ECONSTOR
Make Your Publications Visible.

A Service of
ZBW
Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft
Leibniz Information Centre for Economics

Buslei, Hermann

Research Report

Schätzungen der langfristigen Preiselastizitäten der Energienachfrage für Heizung und Verkehr: Eine Übersicht mit Schwerpunkt Deutschland

DIW Berlin: Politikberatung kompakt, No. 194

Provided in Cooperation with:
German Institute for Economic Research (DIW Berlin)

Suggested Citation: Buslei, Hermann (2023) : Schätzungen der langfristigen Preiselastizitäten der Energienachfrage für Heizung und Verkehr: Eine Übersicht mit Schwerpunkt Deutschland, DIW Berlin: Politikberatung kompakt, No. 194, ISBN 978-3-946417-84-2, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), Berlin

This Version is available at:
https://hdl.handle.net/10419/283268

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.

WWW.ECONSTOR.EU

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

DIW BERLIN

194

Politikberatung kompakt

Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung 2023

Schätzungen der langfristigen Preiselastizitäten der Energienachfrage für Heizung und Verkehr – eine Übersicht mit Schwerpunkt Deutschland

Hermann Buslei

IMPRESSUM

DIW Berlin, 2023

DIW Berlin
Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
Mohrenstraße 58
10117 Berlin
Tel. +49 (30) 897 89-0
Fax +49 (30) 897 89-200
www.diw.de

ISBN 978-3-946417-84-2
ISSN 1614-6921

Alle Rechte vorbehalten.
Abdruck oder vergleichbare
Verwendung von Arbeiten
des DIW Berlin ist auch in
Auszügen nur mit vorheriger
schriftlicher Genehmigung
gestattet.

DIW Berlin: Politikberatung kompakt 194

Hermann Buslei*

Schätzungen der langfristigen Preiselastizitäten der Energienachfrage für Heizung und Verkehr - eine Übersicht mit Schwerpunkt Deutschland

Berlin, 7. Juni 2023

Die Arbeiten im Rahmen dieses Berichts wurden finanziell durch das Fördernetzwerk Interdisziplinäre Sozialforschung unterstützt.

* DIW Berlin, Abteilung Staat, hbuslei@diw.de

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 1

2 Übersicht Bach et al. (2019b) 2

3 Eigene Zusammenstellung Schätzergebnisse 7

3.1 Makrodaten 7

3.1.1 Daten Deutschland 7

3.1.2 Daten andere Länder 9

3.2 Mikrodaten: Durchschnittliche Elastizitäten 10

3.3 Mikrodaten: Verteilung der Elastizitäten 12

3.3.1 Deutschland 13

3.3.2 International 16

3.3.3 Zusammenfassende Diskussion 18

4 Vorschläge für Annahmensetzung 22

4.1 Ohne Differenzierung nach Haushaltsgruppen 22

4.1.1 Heizen (Erdgas und/oder Öl) 23

4.1.2 Kraftstoffe (Verkehr) 24

4.2 Mit Differenzierung nach Haushaltsgruppen 25

5 Zusammenfassende Diskussion 27

Literaturverzeichnis 29

Verzeichnis der Tabellen und Abbildungen

Tabelle 1: Kurz- und langfristige Preiselastizitäten nach Sektoren, Energieträgern und Anwendungsfällen (entspricht Tabelle 3-2 in Bach et al. 2019b) 3

Tabelle 2: Studien Heizung in Übersicht Primärstudien Bach et al. (2019b) 4

Tabelle 3: Studien Verkehr in Übersicht Primärstudien Bach et al. (2019b) 5

Tabelle 4: Primärstudien zu Preiselastizitäten der Energienachfrage (Heizung, Verkehr) von Haushalten in Deutschland 8

Tabelle 5: Primärstudien zu Preiselastizitäten der Energienachfrage von Haushalten in anderen Ländern (nicht Deutschland).....10

Tabelle 6: Preiselastizitäten nach Quartilen des Haushaltsäquivalenzeinkommens in Nikodinoska und Schröder (2016) 13

Tabelle 7: Preiselastizitäten nach Haushaltsgruppen (Haushaltstyp, Gesamtausgaben Konsum) in Schulte und Heindl (2017) 14

Tabelle 8: Preiselastizitäten nach Quartilen der Gesamtausgaben für Konsum, Tovar Reaños und Wölfing (2018) 15

Tabelle 9: Preiselastizitäten nach Quartilen der Gesamtausgaben für Konsum, Pothen und Tovar Reaños (2018) 16

