhang zwischen Alter und Lebenszufriedenheit mit einem positiven Koeffizienten für das Alter und einem

negativen Koeffizienten für das quadrierte Alter (López Ulloa et al. 2013; Dolan et al. 2008). Dies postuliert höhere Zufriedenheitsniveaus für die Jungen und Alten (MacKerron 2012). Allerdings bestehen erhebliche Zweifel an der Annahme einer U-förmigen Funktionsform. Zum einen argumentieren einige Autoren, dass es sich lediglich um einen durch das Studiendesign bedingten künstlichen Zusammenhang handelt (Biermann et al. 2019). Zum anderen finden eine wachsende Zahl an Studien einen altersbedingten Abfall der Lebenszufriedenheit in sehr hohem Alter (ca. 75+) (z. B. Baetschmann 2014; FitzRoy et al. 2014; Frijters und Beaton 2012; Fischer 2009; Schilling 2005). Fischer (2009) kommt zu dem Schluss, dass eine S-förmige kubische Funktionsform diesen Zusammenhang besser beschreibt als die U-förmige quadratische Funktionsform. Die Annahme der kubischen Form wird von den Ergebnissen der Studien von Bauer et al. (2017) sowie Wooden und Li (2014) unterstützt. In einer kürzlich erschienen Studie untersuchen Biermann et al. (2019), basierend auf dem SOEP, anhand eines Correlated-Random-Effects-Modells simultan den Within- und Between-Effekt von Alter auf die Lebenszufriedenheit. Die Autoren überprüfen die unterschiedlichen Hypothesen über den Zusammenhang von Alter und LS in einem einheitlichen Studiendesign. Dabei zeigen sie, dass ökonometrisch sowohl eine lineare als auch eine quadratische Funktionsform abzulehnen sind, während die wellenförmige kubische Funktionsform zu konsistenten Between- und Within-Schätzern führt. Anknüpfend an diese Ergebnisse wird Alter in dieser Arbeit in der kubischen Funktionsform in die Regression aufgenommen.

Beschäftigung, Familienstand, Bildung und Gesundheit

Weitere standardmäßig aufzunehmende sozioökonomische Variablen sind das Beschäftigungsverhältnis, der Familienstand, das Bildungsniveau sowie der subjektiv eingeschätzte Gesundheitszustand (für eine Übersicht siehe Dolan et al. 2008). Zusammengefasst wirken sich sowohl der Wechsel in die individuelle Arbeitslosigkeit, die Auflösung einer Partnerschaft als auch die Verschlechterung des Gesundheitszustandes negativ auf die Lebenszufriedenheit aus. Der Einfluss des Bildungsniveaus ist nicht eindeutig. Insbesondere in Studien mit Fixed-Effects-Modellen sind Einflüsse regelmäßig statistisch insignifikant (Dolan et al. 2008)

Individuelle Arbeitslosigkeit und die Veränderung des Gesundheitszustandes sind zwei der stärksten bekannten Einzeleffekte auf die Lebenszufriedenheit (Möllendorff und Welsch 2017; Dolan et al. 2008). Im Kontext dieser Studie sticht

insbesondere die Kontrolle für Gesundheitseffekte heraus. Die Präsenz eines fossilen Kraftwerkes geht mit lokalen, auch kurzfristigen, gesundheitlichen Belastungen einher (siehe dazu Kapitel 3.1). Gleichzeitig korreliert der subjektive Gesundheitszustand mit der Lebenszufriedenheit sowie dem Einkommen (Levinson 2012). Das Auslassen der Gesundheitsvariablen führt entsprechend zu einem erheblichen OVB. Demgegenüber könnte die Gesundheitsvariable einen Teil des lokalen externen Effektes fossiler Kraftwerke aufnehmen. Dies würde letztlich zu einer Unterschätzung der MRS bei einem negativen externen Effekt fossiler Kraftwerke bzw. einer Überschätzung bei einem positiven externen Effekt führen.

Haushaltszusammensetzung

Zahlreiche Studien zeigen einen Zusammenhang zwischen der Anzahl und Art von Haushaltsmitgliedern und der Lebenszufriedenheit. Wohl am häufigsten wird dabei der Einfluss von Kindern im Haushalt berücksichtigt. Die Erkenntnisse über den Effekt von Kindern auf die Lebenszufriedenheit sind jedoch gemischt und unterscheiden sich nach Zufriedenheitsmaß und Land (Dolan et al. 2008). Wird die finanzielle Belastung durch Kinder im Haushaltsäquivalenzeinkommen berücksichtigt, berichten Studien für Deutschland regelmäßig einen positiven Effekt der Kinderzahl im Haushalt (z. B. Möllendorff und Welsch 2017; Faßhauer und Vendrik 2015; Becchetti et al. 2013). Faßhauer und Vendrik (2015) finden zusätzlich einen positiven Effekt der Gesamtzahl der Haushaltmitglieder. Möllendorff und Welsch (2017) finden einen negativen Einfluss einer pflegebedürftigen Person im Haushalt. Dies ist konsistent mit den Ergebnissen weiterer Studien, die einen negativen Einfluss von der Zeit, die mit informeller Pflege verbracht wird, aufzeigen (z. B. Foye et al. 2018; für eine Übersicht siehe Dolan et al. 2008). Den beschriebenen Studien folgend wird für die Anzahl der Personen sowie Kinder und mit einer Dummy-Variablen für pflegebedürftige Personen im Haushalt kontrolliert.

4.4.2 Panel- & Intervieweffekte

Neben inhaltlich begründeten Kontrollvariablen rücken zunehmend durch die Panelstruktur sowie die Datenerhebung bedingte Effekte in den Fokus. Solche artifiziellen Zusammenhänge führen zu einem relevanten Bias und sind entsprechend zu berücksichtigen (Dolan und Kavetsos 2016; Baetschmann 2014).

Panelerfahrung, Interviewer*innenkontinuität und Panelattrition

In zahlreichen Studien wird übereinstimmend ein negativer Einfluss einer wiederholten Teilnahme an der Befragung, der sogenannte Paneleffekt oder auch Panelkonditionierung, identifiziert (z. B. Wooden und Li 2014; Kassenboehmer und Haisken-DeNew 2012; van Landeghem 2012). Wooden und Li (2014) sehen dies im Lerneffekt begründet, der zu einer zunehmenden Genauigkeit der Antworten führt. Die Autoren argumentieren, dass in höheren individuellen Wellen Extremwerte vermieden und frühere Überschätzungen der Lebenszufriedenheit korrigiert werden. Gleichzeitig argumentieren Wooden und Li (2014), dass eine wiederholte Teilnahme oft mit zunehmendem Desinteresse einhergeht, woraus eine nicht-zufällige Panelattrition resultiert. Daher schlagen die Autoren vor, eine Dummy-Variable aufzunehmen, die jene Proband*innen identifiziert, die an der nächsten Welle nicht mehr teilgenommen haben. Ein zweiter Erklärungsansatz für den Paneleffekt ist eine anfängliche systematische positive Verzerrung, bedingt durch die Wahrnehmung einer sozialen Erwünschtheit für hohe Zufriedenheit, die mit zunehmenden Vertrauen in die Befragung abnimmt (Frijters und Beaton 2012; Kassenboehmer und Haisken-DeNew 2012). Daran anknüpfend versuchen Chadi (2013) sowie Kühne (2018) die Komponenten voneinander zu trennen und untersuchen simultan den Paneleffekt und den Effekt einer andauernden Interviewer*innen-Proband*innen-Beziehung. Dabei bestätigen beide Autoren eine Abhängigkeit der subjektiven Lebenszufriedenheit von der individuellen Teilnahmehäufigkeit. Ersterer findet zusätzlich einen Einfluss eines Interviewer*innenwechsels, jedoch keinen eindeutigen Effekt des Grades an Vertrautheit mit Interviewenden. Die empirischen Ergebnisse von Kühne (2018) hingegen zeigen sowohl einen signifikanten Effekt eines Interviewer*innenwechsel als auch der Interviewer*innenkontinuität, hierbei jedoch erst nach längerer Zeit.

In dieser Studie wird neben der Teilnahmehäufigkeit und der Panelattrition ein Interviewer*innenwechsel als Dummy-Variable berücksichtigt. Da unklar bleibt, ob und wie sich der Effekt der Interviewer*innenkontinuität mit der Dauer verändert, wird diese nicht zusätzlich aufgenommen. In Studien wird die Panelerfahrung der Teilnehmenden meist in quadratischer Funktionsform (z. B. Wooden und Li, N. 2014; Kassenboehmer und Haisken-DeNew 2012) oder als Dummy-Variable (z. B. Kühne 2018; Faßhauer und Rehdanz 2015; Baetschmann 2014) in die Regressionsanalyse integriert. Biermann et al. (2019) führen die Operationalisierung in logarithmierter Form ein, um der Möglichkeit einer schnellen Adaption der Teilnehmenden gerecht zu werden. Chadi (2013)

argumentiert, dass aufgrund der Korrelation der Befragungshäufigkeit mit dem Alter und Zeiteffekten in Fixed-Effects-Modellen Dummy-Variablen zu bevorzugen sind, die zwischen unerfahrenen und erfahrenen Panelteilnehmer*innen unterscheiden. Durch Ein- und Austritte in das Panel bleibt die Differenzierung von Alters- und Erfahrungseffekten jedoch erhalten und eine kontinuierliche Operationalisierung ist möglich (Biermann et al. 2019). Daher wird in dieser Studie der Paneleffekt in seiner logarithmierten Form aufgenommen.

Interviewer*innencharakteristika

Über die soziodemografischen Charakteristika und die Panelerfahrung hinaus könnte die subjektive Einschätzung der Lebenszufriedenheit in Abhängigkeit von der bzw. dem Interviewenden variieren. Hierbei ist eine Vielzahl verschiedener Effekte denkbar. Beispielsweise könnte die Antwort auf die Lebenszufriedenheitsfrage dadurch beeinflusst werden, dass es erfahrenen Interviewer*innen gelingen könnte eine Vertrauensbasis zu schaffen oder eine Person als besonders sympathisch empfunden wird. In diesem Kontext zeigen Kassenboehmer und Haisken-DeNew (2012), dass Proband*innen mit einer höheren Wahrscheinlichkeit niedrigere Lebenszufriedenheitslevel gegenüber männlichen sowie erfahreneren Interviewer*innen angeben. In der Analyse des Zusammenhangs von Alter und LS nehmen Biermann et al. (2019) ebenfalls das Geschlecht und die Erfahrung als Kontrollvariablen auf. Dabei spezifizieren die Autoren die Interviewer*innenerfahrung in logarithmierter Form, um die Berücksichtigung abnehmender Erfahrungsgewinne zu ermöglichen. Die Ergebnisse verdeutlichen den relevanten Zusammenhang zwischen diesen Variablen und der berichteten Lebenszufriedenheit. Durch die Integration Interviewer*innen fixer Effekte kann für den Einfluss einer Vielzahl (unbeobachteter) zeitkonstanter Merkmale gleichzeitig kontrolliert werden (Biermann et al. 2019). Aufgrund des räumlichen Bezuges dieser Studie ist die Kontrolle für die Interviewer*innen fixen Effekte besonders relevant, denn Interviewer*innen werden nicht zufällig sondern in Abhängigkeit ihres Wohnortes Teilnehmenden zugeordnet (Bohlender et al. 2018). Daher werden diese in der vorliegenden Arbeit als Kontrollvariablen integriert. Darüber hinaus wird die Erfahrung des Interviewenden aufgenommen, da diese zeitinkonstant ist und folglich in den fixen Effekten nur unzureichend erfasst wird. Gemessen wird diese entsprechend dem Ansatz von Biermann et al. (2019) als Logarithmus der Anzahl der Jahre in denen der/die Interviewer*in Teilnehmende des SOEP

befragt hat. Durch die logarithmierte Form werden abnehmende Grenzeffekte des Erfahrungsgewinns berücksichtigt.

4.4.3 Wohncharakteristika

In dieser Arbeit werden in der Analyse externer Effekte fossiler Kraftwerke unter anderem Individuen berücksichtigt, die ihren Wohnort in bzw. aus Postleitzahlgebieten mit fossilen Kraftwerken verlegen. Veränderungen im Wohnumfeld, z. B. vom Hoch- ins Einfamilienhaus, vom Wohngebiet zum Industriegebiet, aber auch ein Umzug an sich, können dabei die Lebenszufriedenheit positiv als auch negativ beeinflussen (z. B. Möllendorff und Welsch 2017; Faßhauer 2015).

Umzug, Eigentum, Immobilienart & Wohnumfeld

Sowohl Nowok et al. (2013) – anhand des BHPS – als auch Switek (2016) – für junge Erwachsene in Schweden – zeigen, dass sich interne Migration kurzfristig positiv auf die Lebenszufriedenheit auswirkt. Für Deutschland bestätigen Faßhauer und Rehdanz (2015) einen signifikanten positiven Einfluss eines Umzuges. Ferner findet Zumbro (2014) einen positiven Einfluss von Wohneigentum auf die Lebenszufriedenheit. Möllendorff und Welsch (2017) zeigen einen vergleichbaren Effekt. Des Weiteren finden Faßhauer und Rehdanz (2015) einen Einfluss der bewohnten Immobilienart sowie einen starken abträglichen Effekt von Industriegebieten als Wohnumfeld. Fossile Kraftwerke befinden sich regelmäßig in sehr enger räumlicher Nähe zu Großverbrauchern, z. B. der Volkswagen AG in Wolfsburg oder der Bayer AG in Leverkusen. Um die Effekte zu separieren, wird für ein Industriegebiet als Umgebung kontrolliert. Über dies hinaus werden die zuvor erwähnten Determinanten als Kontrollvariablen aufgenommen.

Wohnkosten

Die Kosten für Miete oder den Kauf einer Immobilie können einen signifikanten Effekt auf die Lebenszufriedenheit ausüben. So gehen unter der Annahme eines konstanten Einkommens steigende Wohnkosten mit einem geringeren Anteil verfügbaren Einkommens einher. In ihrer Studie über den Einfluss interner Migration auf die Lebenszufriedenheit finden Faßhauer und Rehdanz (2015) unter anderem einen negativen Einfluss der Wohnkosten pro m² auf die LS. Im Kontext dieser Studie ist dieser Zusammenhang von besonderer Relevanz, da fossile Kraftwerke in ihrer Umgebung zu einer Minderung der Immobilienpreise führen (siehe dazu Kapitel 3.2.2). Für Mieter*innen, sofern Mietenniveaus

angepasst werden, und Immobilienkäufer*innen kann dies im Zusammenhang mit lokalen externen Effekten eine implizite Kompensation für negative Einflüsse darstellen. Um den Effekt sinkender Wohnkosten von externen Effekten zu separieren, werden diese in das Regressionsmodell aufgenommen. Die Wohnkosten werden als monatliche Kosten (bruttokalt) ermittelt. Für Eigentümer*innen bestehen diese aus Tilgung und Zinsen für Hypothekenkredite, kalten Betriebskosten¹⁰ (z. B. Müll, Entwässerung, etc.) und Wohngeld¹¹ (z. B. Hausverwaltung). Für Mieter*innen setzen sich diese aus Nettokaltmiete und kalten Betriebskosten zusammen (vgl. SOEP Group 2015). Um abnehmende Grenzeffekte zu approximieren, wird diese Variable in logarithmierter Form berücksichtigt. Ferner werden die Wohnkosten mit dem Verbraucherpreisindex deflationiert, da nur von einem Effekt realer Veränderungen auszugehen ist (Faßhauer und Rehdanz 2015).

