

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

Hauke Lütkehaus<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Oldenburg, Deutschland, hauke.luetkehaus@outlook.com

**Keywords:** Life Satisfaction, Fossil Fuel Power Station, Externalities

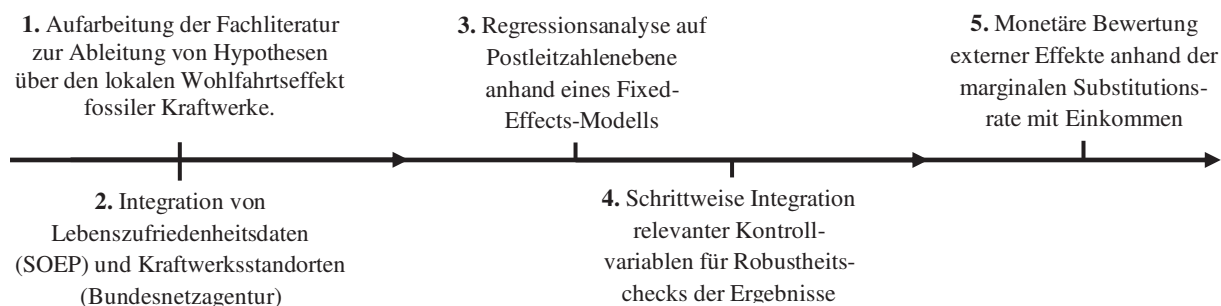
## 1 Motivation und Hintergrund

Der Abschlussbericht der sog. Kohlekommission empfiehlt einen schrittweisen Kohleausstieg bis zum Jahr 2038. Dabei werden Gaskraftwerke als wesentlicher Baustein der Versorgungssicherheit wahrgenommen und die teilweise Substitution von Kohlekraftwerkskapazitäten durch den Zubau von Gaskraftwerken ist vorgesehen (BMWI 2019). In diesem Kontext kann die beobachtbare Divergenz zwischen der allgemeinen öffentlichen Meinung und dem lokalen Stellenwert fossiler Kraftwerke zum Hindernis für einen sozialverträglichen Kohleausstiegs werden. (AEE 2018, Andor Hindernis et al. 2015).

Für die Vermittlung zwischen lokalen und nationalen Interessen ist 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.

## 2 Methodik

Das Methodische Vorgehen der Arbeit gliedert sich in fünf Hauptschritte, die in Abbildung 1 zusammenfassend dargestellt werden.



**Abbildung 1:** Überblick über die 5 Hauptschritte des methodischen Vorgehens

## 3 Ergebnisse und Diskussion

In der ökonomischen Analyse 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 (z. B. Thomson und Kempton 2018, Davis 2011). Ob insignifikante Effekte methodisch, z. B. durch die Problematik der Trennung von fixen und variablen Effekten bei Variablen mit geringer Variation (Biermann et al 2019), 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 jedoch in Bezug auf die mit dem jeweiligen Kraftwerkstypen assoziierten externen Effekten konsistent. Die monetäre Bewertung der Ergebnisse wurde durchgeführt, ist jedoch aufgrund eines anzunehmenden Bias des Einkommenschätzers vermutlich um ein vielfaches überbewertet (Ferreira und Morro 2010).

## 4 Fazit

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.

Darüber hinaus wird die bestehende Literatur in mehrerlei Hinsicht ergänzt. Zunächst wird die methodische Basis der Quantifizierung externer Effekte fossiler Kraftwerke um den Lebenszufriedenheitsansatz erweitert, wobei dies die erste Studie ist, die Spillover-Effekte fossiler Kraftwerke untersucht und nachweist. Im Kontext vorangegangener 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 dies Berücksichtigung finden. Nebst dem 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).

## 5 Literatur

AEE - Agentur für Erneuerbare Energien e.V. (Hg.) (2018): Akzeptanzumfrage. Bevölkerungsrepräsentative Umfrage durch Kantar Emnid.

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).

BMWi - Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hg.) (2019): Kommission "Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung". Abschlussbericht. Berlin.

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).

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.

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

SOEP - Sozio-oekonomisches Panel (Hg.) (2018): Daten der Jahre 1984-2016. Version 33. Unter Mitarbeit von Kantar Deutschland GmbH.