Tabelle 10: Preiselastizitäten nach Quartilen der Gesamtausgaben für Konsum, van der Ploeg et al. (2022).....16

Tabelle 11: Preiselastizitäten für die Energienachfrage nach Quartilen des Haushaltsäquivalenzeinkommens / der Gesamtausgaben.....17

Tabelle 12: Preiselastizitäten der Nachfrage nach Brennstoffen für den Haushalt nach Quartilen der Einkommen/ der Gesamtausgaben für Konsum 18

Tabelle 13: Preiselastizitäten der Verkehrsnachfrage (Kraftstoffe, öff. Verkehr) nach Quartilen der Einkommen/ der Gesamtausgaben für Konsum 20

Tabelle 14: Alternativen für die Annahmensetzung langfristige Elastizitäten Heizung und Verkehr 22

Tabelle 15: Übersicht Primärstudien langfristige Elastizitäten „Erdgas/Öl/Heizung“.....23

Tabelle 16: Übersicht Primärstudien langfristige Elastizitäten „Verkehr“ 24

Tabelle 17: Annahmensetzung Preiselastizitäten mit Werten für das unterste und oberste Quartil der Gesamtausgaben 26

Abbildung 1: Preiselastizitäten der Nachfrage nach Brennstoffen für den Haushalt nach Quartilen der Einkommen/ der Gesamtausgaben für Konsum 19

Abbildung 2: Preiselastizitäten der Nachfrage nach Kraftstoffen für den Verkehr nach Quartilen der Einkommen/ der Gesamtausgaben für Konsum 21

1 Einleitung

Für die Abschätzung der Verhaltenseffekte von politischen Maßnahmen zur Senkung des Energieverbrauchs (aus nicht regenerierbaren Quellen) in Deutschland wird häufig auf Literaturergebnisse zur Reaktion der Energienachfrage auf Preisänderungen der Güter und Einkommensänderungen der Haushalte zurückgegriffen.[1] Sofern keine Untersuchungen oder Daten für Deutschland vorliegen, oder auch ergänzend, werden in Zusammenstellungen der Literatur auch Untersuchungsergebnisse aus dem Ausland herangezogen. Eine solche Zusammenstellung soll auch hier vorgenommen werden, wobei der Schwerpunkt auf den langfristigen Elastizitäten in den Bereichen Heizung und Verkehr für Deutschland liegt.

In der Literatur finden sich bereits Zusammenstellungen der Preiselastizitäten der Energienachfrage nach verschiedenen Nachfragergruppen (Haushalte, Gewerbe), Energieträgern und Einsatzgebieten. Unterschieden wird (zum Teil) auch zwischen kurz- und langfristigen Elastizitäten. Eine jüngere Übersicht bieten Bach et al. (2019b). Diese wird in Abschnitt 2 vorgestellt und dient als Ausgangspunkt der Betrachtung weiterer Literaturergebnisse. Dabei wird auch die Übersicht zu Primärstudien zu Preiselastizitäten in Bach et al. (2019b) kurz betrachtet und diskutiert. Die Diskussion beschränkt sich im Wesentlichen auf die Energienachfrage in den Bereichen Heizung und Verkehr.

Eine eigene Zusammenstellung und Diskussion von Primärstudien mit dem Schwerpunkt auf Studien mit Daten für Deutschland für die Bereiche Heizung und Verkehr der privaten Haushalte erfolgt in Abschnitt 3. Dort wird im Wesentlichen auf langfristige Preiselastizitäten eingegangen. Zudem bildet die Differenzierung der Preiselastizitäten nach Haushaltsgruppen (insbesondere Haushalte mit unterschiedlicher Einkommenshöhe) einen Schwerpunkt der Darstellung. Im darauffolgenden Abschnitt 4 wird ein Vorschlag für eine Annahmensetzung für Langfristelastizitäten zur Abschätzung von Nachfrageänderungen in Folge von künftigen Preisänderungen in den Bereichen Heizung und Verkehr formuliert. Auch dort betrifft ein Teil der Darstellung die Differenzierung der Elastizitäten nach der Höhe der Einkommen bzw. der Gesamtausgaben der Haushalte. In allen Fällen beschränkt sich die Darstellung auf Eigenpreiselastizitäten. Abschnitt 5 schließt mit einer zusammenfassenden Diskussion.