Tabelle 2: Datenbeschreibung der Regressionsvariablen

Variable	Datenbeschreibung
<i>Lebenszufriedenheit und Kraftwerksindikatoren</i>	
Lebenszufriedenheit	Selbsteingeschätzte Lebenszufriedenheit auf einer 11-Punkteskala von 0 (ganz und gar unzufrieden) bis 10 (ganz und gar zufrieden) als Antwort auf die Frage: „Wie zufrieden sind Sie gegenwärtig, alles in allem, mit ihrem Leben?“
Steinkohlekraftwerk	Set an Dummy-Variablen zeigt an, ob im eigenen PLZ-Gebiet mindestens ein Steinkohlekraftwerk steht, dass nicht endgültig stillgelegt wurde (=1) oder in angrenzenden PLZ-Gebieten mindestens ein Steinkohlekraftwerk steht, dass nicht endgültig stillgelegt wurde (=1).
Gaskraftwerk	Set an Dummy-Variablen zeigt an, ob im eigenen PLZ-Gebiet mindestens ein Gaskraftwerk steht, dass nicht endgültig stillgelegt wurde (=1) oder in angrenzenden PLZ-Gebieten mindestens ein Gaskraftwerk steht, dass nicht endgültig stillgelegt wurde (=1).
Braunkohlekraftwerk	Set an Dummy-Variablen zeigt an, ob im eigenen PLZ-Gebiet mindestens ein Braunkohlekraftwerk steht, dass nicht endgültig stillgelegt wurde (=1) oder in angrenzenden PLZ-Gebieten mindestens ein Braunkohlekraftwerk steht, dass nicht endgültig stillgelegt wurde (=1).
<i>Soziodemografische Variablen</i>	
Einkommen	Monatliches absolutes Nettohaushaltsäquivalenzeinkommen deflationiert mit dem Verbraucherpreisindex und angeglichen nach der modifizierten OECD-Skala in Euro
Arbeitszeit	Durchschnittliche wöchentliche Arbeitszeit einschließlich Überstunden in Stunden
Alter	Alter in Einheiten (1 Einheit = 10 Jahre)
Familienstand	Set an Dummy-Variablen zeigt an, ob eine Person zum Zeitpunkt des Interviews verheiratet ist und mit dem/der Partner*in zusammenlebt (Referenz), ledig ist und zuvor nicht verheiratet war (=1), verheiratet ist und nicht mit dem/der Partner*in zusammenlebt (=1), geschieden ist (=1) oder verwitwet , d. h. verheiratet war und der / die Lebenspartner*in ist verstorben, ist (=1)
Beschäftigungs-	Set an Dummy-Variablen zeigt an, ob eine Person erwerbstätig (Referenz),

¹⁰ Daten für kalte Betriebskosten in 2015 nicht verfügbar: durch Mittelwert von 2014 und 2016 geschätzt, wenn kein Umzug in dem Zeitraum, Wert aus 2014 wenn Umzug in 2016 bzw. 2016 wenn Umzug in 2015

¹¹ Daten für Wohngeld ab 2014 im SOEP nicht mehr verfügbar und nicht weiter berücksichtigt

5 Ergebnisse

verhältnis	arbeitslos (=1), nicht erwerbstätig ist und nicht arbeitslos, in Ausbildung oder in Rente (=1), in der Ausbildung (=1) oder in Rente ist (=1)
Bildung	Set an Dummy-Variablen zeigt an, ob der höchste Bildungsabschluss einer Person unterhalb der Sekundarstufe II ist (=1), einer Person der Sekundarstufe II entspricht (=1) oder oberhalb der Sekundarstufe II ist (Referenz)
Haushaltsgröße	Gesamtzahl der Personen, die im Haushalt leben
Kinderzahl	Gesamtzahl der Kinder unter 18, die im Haushalt leben
Pflege	Dummy-Variable zeigt an, ob eine pflegebedürftige Person im Haushalt lebt (=1)
Gesundheitszustand	Set an Dummy-Variablen für den selbsteingeschätzten individuellen Gesundheitszustand auf einer 5-Punkte Lickertskala mit 1 „ sehr schlecht “, 2 „ schlecht “, 3 „ befriedigend “, 4 „ gut “ bis 5 „ sehr gut “ (Referenz)

Panel- & Intervieweffekte

Panelerfahrung	Gesamtzahl der Teilnahmen an der Befragung
Panelattrition	Dummy-Variable zeigt an, ob die Person an der folgenden Welle nicht mehr teilgenommen hat (=1)
Interviewer*innen-erfahrung	Gesamtzahl der Jahre, in denen der/die Interviewer*in mindestens ein Interview im SOEP geführt hat
Interviewer*innen-wechsel	Dummy-Variable zeigt an, ob der/die Interviewer*in seit dem letzten Interview gewechselt hat (=1)
Interviewmethodik fixer Effekt	Set von Indikatorvariablen, die anzeigen, mit welcher Methodik die Daten erhoben wurden (z. B. telefonisch oder selbstausgefüllt)
Interviewer*innen fixer Effekt	Set von Indikatorvariablen, die basierend auf der einmalig vergebenen Interviewer ID den Interviewer anzeigt

Wohncharakteristika

Umzug	Dummy-Variable zeigt an, ob die befragte Person im Jahr des Interviews umgezogen ist (=1)
Eigentum	Dummy-Variable zeigt an, ob die bewohnte Immobilie Eigentum der befragten Person ist (=1)
Immobilie	Set an Dummy-Variablen zeigt an, ob die bewohnte Immobilie ein Mehrfamilienhaus mit drei oder mehr Wohneinheiten mit maximal acht Stockwerken (MFH) (Referenz), ein Bauernhaus (=1), ein Ein- bis Zweifamilienhaus (EFH/ ZFH) (=1), ein Hochhaus mit mindestens neun Stockwerken ist (=1), eine andere Immobilie ist (=1)
Industriegebiet	Dummy-Variable zeigt an, ob der Wohnort in einem Gewerbe- bzw. Industriegebiet liegt (=1)
Wohnkosten	Monatliche bruttokalt Kosten pro m ² , für Eigentümer*innen bestehend aus Tilgung und Zinsen für Hypothekenkredite, kalten Betriebskosten und Wohngeld, für Mieter*innen bestehend aus Nettokaltmiete und kalten Betriebskosten, jeweils deflationiert mit dem Verbraucherpreisindex und durch m ² der bewohnten Fläche geteilt

Anmerkung: Namen der Dummy-Variablen in einem Set von Dummy-Variablen in Fett, unter verheiratet ist eine eingetragene Lebenspartnerschaft stets inbegriffen.

5 Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse zur Beantwortung der Forschungsfrage dargestellt. Der erste Abschnitt visualisiert Unterschiede in der durchschnittlichen Lebenszufriedenheit zwischen Individuen in Postleitzahlengebieten ohne und mit fossilen Kraftwerken (Kapitel 5.1). Im zweiten Abschnitt werden die Ergebnisse der OLS-Schätzung mit fixen Effekten beschrieben (Kapitel 5.2).

5.1 Deskriptive Ergebnisse

Im Folgenden werden die durchschnittlichen Between-Effekte zwischen Bewohner*innen von Gebieten mit fossilen Kraftwerken und Individuen ohne Kraftwerk in der Umgebung visualisiert. Für eine Übersicht der deskriptiven Statistiken für die Hauptregressionsvariablen siehe Anhang A1 sowie für paarweise Korrelationen Anhang A2. Die Abbildungen 3 und 4 zeigen die durchschnittlichen Lebenszufriedenheiten von Individuen ohne und mit fossilem Kraftwerk im Postleitzahlgebiet über den Zeitraum von 1994 bis 2016. Die dargestellte Lebenszufriedenheitsskala wird auf den Bereich zwischen 6 und 8 begrenzt, um Veränderungen und Unterschiede deutlich sichtbar zu machen. Folglich sind die Schwankungen und Unterschiede, obwohl sie stark erscheinen, relativ gering.

In Abbildung 3 bewegen sich die durchschnittlichen Lebenszufriedenheiten in einem Band zwischen ca. 6,6 und 7,4 und liegen damit deutlich über dem Mittelwert der 11er-Lebenszufriedenheitsskala.

Abbildung 3: Durchschnittliche Lebenszufriedenheit in PLZ-Gebieten ohne und mit fossilen Kraftwerken



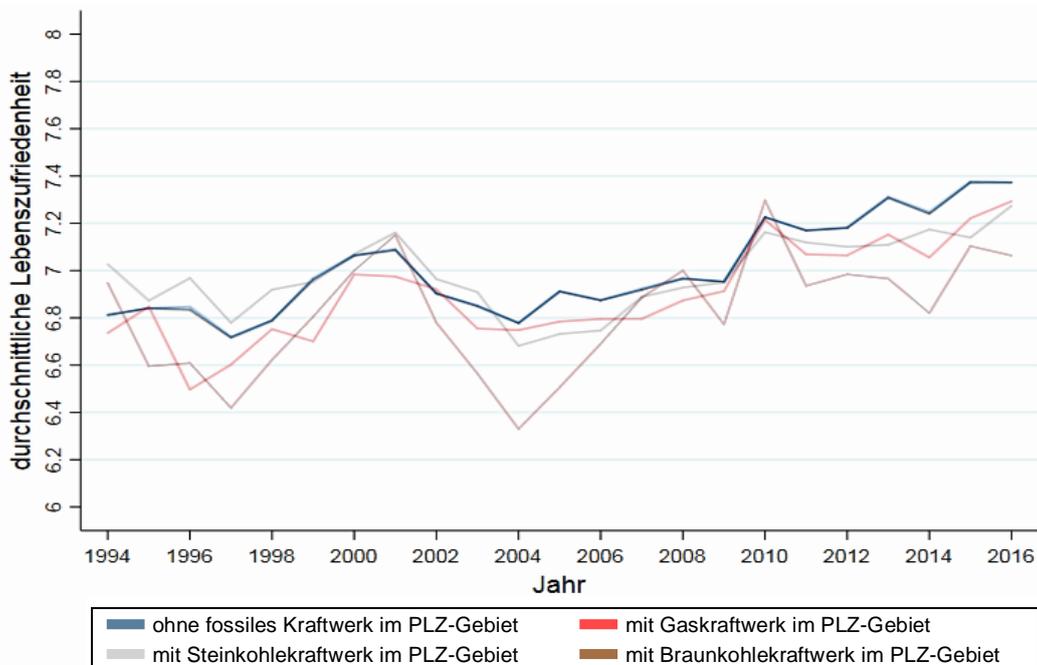
Quelle: eigene Darstellung basierend auf den Daten des SOEPv33 (SOEP 2018)

In der Gruppe mit Kraftwerken liegt die durchschnittliche Zufriedenheit in den meisten Perioden, ausgenommen sind die Jahre 1994, 1998 und 2002, unterhalb der durchschnittlichen Lebenszufriedenheit der restlichen Bevölkerung. Dies

deutet auf systematische Unterschiede in der durchschnittlichen Lebenszufriedenheit zwischen den beiden Gruppen hin. In den Jahren 1996 und 2014 erreicht der Unterschied sein Maximum von ca. 0,2 Einheiten. Darüber hinaus fällt auf, dass die Lebenszufriedenheit jährlichen nicht zyklischen Schwankungen unterliegt, die in beiden Gruppen überwiegend simultan verlaufen.

In Abbildung 4 wird die durchschnittliche Lebenszufriedenheit zusätzlich nach dem Kraftwerkstyp im PLZ-Gebiet separiert. Die gemeinsamen jährlichen Schwankungen sind weiterhin für alle Gruppen deutlich ersichtlich, wobei die durchschnittliche Lebenszufriedenheit für alle Gruppe weiterhin insgesamt hoch bleibt. Allerdings weisen die Bewohner*innen von Postleitzahlgebieten mit Kohlekraftwerken bis zum Jahr 2003 eine höhere durchschnittliche Lebenszufriedenheit auf als die restliche Bevölkerung. Des Weiteren weisen Individuen mit Braunkohlekraftwerken im Postleitzahlgebiet vergleichsweise starke Schwankungen der durchschnittlichen Lebenszufriedenheit auf. Zusammengenommen liegt die durchschnittliche Lebenszufriedenheit in den Gruppen mit fossilen Kraftwerken jedoch weiterhin überwiegend unterhalb der restlichen Bevölkerung.

Abbildung 4: Durchschnittliche Lebenszufriedenheit in PLZ-Gebieten ohne und mit fossilen Kraftwerken nach Kraftwerkstyp



Quelle: eigene Darstellung basierend auf den Daten des SOEPv33 (SOEP 2018)

Zusammengefasst zeigen die Abbildungen 3 und 4 in den meisten Perioden eine niedrigere durchschnittliche Lebenszufriedenheit für Bewohner*innen von PLZ-

Gebieten mit fossilen Kraftwerken im Vergleich zu Individuen, die in Gebieten ohne fossile Kraftwerke wohnen. Die Ausnahme bilden Beobachtungen in PLZ-Gebieten mit Kohlekraftwerken in den ersten Jahren des Beobachtungszeitraums. Generell zeigen die Graphen den Unterschied zwischen den Gruppen, also den Between-Effekt. Rückschlüsse auf die Kausalität sind entsprechend nicht möglich. Es bleibt unklar, ob Kraftwerke in Gebieten mit allgemein geringer Lebenszufriedenheit stehen oder ob die Lebenszufriedenheit aufgrund der Kraftwerke niedriger ist. Die Betrachtung von Perioden vor und nach dem Bau fossiler Kraftwerk könnte hierüber Aufschluss geben. Allerdings verdeutlichen die Abbildungen die jährlichen Schwankungen der durchschnittlichen Lebenszufriedenheit. Daraus folgt für die mögliche Darstellung, die auf dem Vergleich ereignisreferenzierter Zeitpunkte basiert, eine erhebliche Verzerrung durch Jahreseffekte. Vor diesem Hintergrund erscheint eine solche Visualisierung als nicht zielführend. Daher wird auf weitere deskriptive Analysen verzichtet und im Folgenden die Schätzung der Within-Effekte anhand der OLS-Regression mit fixen Effekten fokussiert.

5.2 Empirische Ergebnisse

Zur Überprüfung der in Kapitel 3.4 aufgestellten Hypothesen wird ein OLS-Modell mit fixen Effekten geschätzt. Die Koeffizienten der inhaltlich relevanten Variablen sind in Tabelle 3 abgebildet. Die vollständige Tabelle mit Koeffizienten für die soziodemografischen Kontrollvariablen sowie Panel- & Intervieweffekte befindet sich im Anhang A3. Die Variation der Kontrollvariablen zwischen den einzelnen Spezifikationen ist überwiegend nicht bemerkenswert, auf signifikante Änderungen wird explizit hingewiesen. Im Allgemeinen entsprechen die geschätzten Koeffizienten in Höhe und Richtung den typischen Effekten für Industrieländer (siehe für soziodemografische Variablen Dolan et al. (2008) und für Alter sowie Panel- & Interviewer*inneneffekte u. a. Biermann et al. (2019)). Alle angegebenen Koeffizienten wurden mit einem Fixed-Effects-Modell geschätzt und weisen daher stets den Within-Effekt aus.

Fossile Kraftwerke werden als Set von Dummy-Variablen in der Regression berücksichtigt. Die jeweilige Variable für die Kraftwerkstypen – Steinkohle, Gas und Braunkohle – im eigenen Postleitzahlgebiet bzw. für Kraftwerke in angrenzenden PLZ-Gebieten nimmt den Wert 1 an, wenn mindestens ein (nicht endgültig stillgelegtes) Kraftwerk des Types vorhanden ist, ansonsten ist sie 0.

In Spalte (1) wird die Schätzung der Basisspezifikation mit Einkommen, soziodemografischen Kontrollvariablen, Panel- & Intervieweffekten sowie

individuellen und Bundesland-Jahr fixen Effekten abgebildet. Um für unbeobachtete Heterogenität der Interviewenden und die resultierende Beeinflussung des Antwortverhaltens zu kontrollieren, wird in Spalte (2) zusätzlich ein vollständiges Set von Interviewer*innen fixen Effekten aufgenommen. Die Ergebnisse in Spalte (1) zeigen für Kohlekraftwerke weder signifikante Einflüsse eines Kraftwerks im eigenen PLZ-Gebiet noch in angrenzenden Gebieten. Diese Spezifikation weist für Gaskraftwerke im eigenen PLZ-Gebiet einen schwach signifikanten positiven sowie für Braunkohlekraftwerke in angrenzenden Gebieten einen signifikanten positiven Einfluss auf die Lebenszufriedenheit aus. Während letzterer gegenüber der Aufnahme von Interviewer*innen fixen Effekt in Spalte (2) robust und auf dem 5 %-Niveau signifikant ist, ist erstgenannter nicht mehr signifikant. Hingegen zeigt sich ein schwach signifikanter positiver Effekt von Gaskraftwerken in angrenzenden Gebieten. Ferner ist bemerkenswert, dass die Koeffizienten für die Erfahrung des Interviewenden sowie den Wechsel des Interviewenden insignifikant werden, während sich das R^2 der Within-Variation um 1,34 Prozentpunkte auf 11,79 % erhöht.

In den Spalten (3) bis (7) werden schrittweise weitere relevante Kontrollvariablen aufgenommen, wodurch Veränderungen der Wohncharakteristika berücksichtigt werden (siehe dazu Kapitel 4.4.3). Da Personen bei interner Migration für die Analyse nicht ausgeschlossen wurden, wird in Spalte (3) zunächst für den Effekt eines Umzugs auf die Lebenszufriedenheit kontrolliert. Die Ergebnisse zeigen hierfür einen hoch signifikanten positiven Zusammenhang. Der Einfluss auf die Kraftwerkskoeffizienten ist jedoch nur marginal. In Spalte (4) wird eine Dummy-Variable für die Eigentumsverhältnisse, in Spalte (5) ein Set von Dummy-Variablen für die Art der bewohnten Immobilie, sowie in Spalte (6) eine Dummy-Variable für ein Industriegebiet als Wohnumgebung aufgenommen. Eigentum hat zunächst keinen signifikanten Einfluss, unter zusätzlicher Kontrolle der Immobilienart wird allerdings ein schwach signifikanter Effekt ausgewiesen. Im Vergleich zur Referenzkategorie Mehrfamilienhaus hat lediglich die nicht genauer definierte Kategorie Andere einen signifikanten Effekt. Der Koeffizient für Wohnen im Industriegebiet ist nicht signifikant. Erneut sind die Effekte fossiler Kraftwerke gegenüber diesen Modellspezifikationen unempfindlich. Zuletzt werden in Spalte (7) die realen Wohnkosten in logarithmierter Form in das Modell integriert, um negative Externalitäten fossiler Kraftwerke von möglichen Kompensationen durch niedrigere Immobilienpreise und Mieten zu trennen. Zwar

5 Ergebnisse

weisen steigende Wohnkosten pro m² einen signifikanten negativen Effekt auf, die Koeffizienten für die Kraftwerkstypen bleiben jedoch nahezu konstant.