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.

## 6 Appendix

### 6.1 Appendix A: 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)*

### 6.2 Appendix B: 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 <b>im eigenen PLZ-Gebiet</b> mindestens ein Steinkohlekraftwerk steht, dass nicht endgültig stillgelegt wurde (=1) oder <b>in angrenzenden PLZ-Gebieten</b> mindestens ein Steinkohlekraftwerk steht, dass nicht endgültig stillgelegt wurde (=1).
Gaskraftwerk	Set an Dummy-Variablen zeigt an, ob <b>im eigenen PLZ-Gebiet</b> mindestens ein Gaskraftwerk steht, dass nicht endgültig stillgelegt wurde (=1) oder <b>in angrenzenden PLZ-Gebieten</b> mindestens ein Gaskraftwerk steht, dass nicht endgültig stillgelegt wurde (=1).
Braunkohlekraftwerk	Set an Dummy-Variablen zeigt an, ob <b>im eigenen PLZ-Gebiet</b> mindestens ein Braunkohlekraftwerk steht, dass nicht endgültig stillgelegt wurde (=1) oder <b>in angrenzenden PLZ-Gebieten</b> 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 <b>verheiratet</b> ist und mit dem/der Partner*in zusammenlebt (Referenz), <b>ledig</b> ist und zuvor nicht verheiratet war (=1), <b>verheiratet</b> ist und nicht mit dem/der Partner*in zusammenlebt (=1), <b>geschieden ist</b> (=1) oder <b>verwitwet</b> , d. h. verheiratet war und der / die Lebenspartner*in ist verstorben, ist (=1)
Beschäftigungsverhältnis	Set an Dummy-Variablen zeigt an, ob eine Person <b>erwerbstätig</b> (Referenz), <b>arbeitslos</b> (=1), <b>nicht erwerbstätig</b> ist und nicht arbeitslos, in Ausbildung oder in Rente (=1), in der <b>Ausbildung</b> (=1) oder in <b>Rente</b> ist (=1)
Bildung	Set an Dummy-Variablen zeigt an, ob der höchste Bildungsabschluss einer Person <b>unterhalb der Sekundarstufe II</b> ist (=1), einer Person der <b>Sekundarstufe II</b> entspricht (=1) oder <b>oberhalb der Sekundarstufe II</b> 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 „ <b>sehr schlecht</b> “, 2 „ <b>schlecht</b> “, 3 „ <b>befriedigend</b> “, 4 „ <b>gut</b> “ bis 5 „ <b>sehr gut</b> “ (Referenz)
<i>Panel- &amp; Intervieweffekte</i>	
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 ( <b>MFH</b> ) (Referenz), ein <b>Bauernhaus</b> (=1), ein Ein- bis Zweifamilienhaus ( <b>EFH/ ZFH</b> ) (=1), ein <b>Hochhaus</b> mit mindestens neun Stockwerken ist (=1), eine <b>andere</b> Immobilie ist (=1)
Industriegebiet	Dummy-Variable zeigt an, ob der Wohnort in einem Gewerbe- bzw. Industriegebiet liegt (=1)
Wohnkosten	Monatliche bruttokalt Kosten pro m <sup>2</sup> , 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 <sup>2</sup> der bewohnten Fläche geteilt

### 6.3 Appendix C: Regressionsergebnisse

	Abhängige Variable: subjektiv eingeschätzte individuelle Lebenszufriedenheit							
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
<b>Steinkohlekraftwerk</b>								
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)
<b>Gaskraftwerk</b>								
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)
<b>Braunkohlekraftwerk</b>								
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)
<b>Immobilie (Referenz: MFH)</b>								
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 <sup>2</sup> (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	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Bundesland-Jahr fixe Effekte	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Soziodemografische Kontrollvariablen	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Gesundheitszustand	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein
Panel- & Intervieweffekte	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	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)

#### 6.4 Appendix D: monetäre Quantifizierung externer Effekte

	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 Nettohaushaltsäquivalenzeinkommen der Stichprobe von 1601.14 €

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

#### 6.5 Appendix E: Lebenslauf und Masterzeugnis