[1] Vgl. zum Beispiel Bergs et al. (2007), Bach et al. (2019b) und Sachverständigenrat Wirtschaft (SVR) (2019, S. 109 ff.). In der zweiten Studie wird auch auf Einschränkungen der Verwendung der Elastizitäten eingegangen.

2 Übersicht Bach et al. (2019b)

Zusammenfassende Übersichten von Elastizitäten dienen häufig als Dokumentation der gewählten Annahmen für Elastizitäten in Berechnungen zu den Wirkungen von Preisänderungen auf die Energienachfrage. Typischerweise werden dabei einzelne Ergebnisse aus der Literatur zu einer zusammenfassenden Annahme kondensiert.

Eine aktuelle zusammenfassende Übersicht zu den Preiselastizitäten der Energienachfrage bieten Bach et al. (2019b).[2] Diese Übersicht ist mit einzelnen Änderungen bei der Hervorhebung in Tabelle 1 wiedergegeben.[3] Unterschieden wird dabei nach den Sektoren Haushalte, GHD (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen) und Verkehr. Innerhalb der Sektoren werden Energieträger und für diese wiederum Anwendungsfälle unterschieden (Tabelle 1).[4]

Für die kurzfristigen Elastizitäten werden Werte zwischen -0,025 und -0,25 angegeben. Sehr unelastisch ist danach kurzfristig bspw. die Stromnachfrage der Haushalte für Elektrogeräte. Kurzfristig vergleichsweise elastisch ist nach diesen Angaben die Benzinnachfrage im Sektor Verkehr.

Langfristige Elastizitäten im Bereich Heizung

Die langfristigen Elastizitäten werden bei der Heizung mit Erdgas mit -0,51 und bei Heizöl mit -0,32 angegeben. Diese Werte werden sowohl für die Raumwärme als auch die Warmwasserversorgung angenommen (vgl. Tabelle 1). Die Annahmen für den hier nicht weiter betrachteten Bereich Gewerbe, Handel, Dienstleistungen unterscheiden sich nicht von jenen für die Haushalte. Den Hintergrund für die Annahmensetzung bilden die Ergebnisse von Primärstudien, die von Bach et al. (2019b) recherchiert und in einer Tabelle zusammengefasst wurden. Die Informationen aus dieser Tabelle für die Nachfragelastizitäten im Bereich der Heizung sind in Tabelle 2 wiedergegeben. Die meisten Daten sind international, zwei Studien basieren allein auf Daten für Deutschland. Die ältesten Startjahre der Daten sind Jahre am Ende der 1970-er Jahre. Die Daten reichen bis höchstens zum Jahr 2014.

[2] Vgl. für ergänzende Informationen auch Bach et al. (2019a). Eine Übersicht über kurzfristige Elastizitäten bei Erdgas und Heizöl bieten Kalkuhl et al. (2022). Da hier langfristige Elastizitäten im Vordergrund stehen, gehen wir auf diese Studie nicht ein.

[3] Zu dieser Übersicht wird von Bach et al. (2019b) auch eine Liste mit den Primärstudien angeboten. Auf diese Liste und die dort enthaltenen Studien wird unten näher eingegangen.

[4] Bach et al. (2019b) verweisen für „Referenzwerte“ auf eine frühere Zusammenstellung in Bach et al. (2019a, Tabelle 2-1). Nach einer Literaturrecherche, deren Ergebnisse berichtet werden und auf die unten in Abschnitt 2.2.1 eingegangen wird, weisen sie eine Tabelle (Tabelle 3-2) mit den eigenen Annahmen aus. Der Inhalt dieser Tabelle wird in Tabelle 1 wiedergegeben. Sie unterscheidet sich von der früheren Tabelle (Bach et al., 2019a) durch niedrigere Elastizitäten der langfristigen Nachfrage nach Kraftstoffen für den Verkehr (-0,7 gegenüber -0,8).

Tabelle 1: Kurz- und langfristige Preiselastizitäten nach Sektoren, Energieträgern und Anwendungsfällen (entspricht Tabelle 3-2 in Bach et al. 2019b)