Tabelle 3: Einfluss von fossilen Kraftwerken auf die Lebenszufriedenheit

Abhängige Variable: subjektiv eingeschätzte individuelle Lebenszufriedenheit								
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Steinkohlekraftwerk								
im eigenen PLZ-Gebiet	0.0647 (0.0564)	0.0813 (0.0560)	0.0829 (0.0560)	0.0831 (0.0560)	0.0822 (0.0560)	0.0825 (0.0560)	0.0836 (0.0559)	0.0976 (0.0596)
in angrenzenden PLZ-Gebieten	-0.0118 (0.0336)	-0.0065 (0.0337)	-0.0071 (0.0337)	-0.0070 (0.0337)	-0.0080 (0.0337)	-0.0081 (0.0337)	-0.0074 (0.0337)	-0.0147 (0.0360)
Gaskraftwerk								
im eigenen PLZ-Gebiet	0.0572* (0.0334)	0.0450 (0.0337)	0.0455 (0.0337)	0.0460 (0.0337)	0.0452 (0.0337)	0.0452 (0.0337)	0.0459 (0.0337)	0.0388 (0.0354)
in angrenzenden PLZ-Gebieten	0.0291 (0.0195)	0.0348* (0.0195)	0.0358* (0.0195)	0.0361* (0.0195)	0.0355* (0.0195)	0.0357* (0.0195)	0.0363* (0.0195)	0.0390* (0.0206)
Braunkohlekraftwerk								
im eigenen PLZ-Gebiet	-0.1504 (0.1102)	-0.1059 (0.1124)	-0.1085 (0.1124)	-0.1092 (0.1124)	-0.1090 (0.1120)	-0.1086 (0.1119)	-0.1078 (0.1119)	-0.1002 (0.1179)
in angrenzenden PLZ-Gebieten	0.0864* (0.0465)	0.0985** (0.0472)	0.0977** (0.0472)	0.0971** (0.0472)	0.0975** (0.0472)	0.0979** (0.0472)	0.0973** (0.0472)	0.1004** (0.0501)
Ln(Einkommen)	0.3275*** (0.0118)	0.3296*** (0.0117)	0.3302*** (0.0117)	0.3288*** (0.0117)	0.3293*** (0.0117)	0.3292*** (0.0117)	0.3302*** (0.0117)	0.3528*** (0.0123)
Umzug			0.0926*** (0.0173)	0.0930*** (0.0173)	0.0928*** (0.0173)	0.0928*** (0.0173)	0.0937*** (0.0173)	0.1035*** (0.0178)
Eigentum				0.0204 (0.0141)	0.0292* (0.0152)	0.0287* (0.0152)	0.0216 (0.0153)	0.0271* (0.0161)
Immobilie (Referenz: MFH)								
Bauernhaus					-0.0091 (0.0454)	-0.0077 (0.0454)	-0.0143 (0.0455)	-0.0221 (0.0478)
EFH/ ZFH					-0.0230 (0.0155)	-0.0226 (0.0155)	-0.0257* (0.0155)	-0.0310* (0.0164)
Hochhaus					-0.0553 (0.0432)	-0.0555 (0.0432)	-0.0554 (0.0432)	-0.0619 (0.0461)
Andere					-0.4795** (0.2067)	-0.4762** (0.2068)	-0.4870** (0.2060)	-0.5477** (0.2205)
Industriegebiet						-0.0720 (0.0708)	-0.0724 (0.0708)	-0.1079 (0.0729)
Ln(Wohnkosten)							-0.0179*** (0.0043)	-0.0217*** (0.0046)
R ² (Within)	0.1045	0.1179	0.1180	0.1180	0.1180	0.1180	0.1181	0.0575
Beobachtungen	381421	381421	381421	381421	381421	381421	381421	381421
Individuen	61822	61822	61822	61822	61822	61822	61822	61822
Individuelle fixe Effekte								
Bundesland-Jahr fixe Effekte	Ja	Ja						
Soziodemografische Kontrollvariablen	Ja	Ja						
Gesundheitszustand	Ja	Nein						
Panel- & Intervieweffekte	Ja	Ja						
Interviewer*innen fixe Effekte	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

Anmerkungen: Standardfehler, geclustert auf individueller Ebene, sind in Klammern angegeben, Schätzungen mit Konstante (nicht abgebildet), vollständige Tabelle im Anhang A3.

* $p < 0.1$, schwach signifikant; ** $p < 0.05$, signifikant; *** $p < 0.01$, hoch signifikant

Quelle: eigene Berechnung basierend auf den Daten des SOEPv33 (SOEP 2018)

In Bezug auf den Forschungsgegenstand kann festgehalten werden, dass die signifikanten Ergebnisse für die Kraftwerksvariablen aus Spalte (2) robust

gegenüber der Integration der zusätzlichen Kontrollvariablen in den Spalten (3) bis (7) sind. Es resultieren keine Veränderungen der Signifikanzniveaus und die Variation in der Höhe der Koeffizienten ist marginal. Die erklärte intrapersonelle Varianz nimmt ebenfalls nur unwesentlich zu.

Fossile Kraftwerke sind mit (kurzfristigen) Gesundheitseffekten verbunden (siehe dazu Kapitel 3.1). Die Gesundheitsvariable könnte so teilweise negative externe Effekte fossiler Kraftwerke aufnehmen. Um dies zu überprüfen, wird in Spalte (8) nicht für den subjektiven Gesundheitszustand kontrolliert. Das Auslassen der Gesundheitsvariablen führt zu einem geringfügigen Anstieg der (schwach) signifikanten positiven Effekte von Gas- & Braunkohlekraftwerken in den angrenzenden Gebieten. Die weiteren Kraftwerkskoeffizienten bleiben insignifikant. Gleichzeitig kommt es zu zahlreichen Veränderungen, überwiegend Verstärkungen, anderer Variablen z. B. der logarithmierte Einkommenskoeffizient von 0,3302 auf 0,3528. Darüber hinaus sinkt das R^2 um 6,06 Prozentpunkte auf 5,75 %. Aufgrund der deutlich geringeren Güte des Modells in Spalte (8) und dem Bias für weitere relevante Variablen, werden die externen Effekte anhand der MRS basierend auf dem vollständigen Modell in Spalte (7) quantifiziert.

Tabelle 4 zeigt den prozentualen Anteil des Einkommenskoeffizienten, der den jeweiligen Koeffizienten der externen Effekte entspricht. Darüber hinaus wird die monetäre Bewertung dargestellt, jeweils berechnet für den Stichprobenmittelwert des deflationierten monatlichen Nettohaushaltäquivalenzeinkommen von 1601,14 € (siehe Anhang A1). Insignifikante Koeffizienten werden nicht quantifiziert.

Tabelle 4: Quantifizierung externer Effekte fossiler Kraftwerke

	In eigenem PLZ-Gebiet			In angrenzendem PLZ-Gebiet		
	LS	% vom Einkommen	Euro	LS	% vom Einkommen	Euro
Steinkohlekraftwerk	n. s.	-	-	n. s.	-	-
Gaskraftwerk	n. s.	-	-	0.0336	10.18	162.88
Braunkohlekraftwerk	n. s.	-	-	0.0973	29.47	471.52

Anmerkungen: Berechnung für das durchschnittliche reale Nettohaushaltäquivalenzeinkommen der Stichprobe von 1601,14 €

Quelle: eigene Berechnung basierend auf den Daten des SOEPv33 (SOEP 2018)

Prozentual entsprechen die externen Effekte von Gaskraftwerken in angrenzenden Postleitzahlgebieten 10,18 % und die von Braunkohlekraftwerken 29,47 % des monatlichen realen Nettohaushaltäquivalenzeinkommens. Die monetäre Bewertung steht in Abhängigkeit von dem monatlichen Haushaltseinkommen. Beim Stichprobenmittelwert von ca. 1601 € belaufen sich

die Effekte auf monatlich 162,88 € bei Gas- bzw. 471,52 € bei Braunkohlekraftwerken in angrenzenden PLZ-Gebieten.

6 Diskussion und Interpretation der Ergebnisse

In diesem Kapitel werden zunächst die Ergebnisse der OLS-Schätzung mit fixen Effekten in Bezug auf die in Kapitel 3.4 aufgestellten Hypothesen diskutiert (Kapitel 6.1). Im Anschluss wird die monetäre Quantifizierung der Ergebnisse kritisch reflektiert (Kapitel 6.2). Aufbauend auf den beiden vorangegangenen Abschnitten wird die Bedeutung der Ergebnisse für Gebiete mit fossilen Kraftwerken aufgezeigt und im Kontext der zukünftigen Umstrukturierung der Energieversorgung erörtert (Kapitel 6.3).

6.1 Diskussion der Hypothesen

Im Folgenden werden die Hypothesen zur Beantwortung der Forschungsfrage unter Einbezug der verfügbaren Literatur diskutiert.

***H1:** Die Präsenz fossiler Kraftwerke wirkt sich negativ auf die Lebenszufriedenheit der Anwohner*innen im umliegenden PLZ-Gebiet aus.*

In dem Grundmodell in Spalte (1) wird ein schwach signifikanter Effekt von Gaskraftwerken auf die Lebenszufriedenheit von Anwohner*innen des umliegenden PLZ-Gebietes ausgewiesen. Zum einen ist dieser entgegen der Hypothese jedoch positiv, zum anderen ist dieser gegenüber der Integration von Interviewer*innen fixer Effekte in Spalte (2) nicht robust. Dieses Ergebnis verdeutlicht die Relevanz der Kontrolle für Interviewer*innen fixe Effekte im Kontext der Quantifizierung externer Effekte, sowie allgemein für Lebenszufriedenheitsstudien mit räumlichem Bezug. Durch die Zuordnung von Interviewer*innen und Teilnehmenden nach Wohnorten im SOEP (Bohlender et al. 2018) besteht die Gefahr eines erheblichen Bias, für den in zukünftigen Studien zu kontrollieren ist. Ein abträglicher Einfluss fossiler Kraftwerke auf die Lebenszufriedenheit im umliegenden Postleitzahlengebiet kann letztlich nicht verifiziert werden. Dies könnte sowohl durch die zugrundeliegenden externen Effekte fossiler Kraftwerke als auch methodisch begründet sein.

Aus methodischer Perspektive könnten die geringen intrapersonellen Variationen der Kraftwerksindikatorvariablen zu insignifikanten Ergebnissen führen (siehe dazu Kapitel 4.3). So weisen die Dummy-Variablen für die Präsenz fossiler Kraftwerke nur eine sehr geringe Wechselwahrscheinlichkeit auf. Diese beträgt im günstigsten Fall bei Gaskraftwerken 0,49 %, bei Braunkohlekraftwerken

hingegen nur 0,05 %, Steinkohlekraftwerke liegen in der Mitte mit 0,15 %. In einem Fixed-Effects-Modell sind diese daher nicht vollständig von den individuellen fixen Effekten zu trennen und die Schätzung der Koeffizienten ist ineffizient (Biermann et al. 2019).

Aus inhaltlicher Perspektive könnten lokale negative Einflüsse von fossilen Kraftwerken so gering oder so stark räumlich begrenzt sein, dass sie keinen messbaren Effekt auf die Lebenszufriedenheit der Anwohner*innen aufweisen. Zwar finden vorangegangene LS-Studien einen negativen Zusammenhang zwischen Lebenszufriedenheit und Umwelteinflüssen, die mit fossilen Kraftwerken in Verbindung stehen, hierbei insbesondere Lärmbelästigung (Rehdanz und Maddison 2008; van Praag und Baarsma 2005) und Luftverschmutzung (z. B. Orru. et al. 2016; Ferreira und Moro 2010), allerdings gibt dies kein Aufschluss über die Intensität dieser Effekte im Kontext fossiler Kraftwerke. Zum einen wirken Luftschadstoffemissionen nicht überproportional stark auf die unmittelbare Umgebung fossiler Kraftwerke (Preiss et al. 2013; Mauzerall et al. 2005). Zum anderen könnten kleinräumig auftretende Einflüsse, wie Lärm oder Gesundheitsbelastungen durch Flugaschen, räumlich so eng begrenzt sein, dass eine Vielzahl der Individuen in einem Postleitzahlgebiet von diesen nicht betroffen ist. Die Möglichkeit, dass ein Teil der gesundheitsbezogenen externen Effekte in dem subjektiven Gesundheitszustand aufgenommen wird, wurde durch das Ausschließen dieser Variable in Spalte (8) getestet. Dies hat nur zu unwesentlichen Veränderungen der Koeffizienten der Kraftwerksindikatoren geführt und deutet auf die geringe Bedeutung kurzfristiger gesundheitsrelevanter externer Effekte hin. Es ist zu beachten, dass durch das Forschungsdesign langfristige Gesundheitseffekte nicht erfasst werden. Neben der Eventualität, dass negative externe Effekte deutlich geringer ausfallen oder enger räumlich begrenzt sind als zuvor angenommen, ist zu berücksichtigen, dass die Anwohner*innen gleichzeitig von positiven Effekten eines Kraftwerkes profitieren können. Dass sich kein eindeutig negativer Zusammenhang zwischen der Präsenz fossiler Kraftwerke und der Lebenszufriedenheit und damit dem Nutzen der Anwohner*innen zeigt, ist daher plausibel.

Im Vergleich mit vorangegangenen Stated- und Revealed-Preference-Studien scheint die inhaltliche Begründung jedoch konträr zu den bisherigen Erkenntnissen. So finden Thomson und Kempton (2018) in einem Contingent-Valuation-Ansatz eine Zahlungsbereitschaft von Anwohner*innen um ein bestehendes Kraftwerk zu entfernen. Darüber hinaus finden die bisherigen Hedonic-Pricing-Studien einen negativen Einfluss fossiler Kraftwerke in einem

Radius von 3,2 km (32,17 km²) (Davis 2011), ca. 3,5 km (38,48 km²) (Blomquist 1974), bis hoch zu 5 km (78.54 km²) (Deng et al. 2014). Womit der Wirkradius die durchschnittliche Größe eines Postleitzahlgebietes von 44 km² (Möllendorff und Welsch 2017) gegebenenfalls sogar überschreiten kann¹². Dies steht entgegen der Vermutung, dass relevante externe Effekte besonders kleinräumig auftreten (s. o.). Allerdings basieren diese Studien auf dem antizipierten Nutzen einer Entscheidung (siehe dazu Kapitel 4.1.2). Sie geben entsprechend keinen Aufschluss über die tatsächlich erfahrene Nutzenveränderung durch die Präsenz fossiler Kraftwerke, sondern über den von den Individuen erwarteten Einfluss. Beispielweise könnten Individuen annehmen, in der Umgebung eines Kraftwerkes überproportional von Luftverschmutzung betroffen zu sein, bedingt durch die Höhe der Schornsteine und die Bildungszeit sekundären Feinstaubes trifft dies jedoch nicht zu (Preiss et al. 2013). Neben solchen falschen Erwartungen unterschätzen Individuen systematisch ihre Fähigkeit zur Adaption an zukünftige Ereignisse (Frey und Stutzer 2014). Vor diesem Hintergrund erscheint es plausibel, dass ein (kurzfristiger) Einfluss fossiler Kraftwerke auf die Lebenszufriedenheit nicht besteht.

***H2:** Geringere Wohnkosten kompensieren im umliegenden PLZ-Gebiet indirekt für negative externe Effekte fossiler Kraftwerke.*

In Übereinstimmung mit Faßhauer und Rehdanz (2015) findet diese Arbeit einen signifikanten negativen Einfluss der Wohnkosten auf die individuelle Lebenszufriedenheit. Die Aufnahme dieser Variable in die Regression (Spalte 7) führt jedoch zu keiner nennenswerten Veränderung der Koeffizienten der Kraftwerksindikatoren im PLZ-Gebiet. Eine implizite Kompensation der Anwohner*innen für negative externe Effekte durch geringe Mieten und Immobilienpreise kann folglich nicht verifiziert werden. Aufbauend auf der vorherigen Vermutung, relevante externe Effekte könnten deutlich kleinräumiger begrenzt sein als die Preisminderung von Immobilien, stellt dies für Mieter*innen und Immobilienkäufer*innen potenziell sogar einen positiven externen Effekt dar.

***H3:** Die Präsenz fossiler Kraftwerke wirkt sich positiv auf die Lebenszufriedenheit von Anwohner*innen angrenzender PLZ-Gebiete aus.*

Das Modell in Spalte (2) mit Interviewer*innen fixen Effekten zeigt einen (schwach) signifikanten positiven Einfluss von Gas- sowie Braunkohlekraftwerken

¹² Die Größe der Postleitzahlgebiete ist nicht einheitlich und der genaue Standort der Kraftwerke innerhalb der Gebiete ist in dieser Studie nicht bekannt, wodurch die Ergebnisse entsprechender Ungenauigkeit unterliegen.

in angrenzenden Postleitzahlengebieten auf die Lebenszufriedenheit. Diese Koeffizienten erweisen sich als robust gegenüber der Integration zusätzlicher Kontrollvariablen für relevante Wohncharakteristika wie Eigentumsverhältnisse oder Wohnkosten. Entsprechend wird ein förderlicher Einfluss der Präsenz von mindestens einem Gaskraftwerk sowie einem oder mehr Braunkohlekraftwerken in angrenzenden Postleitzahlengebieten für die individuelle Lebenszufriedenheit nachgewiesen. Für Kohlkraftwerke hingegen wird kein signifikanter Einfluss gemessen. Die Hypothese wurde somit teilweise bestätigt.

Die Ergebnisse belegen positive Spillover-Effekte von Gas- & Braunkohlekraftwerken für Individuen in den angrenzenden PLZ-Gebieten. Dies bedeutet für die Stilllegung bestehender Kraftwerke im Umkehrschluss einen negativen Einfluss auf die Lebenszufriedenheit von Anwohner*innen angrenzender Gebiete. Es ist davon auszugehen, dass Kraftwerke nicht nur Arbeitsplätze schaffen und Gebiete beleben können (Greenstone et al. 2010; Farber 1998), sondern die Stilllegung ebenso zu steigender Arbeitslosigkeit und der Deprivation von Gebieten führen kann. Vorangegangene Studien legen nahe, dass sich fossile Kraftwerke über diese Kanäle auf die individuelle Lebenszufriedenheit auswirken¹³. So finden auf nationaler Ebene Wolfers (2003) und Di Tella et al. (2001) sowie Helliwell und Huang (2014) auf regionaler Ebene einen negativen Einfluss der Arbeitslosenquote auf die individuelle Lebenszufriedenheit. Di Tella et al. (2001) vermuten diesen Effekt aufgrund der Furcht vor persönlicher Arbeitslosigkeit, die durch eine höhere Arbeitslosenquote verstärkt wird. Darüber hinaus zeigen Shields et al. (2009), dass sich die Deprivation einer Gegend negativ auf die Lebenszufriedenheit ihrer Bewohner*innen auswirkt. Vor diesem Hintergrund erscheint es wenig plausibel, dass von Steinkohlekraftwerke nicht ebenfalls positive Spillover-Effekte ausgehen sollten. Der insignifikante Effekt könnte hierbei erneut methodisch durch die geringe Variation in der Präsenz von Steinkohlekraftwerken begründet sein. So kommt es in nur 971 Beobachtungen zu einem Wechsel der Dummy-Variable für ein Kraftwerk in einem angrenzenden PLZ-Gebiet, was einer Wechselwahrscheinlichkeit von lediglich 0,25 % entspricht. Dessen ungeachtet ist dies nach dem Wissen des Autors die erste Studie, die entsprechende Spillover-Effekte fossiler Kraftwerke auf die Lebenszufriedenheit untersucht und schließlich nachweist. Hieraus ergeben sich Implikationen für die Interpretation bestehender sowie die Konzeption zukünftiger Hedonic-Pricing-Studien. Studien,

¹³ Eine Überprüfung ist aufgrund nicht verfügbarer Daten über ökonomische Kennzahlen auf Postleitzahlenebene nicht möglich.

die als Vergleichsbasis die Immobilienpreise näher, jedoch weiter entfernterer Immobilien, für die Bewertung von Externalitäten heranziehen (z. B. Deng et al. 2014), überschätzen durch die positiven Spillover-Effekte negative Externalitäten im direkten Umfeld der Kraftwerke. Für nachfolgende Hedonic-Pricing-Studien ergibt sich daraus die Notwendigkeit einer „Pufferzone“ um diese Verzerrung zu vermeiden.

***H4:** Der Effekt der Präsenz fossiler Kraftwerke auf die Lebenszufriedenheit unterscheidet sich in seiner Stärke in Abhängigkeit von der Kraftwerksart. Der stärkste Einfluss geht dabei von Braunkohlekraftwerken aus.*

Einige der angenommenen Einflüsse fossiler Kraftwerke (H1 und H3) werden nicht nachgewiesen. Nichtsdestominder zeigen die Koeffizienten der Braunkohle- und Gaskraftwerksindikatoren im Einklang mit der Hypothese deutliche Unterschiede in ihrer Höhe. So führt die Präsenz von Gaskraftwerken in angrenzenden Postleitzahlgebieten auf der 11-stufigen Lebenszufriedenheitsskala von 0 - 10 zu einer durchschnittlichen Zunahme der Lebenszufriedenheit um 0,0363 Einheiten, der durchschnittliche Einfluss von Braunkohlekraftwerken hingegen liegt bei 0,0973 Einheiten. Demnach ist der Effekt von Braunkohlekraftwerken circa um das 2,7-fache stärker als bei Gaskraftwerken. Anders ausgedrückt entsprechen die positiven externen Effekte von Gaskraftwerken ca. 37 % des Einflusses von Braunkohlekraftwerken. Dies kann nicht nur aus der Verbindung von Braunkohlekraftwerken mit dem Tagebau, sondern teilweise aus einer höheren Konzentration von Braunkohlekraftwerken in entsprechenden Gebieten resultieren. Durch die Verwendung von Dummy-Variablen für die Präsenz von Kraftwerken kann hier nur der strukturelle Effekt ausgewiesen werden. Aussagen über den Einfluss einzelner Kraftwerke oder die Abhängigkeit von Kapazitäten sind nicht möglich.

6.2 Monetäre Bewertung der externen Effekte

Die externen Effekte von Gas- und Braunkohlekraftwerke auf die Bewohner*innen mit angrenzender Postleitzahl wurden anhand der MRS als langfristiger sozialer Wert des Einkommens monetär quantifiziert (siehe dazu Kapitel 4.1.1). Die durchschnittlichen positiven externen Effekte für Individuen von mind. einem Gaskraftwerk in einem angrenzenden PLZ-Gebiet betragen monatlich 162,88 €. Der Effekt von einem oder mehr Braunkohlekraftwerken beläuft sich auf monatlich 471,52 € (siehe dazu Kapitel 5.2). Die Berechnung

erfolgt jeweils für den Stichprobenmittelwert des realen monatlichen Nettohaushaltsäquivalenzeinkommens von 1601,14 €.

Die monetären Quantifizierungen der externen Effekte sind bemerkenswert hoch, was auf eine potentielle Überbewertung hindeutet (Ferreira und Moro 2010). Daher werden die Koeffizienten der Kraftwerksindikatoren zunächst anhand ihres Verhältnisses zu dem Einfluss individueller Arbeitslosigkeit gegenüber Erwerbtätigkeit (-0,3316^{***}) auf ihre Plausibilität überprüft. Dieser Vergleich bietet sich an, da individuelle Arbeitslosigkeit einen der stärksten Einzeleffekte auf die Lebenszufriedenheit aufweist (z. B. Möllendorff und Welsch 2017; Faßhauer und Rehdanz 2015; siehe auch Anhang A3). In diesem Kontext ist zu erwarten, dass Spillover-Effekte fossiler Kraftwerke deutlich unterhalb des starken Effektes individueller Arbeitslosigkeit liegen. Die Spillover-Effekte von mind. einem Gaskraftwerk entsprechen 10,95 % und von mind. einem Braunkohlekraftwerk entsprechen 29,34 % des Einflusses individueller Arbeitslosigkeit. Die Koeffizienten liegen damit signifikant unterhalb des Effektes eigener Arbeitslosigkeit und sind in ihrer Höhe plausibel.

Des Weiteren kann die hohe monetäre Bewertung durch einen niedrigen Einkommenskoeffizienten bedingt werden. Hierbei ist zunächst zu beachten, dass in dieser Studie relative Einkommenseffekte nicht berücksichtigt werden. Folglich gibt die Bewertung den langfristigen sozialen Wert einer Umweltveränderung wieder, der im Vergleich mit der Bewertung in kurzfristigem privaten Wert des Einkommens höher ausfallen kann (siehe dazu Welsch und Ferreira 2014 und Kapitel 4.4.1). Darüber hinaus kann die Möglichkeit einer nach unten gerichteten Verzerrung des Einkommenskoeffizienten nicht vollständig ausgeschlossen werden. Durch die Berücksichtigung individueller fixer Effekte sowie der wöchentlichen Arbeitszeit wird für zwei wesentliche Faktoren eines Bias kontrolliert. Weitere Variablen, deren Auslassen potentiell zu einer Unterschätzung des Einkommenskoeffizienten führt z. B. Pendeln oder Stress im Beruf, können aufgrund fehlender Daten nicht berücksichtigt werden. Zusätzlich kann für eine Verzerrung durch Messfehler in der Einkommensvariable nicht kontrolliert werden (siehe dazu Kapitel 4.4.1). Vorangegangene Instrumentenvariablen-schätzungen für den Einkommenseffekt, die diese Quellen für einen Bias adressieren, deuten auf eine signifikante Überschätzung der MRS, um das zwei- bis vierfache, hin (Faßhauer und Vendrik 2015; Faßhauer und Rehdanz 2015; Ambrey und Fleming 2014; Powdthavee 2010; Luechinger 2009). Infolgedessen sind die monetären Bewertungen weniger als exakte Quantifizierung, sondern vielmehr als Orientierungshilfe zu verstehen. Dies gilt

insbesondere für diese Arbeit, die als erste positive Spillover-Effekte fossiler Kraftwerke nachweist, da keine vorangegangenen Studien für eine Einordnung der quantifizierten Ergebnisse verfügbar sind. Ferner ist bei den Ergebnissen zu berücksichtigen, dass diese den kurzfristigen Effekt quantifizieren. Über langfristige Effekte können keine Aussagen getroffen werden.

6.3 Bedeutung und Implikationen

Die Bedeutung fossiler Kraftwerke für regionale Gebiete wird durch die approximative Hochrechnung der individuellen monetären Quantifizierungen für ein durchschnittliches Gebiet ersichtlich. Bei 82,98 Millionen Einwohner*innen in Deutschland, aufgeteilt in ca. 8200 Postleitzahlengebiete, entspricht die Bevölkerung eines PLZ-Gebietes im Durchschnitt 10120 Einwohner*innen. Bei einem individuellen monetären Wert für Anwohner*innen eines angrenzenden PLZ-Gebietes von monatlich 162,88 € bei Gaskraft bzw. 471,52 € bei Braunkohlekraft folgt ein positiver Effekt in Höhe von 1.648.345,60 € respektive 4.771.782,40 €. Im Median grenzen an ein PLZ-Gebiet mit fossilem Kraftwerk sechs weitere PLZ-Gebiete (Mittelwert 6,45 mit einer Standardabweichung von 2,35). Daraus folgt für ein regionales Gebiet mit mindestens einem Gaskraftwerk ein positiver Effekt in Höhe von monatlich 9.890.073,60 €. Unter der restriktiven Annahme einer Überschätzung um den Faktor 4 beträgt dieser 2.472.518,40 € pro Monat. Für mind. ein Braunkohlekraftwerk ergibt dies eine Spanne von monatlich 7.157.673,60 € bis 28.630.694,40 €. Fossile Kraftwerke sind damit ein ökonomisch relevanter Faktor für Gebiete mit bestehenden fossilen Kraftwerken und ebenso für neue Standorte.

Im Hinblick auf den Entwicklungspfad der jeweiligen Energieträger für die zukünftige Stromversorgung in Deutschland folgen aus den Ergebnissen spezifische Implikationen. Laut einer repräsentativen Umfrage der Agentur für Erneuerbare Energien (2018) befürworten lediglich 19 % der Teilnehmenden ein Gaskraftwerk in der eigenen Nachbarschaft. In Bezug auf den geplanten Zubau von Gaskraftwerken kann die geringe Akzeptanz der lokalen Bevölkerung ein ernstzunehmendes Hindernis darstellen. Der Nachweis ökonomisch signifikanter positiver externer Effekte von Gaskraftwerken kann zur Steigerung der Akzeptanz in der lokalen Bevölkerung beitragen. Im Kontext des geplanten Kohleausstiegs zeigen die Ergebnisse einen signifikanten Wohlfahrtsverlust bei der Stilllegung von Braunkohlekraftwerken für die Menschen in den betroffenen regionalen Gebieten. Um das Nutzenniveau der Anwohner*innen angrenzender Gebiete konstant zu halten, müssten diese entsprechend kompensiert werden.

Die durchschnittliche individuelle Kompensation müsste hierbei bis zu 471,52 € monatlich betragen. Dies verdeutlicht die Relevanz eines Strukturwandels, um negative Effekte auf den Arbeitsmarkt sowie eine Deprivation von Gebieten bei der Stilllegung von Braunkohlekraftwerken zu vermeiden. Eine Möglichkeit könnte der Bau neuer Gaskraftwerke an den Standorten stillgelegter Braunkohlekraftwerke sein. Hierdurch kann der Wohlfahrtsverlust um ungefähr 37 % reduziert werden. Dies bietet sich vor dem Hintergrund einer höheren Akzeptanz für fossile Kraftwerke bei entsprechenden Vorerfahrungen an (AEE 2018). In Bezug auf Steinkohlekraftwerke konnten keine lokalen externen Effekte nachgewiesen werden. Daraus ließe sich ableiten, dass bei politisch bedingten Stilllegungen von Kohlekraftwerken keine Kompensationen für Anwohner*innen angrenzender Gebiete nötig wären, um ein konstantes Nutzenniveau zu gewährleisten. Allerdings kann eine methodische Ursache nicht ausgeschlossen werden, weshalb auf die Ableitung von Implikationen verzichtet wird.

7 Fazit und Ausblick

Im Rahmen dieser Arbeit wurde der Lebenszufriedenheitsansatz angewandt, um die lokalen externen Effekte von Gas-, Steinkohle und Braunkohlekraftwerke zu identifizieren und schließlich zu quantifizieren. Auf Basis der deutschlandweiten repräsentativen Daten des Sozio-oekonomischen Panels wurde dazu eine OLS-Regression mit fixen Effekten geschätzt. Dabei wurden ökonomisch relevante positive externe Effekte der Energieproduktion aus Gas- und Braunkohle auf die lokale Bevölkerung nachgewiesen, die nach der Kraftwerkstypologie quantitativ variieren. Dieser Nachweis ist auf die Anwohner*innen angrenzender Gebiete beschränkt. Im Gegensatz zu vorangegangenen Stated- & Revealed-Preference Studien konnten negative Einflüsse fossiler Kraftwerke auf die unmittelbare Umgebung nicht bestätigt werden. Auch externe Effekte von Steinkohlekraftwerken konnten nicht verifiziert werden. Ob die insignifikanten Effekte methodisch oder inhaltlich bedingt sind, ist nicht abschließend zu klären. Die statistisch signifikanten qualitativen Ergebnisse und die Differenzen in der Effektstärke – von Gas- und Braunkohlekraftwerken – sind in Bezug auf die externen Effekten, die mit dem jeweiligen Kraftwerkstypen assoziiert sind, konsistent.

Diese Arbeit ergänzt in mehrererlei Hinsicht die bestehende Literatur. Zunächst wird die methodische Basis der Quantifizierung externer Effekte fossiler Kraftwerke um den Lebenszufriedenheitsansatz erweitert. Obendrein ist dies die erste Studie, die Spillover-Effekte fossiler Kraftwerke untersucht und letztlich

nachweist. Im Kontext vorangegangener und zukünftiger Hedonic-Pricing-Studien, die als Vergleichsbasis naheliegende, aber weiter entfernte, Immobilien heranziehen, folgt daraus eine Überbewertung negativer externer Effekte fossiler Kraftwerke. In zukünftigen Studien sollte daher eine „Pufferzone“ in das Studiendesign integriert werden, die eine Verzerrung durch Spillover-Effekte vermeidet. Nebstdem zeigen die Ergebnisse dieser Arbeit, dass die Kontrolle für Interviewer*innen fixe Effekte einen signifikanten Einfluss auf die Koeffizientenschätzung für externe Effekte haben. Dies verdeutlicht die Relevanz der Kontrolle von Interviewer*innen fixen Effekten in Lebenszufriedenheitsstudien zur Quantifizierung lokaler externer Effekte, insbesondere bei der Verwendung von Paneldatensätzen in denen die Zuordnung von Interviewer*innen auf räumlicher Basis erfolgt (z. B. das SOEP).

Zur Verdeutlichung der regionalen Bedeutung fossiler Kraftwerke wurden die geschätzten Wohlfahrtseffekte anhand der marginalen Substitutionsrate mit dem Einkommen in monetären Einheiten quantifiziert. Die positiven externen Effekte der Präsenz mindestens eines Gaskraftwerkes summieren sich für ein durchschnittliches regionales Gebiet auf monatlich bis zu 9.890.073,60 €. Die lokalen Externalitäten von Braunkohlekraftwerken betragen mit bis zu 28.630.694,40 € annähernd das Dreifache. Die monetäre Quantifizierung könnte durch die Endogenität des Einkommens um ein Vielfaches überbewertet sein. Daher ist sie lediglich als Orientierungshilfe zu verstehen. Vor dem Hintergrund der Empfehlungen der Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“ implizieren die Ergebnisse die Notwendigkeit einer ökonomisch signifikanten Kompensation der Gebiete in denen Braunkohlekraftwerke stillgelegt werden sollen. Als eine Möglichkeit, um die lokalen Wohlfahrtsverluste durch die Stilllegungen teilweise aufzufangen, kann die Errichtung von Gaskraftwerken an den Standorten stillgelegter Braunkohlekraftwerke diskutiert werden. Hierdurch könnten ca. 37 % des Wohlfahrtsverlustes ausgeglichen werden. Unabhängig davon können die Ergebnisse genutzt werden, um die Akzeptanz der lokalen Bevölkerung für den geplanten Bau neuer Gaskraftwerke zu steigern.