Sektor	Energieträger	Anwendungsfall	kurzfristig	langfristig
Haushalte	Erdgas	Raumwärme	-0,2	-0,51
	Erdgas	Warmwasser	-0,05	-0,51
	Heizöl	Raumwärme	-0,2	-0,32
	Heizöl	Warmwasser	-0,05	-0,32
	Strom	Raumwärme	-0,2	-0,4
	Strom	Warmwasser	-0,05	-0,4
	Strom	Elektrogeräte	-0,025	-0,4
GHD	Erdgas (Naturgas)	Raumwärme	-0,2	-0,51
	Erdgas (Naturgas)	Prozesswärme	-0,1	-0,51
	Erdgas (Naturgas)	sonstige	-0,025	-0,51
	Heizöl (leicht)	Raumwärme	-0,2	-0,32
	Heizöl (leicht)	Prozesswärme	-0,1	-0,32
	Heizöl (leicht)	übrige	-0,025	-0,32
	Strom	Raumwärme	-0,2	-0,4
	Strom	Prozesswärme	-0,1	-0,4
	Strom	sonstige	-0,025	-0,4
Verkehr	Benzin	Transport	-0,25	-0,7
	Diesel	Transport	-0,05	-0,7

Hinweis: Die Anwendungskategorie „Sonstige“ im GHD-Sektor umfasst Kälte-, Kraft-, IKT- und Beleuchtungsanwendungen. Abweichend von FÖS (2018) wird für die Preiselastizität im Verkehrsbereich eine langfristige Preiselastizität von 0,7 angesetzt, da die empirische Literatur in Kapitel 2 geringere Absolutwerte als 0,8 ausweist.

Quellen: Die kurzfristigen Preiselastizitäten sind dem Methodischen Begleitdokument des 2. Nationalen Energieeffizienz-Aktionsplan (NEEAP) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (2011) entnommen und somit amtlichen Ursprungs. Die langfristigen Elastizitäten basieren auf FÖS (2018) sowie auf eigenen Literaturrecherchen (vgl. Kapitel 2).

Anmerkungen: GHD: Gewerbe, Handel, Dienstleistungen. FÖS: Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft.

Quelle: Tabelle einschließlich Hinweis und Quellen (kursiv gesetzt) übernommen aus Bach et al. (2019b, S. 22).

Bei den langfristigen Elastizitäten für Erdgas liegt ein Teil der Studienergebnisse unter und ein Teil oberhalb des von Bach et al. (2019b) gewählten mittleren Ergebnisses von 0,51 (vgl. Tabelle 1 und Tabelle 2). Die Studien basieren zu einem Teil auf aggregierten Daten (Makrodaten oder teilaggregierte Daten) oder disaggregierten Daten. Ein Beispiel für eine Studie mit aggregierten Daten ist die Arbeit von Asche et al. (2008). Sie nutzt Cross-Country/Time Series Daten zur Analyse der Bedeutung unterschiedlicher Schätzmodelle für die Höhe u.a. der Preiselastizität der Erdgasnachfrage von Haushalten. Ein Beispiel für eine Studie mit disaggregierten Daten ist die Arbeit von Meier und Rehdanz (2010). Sie nutzt die jährlich erhobenen Mikrodaten (Personen und Haushaltsebene) der British Household Panel Study (BHPS).

Tabelle 2: Studien Heizung in Übersicht Primärstudien Bach et al. (2019b)

	Energie*	Kurzfristig		Langfristig		Daten	Region	Zeitraum
Asche et al. (2008)	Erdgas	-0,24	[DE -0,07]	-1,54	[DE -0,17]	A	Europa	1978-2002
Aufhammer und Rubin (2018)	Erdgas	-0,2	[-0,23; -0,17]	--		D	USA	2003-2014
Berkhout et al. (2004)	Erdgas	-0,19		--		D	Nieder-lande	1992-1999
Bernstein und Griffin (2005)	Erdgas	-0,12		-0,36		A	USA	1977-2004
Liu (2004)	Heizöl	-0,14		-0,32		A	Weltweit	1978-1999
Madlener et al. (2011)	Erdgas	-0,51	[DE -0,23]	--		A	Weltweit	1980-2008
Meier und Rehdanz (2010)	Erdgas	--		-0,45	[-0,56; -0,34]	D	UK	1991-2005
	Heizöl	--		-0,46	[-0,49; -0,40]			
Rehdanz (2007)	Erdgas	--		-0,57	[-0,63; -0,44]	D	Deutsch-land	1998, 2003
	Heizöl	--		-1,87	[-2,03; -1,68]			
Schulte und Heindl (2017)	Raumwärme	--		–0.50		D	Deutsch-land	1993, 1998, 2003, 2008

Anmerkungen: Sektor Haushalte; *Energie: Energieträger, Anwendungsfall; A: Aggregierte Daten, D: Disaggregierte Daten (Mikrodaten), [DE …]: Wert für Deutschland.

Quelle: Bach et al. (2019b, Tabelle 2-2).