Die Ergebnisse dieser Studie unterliegen mehreren Limitationen, aus denen sowohl Potentiale als auch die Notwendigkeit für weitere Forschung resultieren. Eine zentrale Problematik dieser Arbeit besteht in der geringen Variation der Kraftwerksvariablen in Kombination mit der Verwendung eines OLS-Modells mit fixen Effekten. Die Koeffizientenschätzung ist in diesem Kontext ineffizient, wodurch bestehende Effekte möglicherweise nicht nachgewiesen werden

konnten. Diesbezüglich ist insbesondere die Untersuchung von Spillover-Effekten von Steinkohlekraftwerken und externer Effekte fossiler Kraftwerke auf die unmittelbare Umgebung anhand einer alternativen ökonometrischen Methodik interessant. Ferner wird die Präsenz fossiler Kraftwerke in dieser Arbeit als Dummy-Variable operationalisiert. Daher können keine Aussagen über Unterschiede der externen Effekte in Abhängigkeit von der Anzahl oder Größe (z. B. gemessen in MW-Leistung) fossiler Kraftwerke getroffen werden. Unter anderem könnten die Unterschiede in der Effektstärke von Braunkohle- & Gaskraftwerken (teilweise) aus strukturellen Unterschieden in der räumlichen Konzentration resultieren. Ferner werden in dieser Studie nur kurzfristige Auswirkungen erfasst. In diesen Punkten zeigt sich Potential für weitere Forschungen. Zukünftige Studien können stärker innerhalb der Kraftwerkstypen differenzieren oder die zeitliche Entwicklung der Auswirkungen fossiler Kraftwerke fokussieren, um mögliche Adaptionseffekte oder langfristige Folgen aufzudecken. Zuletzt unterliegt diese Studie durch die Verwendung von Postleitzahlengebieten als Analyseebene räumlichen Ungenauigkeiten. Zum einen da der genaue Standort der Kraftwerke innerhalb eines Gebietes nicht bekannt ist und zum anderen da sich die Größe der einzelnen Postleitzahlengebiete signifikant unterscheidet. Hierbei kann durch die Verwendung georeferenzierter Daten eine beachtliche Verbesserung der räumlichen Genauigkeit erzielt werden, wodurch auch die Erforschung besonders kleinräumig auftretender externer Effekte (z. B. Lärmbelästigung) verbessert werden kann. Insgesamt bietet die Quantifizierung der externen Effekte eine Vielzahl von Möglichkeiten für die weitere Forschung. Auch die Quantifizierung der Spillover-Effekte fossiler Kraftwerke anhand eines Hedonic-Pricing-Ansatzes als Vergleich zu den Ergebnissen dieser Arbeit ist wünschenswert.

Literaturverzeichnis

AEE - Agentur für Erneuerbare Energien e.V. (Hg.) (2018): Akzeptanzumfrage. Bevölkerungsrepräsentative Umfrage durch Kantar Emnid. Online verfügbar unter <https://www.unendlich-viel-energie.de/klares-bekenntnis-der-deutschen-bevoelkerung-zu-erneuerbaren-energien>.

Allison, Paul David (2009): Fixed effects regression models. Los Angeles [Calif.], London: SAGE (Quantitative applications in the social sciences, no. 07-160).

Ambrey, Christopher L.; Fleming, Christopher M. (2011): Valuing scenic amenity using life satisfaction data. In: *Ecological Economics* 72, S. 106–115.

Ambrey, Christopher L.; Fleming, Christopher M. (2014): The causal effect of income on life satisfaction and the implications for valuing non-market goods. In: *Economics Letters* 123 (2), S. 131–134.

Ambrey, Christopher L.; Fleming, Christopher M.; Chan, Andrew Yiu-Chung (2014): Estimating the cost of air pollution in South East Queensland: An application of the life satisfaction non-market valuation approach. In: *Ecological Economics* 97, S. 172–181.

Andor, Mark Andreas; Frondel, Manuel; Rinne, Sonja (2015): Wie unbeliebt ist Kohle und wie beliebt sind die Erneuerbaren? Eine empirische Regionalanalyse der energiepolitischen Präferenzen deutscher Haushalte. Essen (RWI Materialienheft, 93). Online verfügbar unter <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:hbz:061:3-48894>.

Angrave, David; Charlwood, Andy (2015): What is the relationship between long working hours, over-employment, under-employment and the subjective well-being of workers? Longitudinal evidence from the UK. In: *Human Relations* 68 (9), S. 1491–1515.

Argyle, Michael (1987): The psychology of happiness. Repr. London: Routledge.

Baetschmann, Gregori (2014): Heterogeneity in the Relationship between Happiness and Age: Evidence from the German Socio-Economic Panel. In: *German Econ Rev* 15 (3), S. 393–410.

Baetschmann, Gregori; Staub, Kevin E.; Winkelmann, Rainer (2015): Consistent estimation of the fixed effects ordered logit model. In: *J. R. Stat. Soc. A* 178 (3), S. 685–703.

- Bartels, Meike (2015): Genetics of wellbeing and its components satisfaction with life, happiness, and quality of life: a review and meta-analysis of heritability studies. In: *Behavior genetics* 45 (2), S. 137–156.
- Bauer, Jan Michael; Levin, Victoria; Munoz Boudet, Ana Maria; Nie, Peng; Sousa-Poza, Alfonso (2017): Subjective Well-being Across the Lifespan in Europe and Central Asia. In: *Population Ageing* 10 (2), S. 125–158.
- Baumol, William J.; Oates, Wallace E. (1993): The theory of environmental policy. 2. ed., reprint. Cambridge: Cambridge Univ. Press.
- BBSR - Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hg.) (2017): Immer mehr Menschen pendeln zur Arbeit. Online verfügbar unter <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Home/Topthemen/2017-pendeln.html>, zuletzt aktualisiert am April 2017, zuletzt geprüft am 18.12.2018.
- Becchetti, Leonardo; Giachin Ricca, Elena; Pelloni, Alessandra (2013): The Paradox of Children and Life Satisfaction. In: *Soc Indic Res* 111 (3), S. 725–751.
- Biermann, Philipp; Bitzer, Juergen; Goeren, Erkan (2019): The Relationship between Age and Subjective Well-Being: Estimating Within and Between Effects Simultaneously. University of Oldenburg, Department of Economics (Working Papers V-421-19). Online verfügbar unter <https://www.econstor.eu/handle/10419/193999>.
- Blomquist, Glenn (1974): The Effect of Electric Utility Power Plant Location on Area Property Value. In: *Land Economics* 50 (1), S. 97–100.
- BMU - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (Hg.) (2016): Klimaschutzplan 2050 - Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung. Bundesministerium für Umwelt; Naturschutz und nukleare Sicherheit. Online verfügbar unter https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimaschutzplan_2050_bf.pdf, zuletzt geprüft am 10.05.2019.
- BMWi - Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hg.) (2019): Kommission "Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung". Abschlussbericht. Berlin. Online verfügbar unter https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/A/abschlussbericht-kommission-wachstum-strukturwandel-und-beschaeftigung.pdf?__blob=publicationFile.

- Bohlender, Anne; Huber, Simon; Glemser, Axel (2018): SOEP-Core – 2016: Methodenbericht Stichproben A-L1. (Kantar Public). DIW/SOEP. Berlin (SOEP Survey Papers 493: Series B).
- Boyle, Melissa A.; Kiel, Katherine A. (2001): A Survey of House Price Hedonic Studies of the Impact of Environmental Externalities. In: *Journal of Real Estate Literature* 9 (2), S. 117–144.
- Bravo-Moncayo, Luis; Pavón-García, Ignacio; Lucio-Naranjo, José; Mosquera, Roberto (2017): Contingent valuation of road traffic noise: A case study in the urban area of Quito, Ecuador. In: *Case Studies on Transport Policy* 5 (4), S. 722–730.
- Brown, Thomas C. (2003): Introduction to Stated Preference Methods. In: Ian J. Bateman, Patricia A. Champ, Kevin J. Boyle und Thomas C. Brown (Hg.): *A Primer on Nonmarket Valuation*, Bd. 3. Dordrecht: Springer Netherlands (The Economics of Non-Market Goods and Resources), S. 99–110.
- Buchanan, Susan; Burt, Erica; Orris, Peter (2014): Beyond black lung: scientific evidence of health effects from coal use in electricity generation. In: *Journal of public health policy* 35 (3), S. 266–277.
- Bundesnetzagentur (Hg.) (2018): Kraftwerksliste. Stand 19.11.2018. Online verfügbar unter https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Erzeugungskapazitaeten/Kraftwerksliste/Kraftwerksliste_2018_3.xlsx?__blob=publicationFile&v=2, zuletzt geprüft am 04.05.2019.
- Chadi, Adrian (2013): The role of interviewer encounters in panel responses on life satisfaction. In: *Economics Letters* 121 (3), S. 550–554.
- Chikkatur, Ananth P.; Chaudhary, Ankur; Sagar, Ambuj D. (2011): Coal Power Impacts, Technology, and Policy: Connecting the Dots. In: *Annual Review of Environment and Resources* 36 (1), S. 101–138.
- Chikkatur, Ananth P.; Sagar, Ambuj D. (2007): Cleaner Power in India: Towards a Clean-Coal-Technology Roadmap. Belfer Center for Science and International Affairs. Cambridge, MA (Discussion Paper 2007-06).
- Clark, Andrew E.; Frijters, Paul; Shields, Michael A. (2008): Relative Income, Happiness, and Utility: An Explanation for the Easterlin Paradox and Other Puzzles. In: *Journal of Economic Literature* 46 (1), S. 95–144.

- Conrad, Christian A. (2017): *Wirtschaftspolitik. Eine praxisorientierte Einführung*. 1. Auflage 2017. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH; Springer Gabler (Lehrbuch).
- Currie, Janet; Davis, Lucas; Greenstone, Michael; Walker, Reed (2013): *Do Housing Prices Reflect Environmental Health Risks? Evidence from More than 1600 Toxic Plant Openings and Closings*. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research (NBER Working Paper No. 18700).
- Davis, Lucas (2011): *The Effect of Power Plants on Local Housing Values and Rents*. In: *Review of Economics and Statistics* 93 (4), S. 1391–1402.
- Deimer, Klaus; Tolkmitt, Volker; Pätzold, Martin (2017): *Ressourcenallokation, Wettbewerb und Umweltökonomie. Wirtschaftspolitik in Theorie und Praxis*. Berlin: Springer Gabler (Springer Lehrbuch).
- Deng, Guoying; Hernandez, Manuel A.; Xu, Shu (2014): *When Power Plants Leave Town: Environmental Quality and the Housing Market in China*. Social Science Research Network. Rochester, NY.
- Di Tella, Rafael; MacCulloch, Robert J.; Oswald, Andrew J. (2001): *Preferences over Inflation and Unemployment: Evidence from Surveys of Happiness*. In: *American Economic Review* 91 (1), S. 335–341.
- Dickerson, Andy; Hole, Arne Risa; Munford, Luke A. (2014): *The relationship between well-being and commuting revisited: Does the choice of methodology matter?* In: *Regional Science and Urban Economics* 49, S. 321–329.
- Diekmann, Andreas (2016): *Empirische Sozialforschung. Grundlagen, Methoden, Anwendungen. Vollständig überarbeitete und erweiterte Neuauflage August 2007, 10. Auflage 2016, Originalausgabe*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag (rororo, 55678 : Rowohlts Enzyklopädie).
- Diener, E.; Emmons, R. A.; Larsen, R. J.; Griffin, S. (1985): *The Satisfaction With Life Scale*. In: *Journal of personality assessment* 49 (1), S. 71–75.
- Diener, E.; Suh, Eunkook M.; Lucas, Richard E.; Smith, Heidi L. (1999): *Subjective well-being: Three decades of progress*. In: *Psychological Bulletin* 125 (2), S. 276–302.
- Dolan, Paul; Kavetsos, Georgios (2016): *Happy Talk: Mode of Administration Effects on Subjective Well-Being*. In: *Journal of Happiness Studies* 17 (3), S. 1273–1291.

Dolan, Paul; Peasgood, Tessa; White, Mathew (2008): Do we really know what makes us happy? A review of the economic literature on the factors associated with subjective well-being. In: *Journal of Economic Psychology* 29 (1), S. 94–122.

Easterlin, Richard A. (2001): Income and Happiness: Towards a Unified Theory. In: *Economic Journal* 111 (473), S. 465–484.

EEB - European Environmental Bureau (Hg.) (2017): Quecksilberemissionen aus Kohlekraftwerken in Deutschland. Auswertung der EU-Schadstoffregistermeldungen 2015 sowie Vorschläge zu Handlungsbedarf in der Emissionminderung. Brüssel, zuletzt geprüft am 02.10.2018.

EPA - Environmental Protection Agency (U.S.) (Hg.) (2016): Integrated Science Assessment for Oxides of Nitrogen - Health Criteria. Online verfügbar unter <https://www.epa.gov/isa/integrated-science-assessment-isa-nitrogen-dioxide-health-criteria>, zuletzt geprüft am 13.05.2019.

EPA - Environmental Protection Agency (U.S.) (Hg.) (2017): Integrated Science Assessment for Sulfur Oxides - Health Criteria. Online verfügbar unter <https://www.epa.gov/isa/integrated-science-assessment-isa-sulfur-oxides-health-criteria>, zuletzt geprüft am 13.05.2019.

EPA - Environmental Protection Agency (U.S.) (Hg.) (2018): Integrated Science Assessment for Particulate Matter. (External Review Draft). Online verfügbar unter <https://www.epa.gov/isa/integrated-science-assessment-isa-particulate-matter>, zuletzt geprüft am 13.05.2019.

Farber, Stephen (1998): Undesirable facilities and property values: a summary of empirical studies. In: *Ecological Economics* 24 (1), S. 1–14.

Faßhauer, Angela (2015): Internal Migration, Environmental Amenities and Life Satisfaction: Theoretical Linkages, Empirical Evidence and Methodological Advances. Inaugural-Dissertation.

Faßhauer, Angela; Rehdanz, Katrin (2015): Estimating Benefits from Regional Amenities: Internal Migration and Life Satisfaction. In: *SOEP Paper on Multidisciplinary Panel Data Research No. 748*.

Faßhauer, Angela; Vendrik, Maarten C.M. (2015): Uncovering Causal Effects of Income on Life Satisfaction using Permanent Income Expectations. In: Internal Migration, Environmental Amenities and Life Satisfaction: Theoretical Linkages, Empirical Evidence and Methodological Advances. Inaugural-Dissertation, S. 102–128.

- Feess, Eberhard; Seeliger, Andreas (2013): Umweltökonomie und Umweltpolitik. 4., vollst. überarb. Aufl. München: Vahlen.
- Ferreira, Susana; Akay, Alpaslan; Brereton, Finbarr; Cuñado, Juncal; Martinsson, Peter; Moro, Mirko; Ningal, Tine F. (2013): Life satisfaction and air quality in Europe. In: *Ecological Economics* 88, S. 1–10.
- Ferreira, Susana; Moro, Mirko (2010): On the Use of Subjective Well-Being Data for Environmental Valuation. In: *Environmental and Resource Economics* 46 (3), S. 249–273.
- Ferrer-i-Carbonell, Ada; Frijters, Paul (2004): How Important is Methodology for the estimates of the determinants of Happiness?*. In: *The Economic Journal* 114 (497), S. 641–659.
- Fischer, Justina (2009): Happiness and Age Cycles - Return to Start ...? On the Functional Relationship between Subjective Well-Being and Age. Hg. v. OECD Publishing. Paris (Social, Employment and Migration Working Papers No. 99).
- FitzRoy, Felix R.; Nolan, Michael A.; Steinhardt, Max F.; Ulph, David (2014): Testing the tunnel effect: comparison, age and happiness in UK and German panels. In: *Journal of European Labor Studies* 3 (1), S. 24.
- Fouladi, Reza Fard; Naddafi, Kazem; Yunesian, Masud; Nabizadeh Nodehi, Ramin; Dehghani, Mohammad Hadi; Hassanvand, Mohammad Sadegh (2016): The assessment of health impacts and external costs of natural gas-fired power plant of Qom. In: *Environmental science and pollution research international* 23 (20), S. 20922–20936.
- Foye, Chris; Clapham, David; Gabrieli, Tommaso (2018): Home-ownership as a social norm and positional good: Subjective wellbeing evidence from panel data. In: *Urban Studies* 55 (6), S. 1290–1312.
- Freeman, A. Myrick (2003): The measurement of environmental and resource values. Theory and methods. 2. ed. Washington, DC: Resources for the Future.
- Frey, Bruno S.; Luechinger, Simon; Stutzer, Alois (2009): The life satisfaction approach to valuing public goods: The case of terrorism. In: *Public Choice* 138 (3-4), S. 317–345.
- Frey, Bruno S.; Luechinger, Simon; Stutzer, Alois (2010): The Life Satisfaction Approach to Environmental Valuation. In: *Annual Review of Resource Economics* 2 (1), S. 139–160.

Frey, Bruno S.; Stutzer, Alois (2014): Economic Consequences of Mispredicting Utility. In: *Journal of Happiness Studies* 15 (4), S. 937–956.

Frijters, Paul; Beaton, Tony (2012): The mystery of the U-shaped relationship between happiness and age. In: *Journal of Economic Behavior & Organization* 82 (2-3), S. 525–542.

Fritsch, Michael (2018): Marktversagen und Wirtschaftspolitik. Mikroökonomische Grundlagen staatlichen Handelns. 10. Auflage. München: Vahlen, Franz (Vahlers Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften).

Fujiwara, Daniel; Campbell, Ross (2011): Valuation techniques for social cost-benefit analysis. Stated preference, revealed preference and subjective well-being approaches : a discussion of the current issues. London: HM Treasury.

Goebel, Jan; Grabka, Markus M.; Liebig, Stefan; Kroh, Martin; Richter, David; Schröder, Carsten; Schupp, Jürgen (2019): The German Socio-Economic Panel (SOEP). In: *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik* 239 (2), S. 345–360.

Greenstone, Michael; Hornbeck, Richard; Moretti, Enrico (2010): Identifying Agglomeration Spillovers: Evidence from Winners and Losers of Large Plant Openings. In: *Journal of Political Economy* 118 (3), S. 536–598.

Hahn, Elisabeth; Johnson, Wendy; Spinath, Frank M. (2013): Beyond the heritability of life satisfaction – The roles of personality and twin-specific influences. In: *Journal of Research in Personality* 47 (6), S. 757–767.

Helliwell, John F.; Huang, Haifang (2014): New Measures of the Cost of Unemployment: Evidence from the Subjective Well-Being of 3.3 Million Americans. In: *Economic Inquiry* 52 (4), S. 1485–1502.

Climate change 2014. Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (2015). Hg. v. IPCC. Geneva, Switzerland. Online verfügbar unter https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full.pdf, zuletzt geprüft am 13.05.2019.

IPCC (Hg.) (2018): Global warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. [Geneva, Switzerland]. Online verfügbar unter <https://www.ipcc.ch/sr15/>, zuletzt geprüft am 13.05.2019.

- Istamto, Tiffany; Houthuijs, Danny; Lebet, Erik (2014): Willingness to pay to avoid health risks from road-traffic-related air pollution and noise across five countries. In: *The Science of the total environment* 497-498, S. 420–429.
- Jacobson, Mark Z. (2008): On the causal link between carbon dioxide and air pollution mortality. In: *Geophysical Research Letters* 35 (3).
- Kahneman, Daniel; Sugden, Robert (2005): Experienced Utility as a Standard of Policy Evaluation. In: *Environmental and Resource Economics* 32 (1), S. 161–181.
- Kahneman, Daniel; Wakker, Peter P.; Sarin, Rakesh (1997): Back to Bentham? Explorations of Experienced Utility. In: *The Quarterly Journal of Economics* 112 (2), S. 375–405.
- Kämpfer, Sylvia (2014): Migration und Lebenszufriedenheit. Eine theoriegeleitete empirische Analyse. Opladen: Budrich UniPress.
- Kassenboehmer, Sonja C.; Haisken-DeNew, John P. (2012): Heresy or enlightenment? The well-being age U-shape effect is flat. In: *Economics Letters* 117 (1), S. 235–238.
- Kezdi, Gabor (2003): Robust Standard Error Estimation in Fixed-Effects Panel Models. In: *SSRN Journal*.
- Knapp, Lauren; Ladenburg, Jacob (2015): How Spatial Relationships Influence Economic Preferences for Wind Power—A Review. In: *Energies* 8 (6), S. 6177–6201.
- Krekel, Christian; Zerrahn, Alexander (2015): Sowing the Wind and Reaping the Whirlwind? The Effect of Wind Turbines on Residential Well-Being. In: *SSRN Journal*.
- Krekel, Christian; Zerrahn, Alexander (2017): Does the presence of wind turbines have negative externalities for people in their surroundings? Evidence from well-being data. In: *Journal of environmental economics and management* 82, S. 221–238.
- Kroh, Martin (2006): An Experimental Evaluation of Popular Well-Being Measures. DIW Discussion Papers. Berlin (546). Online verfügbar unter <http://hdl.handle.net/10419/18439>.
- Krueger, A. D.; Parsons, G. R.; Firestone, J. (2011): Valuing the Visual Disamenity of Offshore Wind Power Projects at Varying Distances from the

Shore: An Application on the Delaware Shoreline. In: *Land Economics* 87 (2), S. 268–283.

Kühne, Simon (2018): From Strangers to Acquaintances? Interviewer Continuity and Socially Desirable Responses in Panel Surveys. 121-146 Pages / *Survey Research Methods*, Vol 12, No 2 (2018).

Ladenburg, Jacob (2009): Stated public preferences for on-land and offshore wind power generation-a review. In: *Wind Energy* 12 (2), S. 171–181.

Ladenburg, Jacob; Dubgaard, Alex (2007): Willingness to pay for reduced visual disamenities from offshore wind farms in Denmark. In: *Energy Policy* 35 (8), S. 4059–4071.

Latimer, D. A.; Samuelse, G. S. (1978): Visual Impact of Plumes from Power Plants: a theoretical Model. In: *Atmospheric Environment* 12, S. 1455–1465.

Layard, Richard (2006): Happiness and Public Policy: A Challenge to the Profession. In: *Economic Journal* 116 (510), C24-C33.

Levinson, Arik (2012): Valuing public goods using happiness data: The case of air quality. In: *Journal of Public Economics* 96 (9-10), S. 869–880.

Levy, Jonathan I.; Greco, Susan L.; Spengler, John D. (2002): The importance of population susceptibility for air pollution risk assessment: a case study of power plants near Washington, DC. In: *Environmental health perspectives* 110 (12), S. 1253–1260.

Levy, Jonathan I.; Spengler, John D. (2002): Modeling the Benefits of Power Plant Emission Controls in Massachusetts. In: *Journal of the Air & Waste Management Association* 52 (1), S. 5–18.

Li, H. N.; Chau, C. K.; Tse, M. S.; Tang, S. K. (2009): Valuing road noise for residents in Hong Kong. In: *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 14 (4), S. 264–271.

Li, Yuan; Guan, Dabo; Tao, Shu; Wang, Xuejun; He, Kebin (2018): A review of air pollution impact on subjective well-being: Survey versus visual psychophysics. In: *Journal of Cleaner Production* 184, S. 959–968.

Li, Zhengtao; Folmer, Henk; Xue, Jianhong (2014): To what extent does air pollution affect happiness? The case of the Jinchuan mining area, China. In: *Ecological Economics* 99, S. 88–99.

- Lima, Maria Luísa; Marques, Sibila (2017): Living in Industrial Areas: Social Impacts, Adaptation and Mitigation. In: Ghozlane Fleury-Bahi, Enric Pol und Oscar Navarro (Hg.): *Handbook of Environmental Psychology and Quality of Life Research*, Bd. 12. Cham: Springer International Publishing (International Handbooks of Quality-of-Life), S. 519–528.
- Loewenstein, George; O'Donoghue, Ted; Rabin, Matthew (2003): Projection Bias in Predicting Future Utility. In: *The Quarterly Journal of Economics* 118 (4), S. 1209–1248.
- López Ulloa, Beatriz Fabiola; Møller, Valerie; Sousa-Poza, Alfonso (2013): How Does Subjective Well-Being Evolve with Age? A Literature Review. In: *Population Ageing* 6 (3), S. 227–246.
- Lucas, R. E.; Diener, E.; Suh, E. (1996): Discriminant validity of well-being measures. In: *Journal of Personality and Social Psychology* 71 (3), S. 616–628.
- Luechinger, Simon (2009): Valuing Air Quality Using the Life Satisfaction Approach. In: *The Economic Journal* 119 (536), S. 482–515.
- Luechinger, Simon (2010): Life satisfaction and transboundary air pollution. In: *Economics Letters* 107 (1), S. 4–6.
- Luttmer, Erzo F. P. (2005): Neighbors as Negatives: Relative Earnings and Well-Being. In: *The Quarterly Journal of Economics* 120 (3), S. 963–1002.
- MackKerron, George (2012): HAPPINESS ECONOMICS FROM 35 000 FEET. In: *Journal of Economic Surveys* 26 (4), S. 705–735.
- MackKerron, George; Mourato, Susana (2009): Life satisfaction and air quality in London. In: *Ecological Economics* 68 (5), S. 1441–1453.
- Mauzerall, D. L.; Sultan, B.; Kim, N.; Bradford, D. (2005): NO emissions from large point sources: variability in ozone production, resulting health damages and economic costs. In: *Atmospheric Environment* 39 (16), S. 2851–2866.
- Mayring, P. (1991): Arbeit und Wohlbefinden. In: Andrea Abele (Hg.): *Wohlbefinden. Theorie, Empirie, Diagnostik*. Weinheim: Juventa-Verl. (Juventa-Materialien), S. 51–70.
- Meier, Stephan; Stutzer, Alois (2007): Is Volunteering Rewarding in Itself? In: *Economica* 75 (297), 39-59.

- Meij, Ruud; te Winkel, B. (2004): The emissions and environmental impact of PM10 and trace elements from a modern coal-fired power plant equipped with ESP and wet FGD. In: *Fuel Processing Technology* 85 (6-7), S. 641–656.
- Mirasgedis, S.; Tourkolias, C.; Tzovla, E.; Diakoulaki, D. (2014): Valuing the visual impact of wind farms: An application in South Evia, Greece. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 39, S. 296–311.
- Möllendorff, Charlotte von; Welsch, Heinz (2017): Measuring Renewable Energy Externalities: Evidence from Subjective Well-being Data. In: *Land Economics* 93 (1), S. 109–126.
- Navrud, Ståle; Grønvik Bråten, Kirsten (2007): Consumers' Preferences for Green and Brown Electricity: a Choice Modelling Approach. In: *Revue d'économie politique* 117 (5), S. 795.
- Nkansah, Kofi; Collins, Alan R. (2018): Willingness to Pay for Wind versus Natural Gas Generation of Electricity. In: *Agricultural and Resource Economics Review* 8, S. 1–27.
- Nowok, Beata; van Ham, Maarten; Findlay, Allan M.; Gayle, Vernon (2013): Does Migration Make You Happy? A Longitudinal Study of Internal Migration and Subjective Well-Being. In: *Environment and Planning A: Economy and Space* 45 (4), S. 986–1002.
- NRC - National Research Council (U.S.) (Hg.) (2010): Hidden costs of energy. Unpriced consequences of energy production and use. Washington, D.C.
- OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development (Hg.) (o. D.): Adjusting household incomes: equivalence scales. OECD Note (OECD Project on Income Distribution and Poverty). Online verfügbar unter <http://www.oecd.org/eo/growth/OECD-Note-EquivalenceScales.pdf>, zuletzt geprüft am 31.01.2019.
- Orru, Kati; Orru, Hans; Maasikmets, Marek; Hendrikson, Reigo; Ainsaar, Mare (2016): Well-being and environmental quality: Does pollution affect life satisfaction? In: *Quality of life research: an international journal of quality of life aspects of treatment, care and rehabilitation* 25 (3), S. 699–705.
- Pope, C. Arden; Dockery, Douglas W. (2006): Health Effects of Fine Particulate Air Pollution: Lines that Connect. In: *Journal of the Air & Waste Management Association* 56 (6), S. 709–742.

- Powdthavee, Nattavudh (2010): How much does money really matter? Estimating the causal effects of income on happiness. In: *Empirical Economics* 39 (1), S. 77–92.
- Preiss, Philipp; Roos, Joachim; Friedrich Rainer (2013): Assessment of Health Impacts of Coal Fired Power Stations in Germany by Applying EcoSenseWeb. Institut für Energiewirtschaft und rationelle Energieanwendung (IER) der Universität Stuttgart.
- Rehdanz, Katrin; Maddison, David (2008): Local Environmental Quality and Life-Satisfaction in Germany. In: *Ecological Economics* 64 (4), S. 787–797.
- Røysamb, Espen; Nes, Ragnhild B.; Czajkowski, Nikolai O.; Vassend, Olav (2018): Genetics, personality and wellbeing. A twin study of traits, facets and life satisfaction. In: *Scientific reports* 8 (1), S. 12298.
- Samadi, Sascha (2017): The Social Costs of Electricity Generation—Categorising Different Types of Costs and Evaluating Their Respective Relevance. In: *Energies* 10 (3; 356), S. 1–37.
- Schilling, Oliver Karl (2005): Cohort- and age-related decline in elder's life satisfaction: is there really a paradox? In: *European journal of ageing* 2 (4), S. 254–263.
- Schmitt, Maike (2013): Subjective Well-Being and Air Quality in Germany. In: *Schmollers Jahrbuch* 133 (2), S. 275–286.
- Shields, Michael A.; Wheatley Price, Stephen; Wooden, Mark (2009): Life satisfaction and the economic and social characteristics of neighbourhoods. In: *J Popul Econ* 22 (2), S. 421–443.
- Smyth, Russell; Mishra, Vinod; Qian, Xiaolei (2008): The Environment and Well-Being in Urban China. In: *Ecological Economics* 68 (1-2), S. 547–555.
- SOEP Group (2015): SOEP 2013 - SOEPmonitor Household 1984-2013 (SOEP v30). In: *SOEP Survey Papers: Series E. Berlin: DIW/SOEP* (283).
- SOEP - Sozio-oekonomisches Panel (Hg.) (2016): Erhebungsinstrumente 2016 (Welle 33) des Sozio-oekonomischen Panels: Haushaltsfragebogen, Stichproben A-L3. DIW/SOEP. Berlin (SOEP Survey Papers 344: Series A).
- SOEP - Sozio-oekonomisches Panel (Hg.) (2018): Daten der Jahre 1984-2016. Version 33. Unter Mitarbeit von Kantar Deutschland GmbH.

- StataCorp (2017): *Stata: Longitudinal-Data/Panel-Data Reference Manual Release 15*. College Station. Texas.
- Stock, James H.; Watson, Mark W. (2008): Heteroskedasticity-Robust Standard Errors for Fixed Effects Panel Data Regression. In: *Econometrica* 76 (1), S. 155–174.
- Stubbe, J. H.; Posthuma, D.; Boomsma, D. I.; Geus, E. J. C. de (2005): Heritability of life satisfaction in adults: a twin-family study. In: *Psychological medicine* 35 (11), S. 1581–1588.
- Stutzer, Alois; Frey, Bruno S. (2008): Stress that Doesn't Pay: The Commuting Paradox*. In: *Scandinavian Journal of Economics* 110 (2), S. 339–366.
- Switek, Malgorzata (2016): Internal Migration and Life Satisfaction: Well-Being Paths of Young Adult Migrants. In: *Social Indicators Research* 125 (1), S. 191–241.
- Thomson, Heather; Kempton, Willett (2018): Perceptions and attitudes of residents living near a wind turbine compared with those living near a coal power plant. In: *Renewable Energy* 123, S. 301–311.
- UBA - Umweltbundesamt (Hg.) (2015): Daten und Fakten zu Braun- und Steinkohlen. Status quo und Perspektiven.
- UBA - Umweltbundesamt (Hg.) (2018a): Emissionen ausgewählter Luftschadstoffe nach Quellkategorien. Emissionsentwicklung von 1990 bis 2016 (Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen seit 1990, Emissionsentwicklung 1990 bis 2016). Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/384/bilder/dateien/3_tab_emi-ausgew-luftschadst_2018_0.pdf, zuletzt geprüft am 02.10.2018.
- UBA - Umweltbundesamt (Hg.) (2018b): Übersicht zur Entwicklung der energiebedingten Emissionen und Brennstoffeinsätze in Deutschland 1990-2016. unter Verwendung von Berechnungsergebnissen der Nationalen Koordinierungsstelle Emissionsberichterstattung. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/energiebedingte_emissionen_u_brennstoffeinsaetze_in_d_1990-2016.pdf, zuletzt aktualisiert am März 2018, zuletzt geprüft am 11.12.2018.

- UN - United Nations (Hg.) (2015): Paris Agreement. Online verfügbar unter https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf, zuletzt geprüft am 11.05.2019.
- Urban, Jan; Máca, Vojtěch (2013): Linking traffic noise, noise annoyance and life satisfaction: a case study. In: *International journal of environmental research and public health* 10 (5), S. 1895–1915.
- van Landeghem, Bert (2012): Panel Conditioning and Self-Reported Satisfaction: Evidence from International Panel Data and Repeated Cross-Sections. In: *SSRN Journal*.
- van Praag, Bernard M. S.; Baarsma, Barbara E. (2005): Using Happiness Surveys to Value Intangibles: The Case of Airport Noise*. In: *Economic Journal* 115 (500), S. 224–246.
- Verbeek, Marno (2017): A guide to modern econometrics. Fifth edition. Hoboken, NJ: Wiley (Wiley custom).
- von Hirschhausen, Christian; Oei, Pao-Yu (2013): Gutachten zur energiewirtschaftlichen Notwendigkeit der Fortschreibung des Braunkohleplans "Tagebau Nochten". Im Auftrag der Klima-Allianz Deutschland. Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung.
- Wagner, Gert G.; Frick, Joachim R.; Schupp, Jürgen (2007): The German Socio-Economic Panel Study (SOEP) - Scope, Evaluation and Enhancements. In: *Schmollers Jahrbuch: Journal of Applied Social Science Studies* (127), S. 139–169.
- Wagner, Gert G.; Göbel, Jan; Krause, Peter; Pischner, Rainer; Sieber, Ingo (2008): Das Sozio-oekonomische Panel (SOEP): Multidisziplinäres Haushaltspanel und Kohortenstudie für Deutschland – Eine Einführung (für neue Datennutzer) mit einem Ausblick (für erfahrene Anwender). In: *AStA Wirtschafts- und Sozialstatistisches Archiv* 2 (4), S. 301–328.
- Weimann, Joachim (1995): Umweltökonomik. Eine theorieorientierte Einführung. 3., überarb. u. erw. Aufl. Berlin: Springer-Verl. (Springer-Lehrbuch).
- Welsch, Heinz (2002): Preferences over Prosperity and Pollution: Environmental Valuation based on Happiness Surveys. In: *KYKLOS* 55 (4), S. 473–494.
- Welsch, Heinz (2007): Environmental welfare analysis: A life satisfaction approach. In: *Ecological Economics* 62 (3-4), S. 544–551.

- Welsch, Heinz (2009): Implications of happiness research for environmental economics. In: *Ecological Economics* 68 (11), S. 2735–2742.
- Welsch, Heinz (2016): Electricity Externalities, Siting, and the Energy Mix: A Survey. University of Oldenburg, Department of Economics (Working Papers V-394-16, revised 2016).
- Welsch, Heinz; Biermann, Philipp (2014): Electricity supply preferences in Europe: Evidence from subjective well-being data. In: *Resource and Energy Economics* 38, S. 38–60.
- Welsch, Heinz; Biermann, Philipp (2016): Measuring nuclear power plant externalities using life satisfaction data: A spatial analysis for Switzerland. In: *Ecological Economics* 126, S. 98–111.
- Welsch, Heinz; Ferreira, Susana (2014): Environment, Well-being, and Experienced Preference. Carl.-von-Ossietzky Universität. Oldenburg (Oldenburg Discussion Papers in Economics).
- Welsch, Heinz; Kühling, Jan (2009): Using Happiness Data for Environmental Valuation: Issues and Applications. In: *Journal of Economic Surveys* 23 (2), S. 385–406.
- Wiesmeth (2003): Umweltökonomie: Springer Berlin Heidelberg.
- Wilson, Timothy D.; Gilbert, Daniel T. (2005): Affective Forecasting. Knowing What to Want. In: *Current Directions in Psychological Science* 14 (3), S. 131–134.
- Wolfers, Justin (2003): Is Business Cycle Volatility Costly? Evidence from Surveys of Subjective Well-Being. In: *International Finance* 6 (1), S. 1–26.
- Wooden, Mark; Li, Ning (2014): Panel Conditioning and Subjective Well-being. In: *Social Indicators Research* 117 (1), S. 235–255.
- Wooden, Mark; Warren, Diana; Drago, Robert (2009): Working Time Mismatch and Subjective Well-being. In: *British Journal of Industrial Relations* 47 (1), S. 147–179.
- Wörten, Christine; Keppler, Lisa; Holzhausen, Gisa (2017): Arbeitsplätze in Braunkohleregionen - Entwicklungen in der Lausitz, dem Mitteldeutschen und Rheinischen Revier. Kurzstudie im Auftrag der Grünen Bundestagsfraktion.
- Wunder, Christoph; Heineck, Guido (2013): Working time preferences, hours mismatch and well-being of couples: Are there spillovers? In: *Labour Economics* 24, S. 244–252.

Zhang, Xin; Zhang, Xiaobo; Chen, Xi (2017): Happiness in the Air: How Does a Dirty Sky Affect Mental Health and Subjective Well-being? In: *Journal of environmental economics and management* 85, S. 81–94.

Zumbro, Timo (2014): The Relationship between Homeownership and Life Satisfaction in Germany. In: *Housing Studies* 29 (3), S. 319–338.

Anhang

A1: Deskriptive Statistik für die Hauptregressionsvariablen

Variable	N	Mittelwert	Standardabw.	Min	Max
<i>Lebenszufriedenheit und Kraftwerksindikatoren</i>					
Lebenszufriedenheit	381,421	7.0526	1.771	0	10
Einkommen	381421	1601.139	1020.308	1.0142	130590.9
Steinkohlekraftwerk					
im eigenem PLZ-Gebiet	381421	0.0178	.1323	0	1
in angrenzenden PLZ-Gebieten	381421	0.0673	.2505	0	1
Gaskraftwerk					
im eigenem PLZ-Gebiet	381421	0.0406	0.1974	0	1
in angrenzenden PLZ-Gebieten	381421	0.1566	0.3634	0	1
Braunkohlekraftwerk					
im eigenem PLZ-Gebiet	381421	0.006	0.0772	0	1
in angrenzenden PLZ-Gebieten	381421	0.0276	0.164	0	1
<i>Soziodemografische Variablen</i>					
Ln(Einkommen)	381421	7.2550	0.4826	0.0141	11.7798
Arbeitszeit	381421	22.2884	21.1327	0	80
Arbeitszeit ²	381421	943.3681	1074.339	0	6400
Alter	381421	4.7810	1.6817	1.6	10.2
Alter ²	381421	25.6868	17.1024	2.56	2.56
Alter ³	381421	151.1034	144.7334	4.096	1061.208
Familienstand: verheiratet	381421	0.6202	0.4853	0	1
Familienstand: getrennt	381421	0.0242	0.1537	0	1
Familienstand: ledig	381421	0.2169	0.4121	0	1
Familienstand: geschieden	381421	0.0788	0.2695	0	1
Familienstand: verwitwet	381421	0.0597	0.2370	0	1
Beschäftigung: Erwerbstätig	381421	0.5913	0.4915	0	1
Beschäftigung: Arbeitslos	381421	0.0594	0.2363	0	1
Beschäftigung: Nicht erwerbstätig	381421	0.1604	0.3670	0	1
Beschäftigung: Ausbildung	381421	0.0204	0.1413	0	1
Beschäftigung: Rente	381421	0.1684	0.3742	0	1
Bildung: weniger als Sek II	381421	0.1849	0.3882	0	1
Bildung: Sek II	381421	0.6138	0.4868	0	1
Bildung: mehr als Sek II	381421	0.2012	0.4009	0	1
Haushaltsgröße	381421	2.8169	1.3440	1	14
Kinderzahl	381421	0.6626	1.0213	0	11
Pflege	381421	0.0403	0.1968	0	1
Gesundheitszustand	381421	2.6204	0.9595	1	5
<i>Panel- & Interviewer*inneneffekte</i>					
Ln(Panelerfahrung)	381421	1.9559	0.9582	1	33
Panelattrition	381421	0.0598	0.2371	0	1
Interviewer*innenwechsel	381421	0.1368	0.3437	0	1

Anhang

Ln(Interviewer*innenerfahrung)	381421	2.0951	0.8451	0	3.4657
<i>Wohncharakteristika</i>					
Umzug	381421	0.02068	0.1423	0	1
Eigentum	381421	0.4618	0.4985	0	1
Immobilie: Bauernhaus	381421	0.0272	0.1628	0	1
Immobilie: Ein-/ Zweifamilienhaus	381421	0.4960	0.4999	0	1
Immobilie: Mehrfamilienhaus	381421	0.4584	0.4982	0	1
Immobilie: Hochhaus	381421	0.0173	0.1305	0	1
Immobilie: Andere	381421	0.0009	0.0304	0	1
Industriegebiet	381421	0.0047	0.0684	0	1
Ln(Wohnkosten)	381421	1.0616	1.179	-4.9898	5.8075

Quelle: eigene Berechnungen basierend auf den Daten des SOEPv33 (SOEP 2018)

A2: Paarweise Korrelationen der Hauptregressionsvariablen

Variablen	Lebenszufriedenheit	Steinkohle in PLZ	Steinkohle in ang. PLZ	Gas in PLZ	Gas in ang. PLZ	Braunkohle in PLZ	Braunkohle in ang. PLZ	Ln(Einkommen)	Arbeitszeit	Arbeitszeit ²	Alter	Alter ²	Alter ³	Familienstand	Verheiratet	
Lebenszufriedenheit	1.0000															
Steinkohle in PLZ	-0.0040	1.0000														
Steinkohle in ang. PLZ	0.0134	0.0570	1.0000													
Gas in PLZ	-0.0099	0.1638	0.0151	1.0000												
Gas in ang. PLZ	-0.0067	0.0065	0.1737	-0.0080	1.0000											
Braunkohle in PLZ	-0.0081	-0.0105	-0.0108	0.1148	0.0032	1.0000										
Braunkohle in ang. PLZ	-0.0122	-0.0222	-0.0328	0.0991	0.0006	0.1777	1.0000									
Ln(Einkommen)	0.2203	-0.0137	0.0055	-0.0164	0.0006	-0.0063	-0.0055	1.0000								
Arbeitszeit	0.0885	-0.0167	-0.0206	-0.0083	0.0011	-0.0088	0.0015	0.2609	1.0000							
Arbeitszeit ²	0.0681	-0.0161	-0.0217	-0.0074	0.0007	-0.0058	0.0032	0.2489	0.9655	1.0000						
Alter	-0.0611	0.0030	-0.0041	0.0017	-0.0060	0.0083	0.0109	0.1107	-0.3875	-0.3194	1.0000					
Alter ²	-0.0534	0.0035	-0.0028	0.0023	-0.0061	0.0085	0.0099	0.0892	-0.4338	-0.3596	0.9837	1.0000				
Alter ³	-0.0461	0.0037	-0.0018	0.0024	-0.0058	0.0082	0.0087	0.0693	-0.4554	-0.3788	0.9444	0.9877	1.0000			
Familienstand:																
Verheiratet	0.0738	0.0001	-0.0005	-0.0007	-0.0149	-0.0006	-0.0026	0.1103	-0.0326	-0.0245	0.2395	0.1749	0.1184	1.0000		
Getrennt	-0.0495	0.0106	0.0067	0.0031	0.0008	-0.0045	-0.0017	-0.0315	0.0187	0.0159	-0.0035	-0.0126	-0.0187	-0.2014		
Ledig	0.0060	-0.0058	0.0019	0.0117	0.0117	0.0022	-0.0002	-0.0669	0.1279	0.1063	-0.5132	-0.4395	-0.3726	-0.6726		
Geschieden	-0.0779	0.0004	0.0015	0.0018	0.0124	-0.0081	0.0032	-0.0682	0.0359	0.0288	0.0456	0.0199	-0.0012	-0.3739		
Verwitwet	-0.0408	0.0025	-0.0083	-0.0056	-0.0045	0.0097	0.0031	-0.0117	-0.2086	-0.1778	0.3523	0.3916	0.4189	-0.3222		
Beschäftigung:																
Erwerbstätig	0.1080	-0.0160	-0.0146	-0.0107	-0.0008	-0.0119	-0.0054	0.2273	0.8768	0.7300	-0.4309	-0.4824	-0.5067	-0.0181		
Arbeitslos	-0.1668	0.0060	0.0063	0.0111	0.0152	0.0124	0.0123	-0.2566	-0.2651	-0.2207	-0.0782	-0.0874	-0.0929	-0.0600		
Nicht erwerbstätig	-0.0310	0.0127	0.0108	0.0014	-0.0053	0.0009	-0.0049	-0.1206	-0.4610	-0.3838	-0.0061	-0.0191	-0.0351	0.0924		
Ausbildung	0.0260	0.0003	0.0054	0.0037	0.0012	0.0001	-0.0047	-0.0560	-0.1522	-0.1267	-0.1964	-0.1586	-0.1286	-0.1475		
Rente	-0.0158	0.0033	0.0026	0.0043	-0.0038	0.0069	0.0058	0.0030	-0.4747	-0.3952	0.6956	0.7675	0.8073	0.0267		
Gesundheitszustand	-0.4288	0.0072	0.0034	0.0050	-0.0009	0.0046	0.0031	-0.1035	-0.2302	-0.1923	0.3760	0.3683	0.3520	0.0676		
Bildung:																
Weniger als Sek II	-0.0623	0.0182	0.0301	-0.0041	-0.0060	-0.0001	-0.0205	-0.2539	-0.1523	-0.1406	-0.0276	0.0076	0.0321	-0.0711		
Sek II	-0.0295	-0.0025	-0.0191	-0.0003	-0.0003	0.0047	0.0170	-0.0690	0.0107	0.0040	-0.0070	-0.0172	-0.0237	0.0062		
Mehr als Sek II	0.0962	-0.0146	-0.0060	0.0043	0.0061	-0.0056	-0.0009	0.3296	0.1344	0.1313	0.0352	0.0135	-0.0023	0.0613		
Haushaltsgröße	0.0815	-0.0020	-0.0021	-0.0089	-0.0070	-0.0068	-0.0096	-0.1435	0.1341	0.1069	-0.3897	-0.4081	-0.4086	0.2924		
Kinder	0.0727	-0.0043	-0.0069	-0.0091	0.0016	-0.0098	-0.0077	-0.1877	0.1113	0.0875	-0.3592	-0.3835	-0.3821	0.1943		
Pflege	-0.1203	-0.0009	-0.0087	-0.0007	-0.0109	-0.0014	-0.0019	-0.0469	-0.1203	-0.1001	0.1539	0.1709	0.1834	0.0148		
Umsatz	0.0076	0.0008	0.0037	0.0040	0.0019	-0.0001	-0.0029	-0.0363	0.0287	0.0279	-0.1043	-0.0956	-0.0854	-0.0687		
Ln(Wohnkosten)	-0.0408	0.0178	0.0489	0.0433	0.0814	0.0053	-0.0017	-0.0587	0.1665	0.1400	-0.2907	-0.2996	-0.2936	-0.1046		
Eigentum	0.1100	-0.0268	-0.0494	-0.0477	-0.0556	-0.0097	0.0065	0.2694	-0.0051	-0.0009	0.1879	0.1710	0.1497	0.2246		
Industriegebiet	-0.0111	-0.0029	-0.0056	-0.0048	0.0036	0.0001	-0.0027	-0.0193	0.0113	0.0110	-0.0205	-0.0198	-0.0184	-0.0115		
Immobilie:																
Bauernhaus	-0.0208	-0.0062	-0.0342	-0.0129	-0.0367	-0.0015	0.0243	-0.0403	0.0162	0.0239	0.0003	-0.0003	-0.0009	-0.0001		
1-2 Familienhaus	0.0989	-0.0304	-0.0473	-0.0542	-0.0576	-0.0132	-0.0057	0.2106	0.0234	0.0221	0.0914	0.0765	0.0607	0.1896		
Mehrfamilienhaus	-0.0850	0.0348	0.0600	0.0544	0.0589	0.0143	-0.0026	-0.1843	-0.0234	-0.0255	-0.0922	-0.0778	-0.0621	-0.1872		
Hochhaus	-0.0253	-0.0077	-0.0040	0.0177	0.0437	-0.0017	0.0027	-0.0484	-0.0187	-0.0153	-0.0003	0.0021	0.0035	-0.0003		
Anderer	-0.0132	-0.0041	-0.0061	-0.0084	-0.0084	-0.0024	-0.0051	-0.0188	-0.0090	-0.0075	0.0089	0.0091	0.0085	-0.0003		
Ln(Panelerfahrung)	-0.1158	-0.0091	0.0003	-0.0113	0.0125	0.0009	0.0096	0.0794	-0.0354	-0.0303	0.1779	0.1777	0.1702	0.0149		
Panelattrition	0.0450	-0.0053	-0.0047	0.0070	0.0202	0.0035	0.0031	0.0224	0.0034	-0.0044	0.0225	0.0225	0.0215	-0.0059		
Interviewer*innenwechsel	0.0264	0.0147	0.0108	0.0013	-0.0084	0.0029	0.0044	-0.0426	0.0212	0.0199	-0.0773	-0.0760	-0.0722	-0.0270		
Ln(Interviewer*innenerfahrung)	-0.0384	-0.0048	0.0085	-0.0012	0.0107	-0.0076	-0.0189	0.0923	-0.0162	-0.0141	0.0900	0.0936	0.0929	-0.0067		

Variable	Getrennt	Ledig	Geschieden	Verwitwet	Beschäftigung:	Erwerbstätig	Arbeitslos	Nicht erwerbstätig	Ausbildung	Rente	Gesundheitszustand	Bildung:	Weniger als Sek II	Sek II	Mehr als Sek II	Haushaltsgröße
Getrennt	1.0000															
Ledig	-0.0829	1.0000														
Geschieden	-0.0461	-0.1540	1.0000													
Verwitwet	-0.0397	-0.1327	-0.0738	1.0000												
Beschäftigung:																
Erwerbstätig	0.0209	0.1192	0.0379	-0.2270	1.0000	1.0000	1.0000									
Arbeitslos	0.0277	0.0427	0.0621	-0.0400	-0.3023	-0.1099	-0.0631	1.0000								
Nicht erwerbstätig	-0.0132	-0.0706	-0.0288	-0.0253	-0.5258	-0.0363	-0.0631	-0.0631								
Ausbildung	-0.0154	0.2215	-0.0339	-0.0346	-0.1736	-0.1131	-0.1967	-0.0650	1.0000							
Rente	-0.0262	-0.1980	-0.0480	0.3612	-0.5414	-0.0599	0.0731	1.0000		1.0000						
Gesundheitszustand	0.0094	-0.1936	0.0444	0.1417	-0.2528	-0.1493	0.0772	0.0730	0.0346	0.0627	0.0720					
Bildung:																
Weniger als Sek II	0.0011	0.0458	-0.0186	0.0864	-0.1493	0.0056	-0.0029	0.0003	-0.0138	-0.0052	0.0067					
Sek II	-0.0038	-0.0119	0.0259	-0.0191	0.0234	-0.0011	-0.0115	-0.0115	0.0066	-0.0213	0.0138	1.0000				
Mehr als Sek II	0.0036	-0.0299	-0.0135	-0.0604	0.1162	-0.0734	-0.0568	-0.0568	-0.0415	0.0229	-0.0865	-0.6329				
Haushaltsgröße	-0.0588	-0.0740	-0.1560	-0.2545	0.1772	0.0258	0.0659	0.0659	0.0476	-0.3316	-0.1659	-0.0447				
Kinder	0.0089	-0.1266	-0.0389	-0.1391	0.1580	0.0401	0.0594	0.0594	-0.1773	-0.2846	-0.1499	-0.0354				1.0000
Pflege	-0.0085	-0.0431	-0.0176	0.0701	-0.1345	-0.0038	0.0358	0.0358	-0.0141	0.1493	0.1722	-0.0314				0.7828
Umzug	0.0437	0.0678	0.0140	-0.0216	0.0245	0.0218	0.0006	0.0006	0.0128	-0.0514	-0.0344	0.0156				0.0008
Ln(Wohnkosten)	0.0476	0.1039	0.0835	-0.0922	0.1806	0.0537	-0.0378	-0.0378	0.0129	-0.2378	-0.0664	-0.0320				0.0646
Eigentum	-0.0617	-0.1630	-0.1228	0.0032	0.0008	-0.1216	-0.0008	-0.0008	-0.0185	0.0835	-0.0036	0.283				0.1311
Industriegebiet	0.0078	0.0130	0.0019	-0.0064	0.0119	0.0017	-0.0028	-0.0028	0.0031	-0.0151	0.0006	-0.0122				0.0114
Immobilie:																
Bauernhaus	-0.0010	-0.0054	0.0019	0.0037	0.0056	-0.0029	0.0003	0.0003	-0.0138	-0.0052	0.0067	0.0031				0.0385
1-2 Familienhaus	-0.0418	-0.1377	-0.0913	-0.0179	0.0339	-0.1026	0.0027	0.0027	0.0136	0.0229	0.0229	-0.0364				0.1747
Mehrfamilienhaus	0.0416	0.1349	0.0941	0.0148	-0.0290	0.0982	-0.0053	-0.0053	0.0136	-0.0240	0.0156	0.0877				-0.1833
Hochhaus	0.0034	0.0104	0.0010	0.0037	-0.0242	0.0213	0.0081	0.0081	0.0030	0.0093	0.0178	-0.0043				-0.0179
Anderer	-0.0037	-0.0073	-0.0073	0.0145	-0.0094	0.0015	0.0064	0.0064	-0.0007	0.0054	0.0077	0.0242				0.0007
Ln(Panelattrition)	0.0029	-0.0388	-0.0163	0.0522	-0.0497	-0.0505	-0.0211	-0.0211	-0.0076	0.1207	0.1129	-0.0171				-0.1281
Panelattrition	0.0029	0.0009	0.0126	-0.0057	0.0175	-0.0083	-0.0265	-0.0265	-0.0026	0.0092	0.0005	0.0094				0.0072
Interviewer*innenwechsel	0.0134	0.0304	0.0133	-0.0214	0.0230	0.0179	0.0052	0.0052	0.0096	-0.0502	-0.0382	-0.0070				-0.0622
Ln(Interviewer*innenerfahrung)	0.0034	-0.0043	-0.0087	0.0289	-0.0246	-0.0329	-0.0171	-0.0171	0.0021	0.0691	0.0423	0.0074				0.0243
Kinder	1.0000															
Pflege	-0.0407	1.0000														
Umzug	0.0150	-0.0162	1.0000													
Ln(Wohnkosten)	0.1734	-0.0395	0.0786	1.0000												
Eigentum	0.0016	0.0132	-0.1025	0.0092	1.0000											
Industriegebiet	0.0142	-0.0017	0.0080	0.0092	-0.0199	1.0000										
Immobilie:																
Bauernhaus	0.0090	0.0045	-0.0094	-0.1352	0.1019	0.0235	1.0000									
1-2 Familienhaus	0.0768	0.0066	-0.0582	-0.3915	0.6174	-0.0116	-0.1661									
Mehrfamilienhaus	-0.0765	-0.0099	0.0617	0.4204	-0.6254	0.0045	-0.1540									
Hochhaus	-0.0098	0.0076	0.0000	0.0672	-0.1030	-0.0053	-0.0222			1.0000	1.0000					
Anderer	-0.0102	-0.0019	-0.0044	-0.0169	-0.0074	0.0143	-0.0051			-0.1222	-0.0040	1.0000				
Ln(Panelattrition)	-0.1998	0.0149	-0.0657	-0.0903	0.0854	0.0030	0.0135			-0.0580	-0.0001	0.0251				
Panelattrition	0.0197	0.0026	0.0079	0.0340	0.0116	-0.0019	-0.0054			-0.0225	-0.0020	-0.0077				1.0000
Interviewer*innenwechsel	0.0635	-0.0101	0.0629	0.0337	-0.0428	0.0012	-0.0046			0.0288	0.0006	-0.0064				0.0000
Ln(Interviewer*innenerfahrung)	-0.1419	0.0061	-0.0236	-0.0280	0.0407	-0.0003	-0.0058			-0.0266	0.0044	0.0121				-0.3824

A3: Einfluss von fossilen Kraftwerken auf die Lebenszufriedenheit (vollständige Tabelle)

	Abhängige Variable: subjektiv eingeschätzte individuelle Lebenszufriedenheit							
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Steinkohlekraftwerk								
im eigenem PLZ-Gebiet	0.0647 (0.0564)	0.0813 (0.0560)	0.0829 (0.0560)	0.0831 (0.0560)	0.0822 (0.0560)	0.0825 (0.0560)	0.0836 (0.0559)	0.0976 (0.0596)
in angrenzenden PLZ-Gebieten	-0.0118 (0.0336)	-0.0065 (0.0337)	-0.0071 (0.0337)	-0.0070 (0.0337)	-0.0080 (0.0337)	-0.0081 (0.0337)	-0.0074 (0.0337)	-0.0147 (0.0360)
Gaskraftwerk								
im eigenem PLZ-Gebiet	0.0572* (0.0334)	0.0450 (0.0337)	0.0455 (0.0337)	0.0460 (0.0337)	0.0452 (0.0337)	0.0452 (0.0337)	0.0459 (0.0337)	0.0388 (0.0354)
in angrenzenden PLZ-Gebieten	0.0291 (0.0195)	0.0348* (0.0195)	0.0358* (0.0195)	0.0361* (0.0195)	0.0355* (0.0195)	0.0357* (0.0195)	0.0363* (0.0195)	0.0390* (0.0206)
Braunkohlekraftwerk								
in eigenem PLZ-Gebiet	-0.1504 (0.1102)	-0.1059 (0.1124)	-0.1085 (0.1124)	-0.1092 (0.1124)	-0.1090 (0.1120)	-0.1086 (0.1119)	-0.1078 (0.1119)	-0.1002 (0.1179)
im angrenzenden PLZ-Gebieten	0.0864* (0.0465)	0.0985** (0.0472)	0.0977** (0.0472)	0.0971** (0.0472)	0.0975** (0.0472)	0.0979** (0.0472)	0.0973** (0.0472)	0.1004** (0.0501)
Ln(Einkommen)	0.3275*** (0.0118)	0.3296*** (0.0117)	0.3302*** (0.0117)	0.3288*** (0.0117)	0.3293*** (0.0117)	0.3292*** (0.0117)	0.3302*** (0.0117)	0.3528*** (0.0123)
Arbeitszeit	0.0096*** (0.0012)	0.0096*** (0.0012)	0.0096*** (0.0012)	0.0096*** (0.0012)	0.0096*** (0.0012)	0.0097*** (0.0012)	0.0097*** (0.0012)	0.0091*** (0.0012)
Arbeitszeit ²	-0.0001*** (0.0000)	-0.0001*** (0.0000)	-0.0001*** (0.0000)	-0.0001*** (0.0000)	-0.0001*** (0.0000)	-0.0001*** (0.0000)	-0.0001*** (0.0000)	-0.0001*** (0.0000)
Alter	-0.8549*** (0.1194)	-0.8086*** (0.1238)	-0.8034*** (0.1239)	-0.7989*** (0.1239)	-0.8037*** (0.1240)	-0.8047*** (0.1240)	-0.7844*** (0.1242)	-0.9587*** (0.1328)
Alter ²	0.2027*** (0.0176)	0.2093*** (0.0175)	0.2091*** (0.0175)	0.2074*** (0.0175)	0.2080*** (0.0175)	0.2080*** (0.0175)	0.2043*** (0.0176)	0.2376*** (0.0191)
Alter ³	-0.0130*** (0.0011)	-0.0134*** (0.0011)	-0.0134*** (0.0011)	-0.0133*** (0.0011)	-0.0133*** (0.0011)	-0.0133*** (0.0011)	-0.0131*** (0.0011)	-0.0159*** (0.0015)
Familienstand (Referenz: verheiratet)								
Getrennt	-0.3201*** (0.0308)	-0.3129*** (0.0306)	-0.3165*** (0.0306)	-0.3159*** (0.0307)	-0.3163*** (0.0306)	-0.3163*** (0.0306)	-0.3171*** (0.0307)	-0.3072*** (0.0322)
Ledig	-0.1471*** (0.0206)	-0.1475*** (0.0205)	-0.1473*** (0.0205)	-0.1465*** (0.0205)	-0.1476*** (0.0205)	-0.1476*** (0.0205)	-0.1498*** (0.0205)	-0.1442*** (0.0214)
Geschieden	-0.0377 (0.0278)	-0.0343 (0.0274)	-0.0346 (0.0274)	-0.0331 (0.0274)	-0.0335 (0.0274)	-0.0335 (0.0274)	-0.0340 (0.0275)	-0.0223 (0.0292)
Verwitwet	-0.3636*** (0.0399)	-0.3603*** (0.0390)	-0.3600*** (0.0390)	-0.3608*** (0.0390)	-0.3601*** (0.0390)	-0.3600*** (0.0390)	-0.3605*** (0.0390)	-0.3778*** (0.0416)
Beschäftigungsverhältnis (Referenz: erwerbstätig)								
Arbeitslos	-0.3381*** (0.0259)	-0.3312*** (0.0257)	-0.3316*** (0.0257)	-0.3316*** (0.0257)	-0.3317*** (0.0257)	-0.3316*** (0.0257)	-0.3316*** (0.0257)	-0.4068*** (0.0267)
Nicht erwerbstätig	0.0964*** (0.0218)	0.0980*** (0.0216)	0.0975*** (0.0216)	0.0978*** (0.0216)	0.0976*** (0.0216)	0.0977*** (0.0216)	0.0973*** (0.0216)	0.0724** (0.0225)
Ausbildung	0.1617*** (0.0303)	0.1651*** (0.0303)	0.1654*** (0.0303)	0.1651*** (0.0303)	0.1653*** (0.0303)	0.1654*** (0.0303)	0.1654*** (0.0303)	0.1446*** (0.0315)
Rente	0.1199*** (0.0255)	0.1228*** (0.0252)	0.1227*** (0.0252)	0.1231*** (0.0252)	0.1222*** (0.0252)	0.1227*** (0.0252)	0.1224*** (0.0252)	0.1294*** (0.0267)
Bildung (Referenz: weniger als Sek II)								
Sek II	0.0246 (0.0208)	0.0223 (0.0204)	0.0215 (0.0204)	0.0217 (0.0204)	0.0219 (0.0204)	0.0219 (0.0204)	0.0208 (0.0204)	0.0413* (0.0217)
Mehr als Sek II	0.0610** (0.0290)	0.0577** (0.0285)	0.0563** (0.0285)	0.0571** (0.0285)	0.0568** (0.0285)	0.0567** (0.0285)	0.0571** (0.0285)	0.1003*** (0.0303)
Haushaltsgröße	0.0218*** (0.0060)	0.0229*** (0.0059)	0.0242*** (0.0059)	0.0225*** (0.0061)	0.0235*** (0.0061)	0.0235*** (0.0061)	0.0230*** (0.0061)	0.0247*** (0.0065)

Anhang

Kinderzahl	0.0363*** (0.0078)	0.0396*** (0.0076)	0.0396*** (0.0076)	0.0399*** (0.0076)	0.0398*** (0.0076)	0.0398*** (0.0076)	0.0406*** (0.0076)	0.0488*** (0.0081)
Pflege	-0.4051*** (0.0243)	-0.4090*** (0.0239)	-0.4088*** (0.0239)	-0.4088*** (0.0239)	-0.4090*** (0.0239)	-0.4090*** (0.0239)	-0.4082*** (0.0239)	-0.5599*** (0.0266)
Gesundheitszustand (Referenz = sehr gut)								
Gut	-0.2899*** (0.0096)	-0.2899*** (0.0095)	-0.2885*** (0.0095)	-0.2886*** (0.0095)	-0.2886*** (0.0095)	-0.2886*** (0.0095)	-0.2887*** (0.0095)	
Befriedigend	-0.6752*** (0.0114)	-0.6697*** (0.0113)	-0.6695*** (0.0113)	-0.6695*** (0.0113)	-0.6695*** (0.0113)	-0.6694*** (0.0113)	-0.6694*** (0.0113)	
Schlecht	-1.2117*** (0.0144)	-1.2039*** (0.0143)	-1.2035*** (0.0143)	-1.2035*** (0.0143)	-1.2035*** (0.0143)	-1.2034*** (0.0143)	-1.2034*** (0.0143)	
Sehr schlecht	-2.2314*** (0.0263)	-2.2237*** (0.0262)	-2.2233*** (0.0262)	-2.2233*** (0.0262)	-2.2231*** (0.0262)	-2.2230*** (0.0262)	-2.2226*** (0.0262)	
Ln(Panelerfahrung)	-0.1021*** (0.0092)	-0.1141*** (0.0098)	-0.1135*** (0.0098)	-0.1138*** (0.0098)	-0.1135*** (0.0098)	-0.1134*** (0.0098)	-0.1133*** (0.0098)	-0.1407*** (0.0104)
Panelattrition	-0.0111 (0.0359)	-0.0266 (0.0362)	-0.0262 (0.0362)	-0.0261 (0.0362)	-0.0262 (0.0362)	-0.0262 (0.0362)	-0.0258 (0.0362)	-0.0158 (0.0378)
Ln(Interviewer*innen erfahrung)	-0.0215*** (0.0056)	-0.0118 (0.0124)	-0.0128 (0.0124)	-0.0127 (0.0124)	-0.0126 (0.0124)	-0.0125 (0.0124)	-0.0124 (0.0124)	-0.0158 (0.0131)
Interviewer*innenwe chsel	0.0149* (0.0080)	0.0083 (0.0084)	0.0063 (0.0084)	0.0063 (0.0084)	0.0063 (0.0084)	0.0063 (0.0084)	0.0065 (0.0084)	0.0069 (0.0087)
Umzug			0.0926*** (0.0173)	0.0930*** (0.0173)	0.0928*** (0.0173)	0.0928*** (0.0173)	0.0937*** (0.0173)	0.1035*** (0.0178)
Eigentum				0.0204 (0.0141)	0.0292* (0.0152)	0.0287* (0.0152)	0.0216 (0.0153)	0.0271* (0.0161)
Immobilie (Referenz = MFH)								
Bauernhaus					-0.0091 (0.0454)	-0.0077 (0.0454)	-0.0143 (0.0455)	-0.0221 (0.0478)
EFH/ ZFH					-0.0230 (0.0155)	-0.0226 (0.0155)	-0.0257* (0.0155)	-0.0310* (0.0164)
Hochhaus					-0.0553 (0.0432)	-0.0555 (0.0432)	-0.0554 (0.0432)	-0.0619 (0.0461)
Andere					-0.4795** (0.2067)	-0.4762** (0.2068)	-0.4870** (0.2060)	-0.5477** (0.2205)
Industriegebiet						-0.0720 (0.0708)	-0.0724 (0.0708)	-0.1079 (0.0729)
Ln(Wohnkosten)							-0.0179*** (0.0043)	-0.0217*** (0.0046)
R ² (Within)	0.1045	0.1179	0.1180	0.1180	0.1180	0.1180	0.1181	0.0575
Beobachtungen	381421	381421	381421	381421	381421	381421	381421	381421
Individuen	61822	61822	61822	61822	61822	61822	61822	61822
Individuelle fixe Effekte	Ja							
Bundesland-Jahr fixe Effekte	Ja							
Interviewmethodik fixe Effekte	Ja							
Interviewer*innen fixe Effekte	Nein	Ja						

Anmerkungen: Standardfehler, geclustert auf individueller Ebene, in Klammern dargestellt, Schätzungen mit Konstante (nicht abgebildet)

** p < 0.1, schwach signifikant; ** p < 0.05, signifikant; *** p < 0.01, hoch signifikant*

Quelle: eigene Berechnungen basierend auf den Daten des SOEPv33 (SOEP 2018)