Für Heizöl werden drei Studien angegeben. Der von Bach et al. (2019) gewählte Wert von 0,32 (vgl. Tabelle 1) stimmt annähernd mit dem unteren dieser Werte (Liu, 2004) überein (vgl. Tabelle 2). Dies ist eine Studie auf der Basis von Makrodaten. Die Studie mit einem mittleren Wert ist die bereits erwähnte Arbeit von Meier und Rehdanz (2010) auf der Basis von Mikrodaten.

Langfristige Elastizitäten im Bereich Verkehr

Für den Bereich Verkehr verweisen Bach et al. (2019b) auf eine größere Zahl von Studien. Die Informationen aus der entsprechenden Tabelle sind hier in Tabelle 3 wiedergegeben. In den Studien wird zum Teil zwischen der Nachfrage nach Benzin und Diesel unterschieden. Von Bach et al. (2019b) wurde als langfristige Preiselastizität für beide Kraftstoffarten der gleiche Wert von -0,7 gewählt (vgl. o. Tabelle 1). Diese Werte liegen eher am oberen Rand der ausgewiesenen Schätzergebnisse für die lange Frist (vgl. Tabelle 3, Spalte „Langfristig“).[5]

[5] Tabelle 3 enthält drei Studien (Hössinger et al., 2017, Kayser, 2000 und Liu, 2015), die nach dem Ausweis in Bach et al. (2019b) nur kurzfristige Elastizitäten ausweisen. Diese sind für die hier interessierenden längerfristigen Elastizitäten zumindest als eine Art Untergrenze von Interesse.

Tabelle 3: Studien Verkehr in Übersicht Primärstudien Bach et al. (2019b)

	Energie*	Kurzfristig		Langfristig		Daten	Region	Zeitraum
Baranzini und Weber (2013)	Benzin	-0,09		-0,34		A	Schweiz	1970-2008
Burke und Nishitateno (2013)	Benzin	--		-0,35	[-0,5; -0,2]	A	Weltweit	1995-2008
Hössinger et al. (2017)[a]	Benzin und Diesel	-0,135		--		D	Öster-reich	2008
IVT/ProgTrans/STASA (2004)	Benzin	-0,3	[-0,5; -0,1]	-0,7	[-0,8; -0,6]	A, D	Deutsch-land	1995-2002
Kayser (2000)[a]	Benzin	-0,23		--		D	USA	1981
Liddle (2012)	Benzin	-0,16		-0,43		A	Weltweit	1978-2005
Lin und Prince (2013)	Benzin	-0,03		-0,24		A	USA	1990-2012
Liu (2004)[a]	Benzin	-0,19		-0,6			Weltweit	1978-1999
	Diesel	-0,09		-0,27			(OECD)	
Liu (2015)[a]	Benzin	-0,25	[-0,4; -0,1]	--		D	USA	1997-2002
Nikodinoska und Schröder (2016)[a]	Benzin und Diesel	--		-0,08		D	Deutsch-land	1993, 1998, 2003, 2008
Odeck und Johansen (2016)	Benzin	-0,26		-0,36		A	Norwegen	1980-2011
Pock (2010)	Benzin	-0,1	[-0,1; -0,09]	-0,35	[-0,4; -0,31]	A	Europa	1990-2004
Polemis (2006)	Benzin	-0,1		-0,38		A	Griechen-land	1978-2011
	Diesel	-0,07		-0,44				
Ramli und Graham (2014)	Diesel	-0,14	[-0,16; -0,11]	-0,26	[-0,3; -0,21]	A	UK	1980-2009
Schulte und Heindl (2017)	Benzin und Diesel			–0.57			Deutsch-land	1993, 1998, 2003, 2008
Wadud et al. (2009)[a]	Benzin	--		-0,28	[-0,35; -0,20]	A	USA	1984-2003
Wadud et al. (2010)[a]	Benzin	--		-0,47		A	USA	1997-2002
Zeleke (2016)	Benzin	-0,17		-0,73		A	Europa	1978-2013
	Diesel	-0,13	[DE -0,16]	-0,5	(DE -0,27)		(EU 28)	

Anmerkungen: Sektor Verkehr; *Energie: Energieträger, Anwendungsfall; A: Aggregierte Daten, D: Disaggregierte Daten (Mikrodaten), [DE ..]: Wert für Deutschland. [a] Die geschätzten Elastizitäten beziehen sich ausschließlich auf den MIV (Motorisierter Individualverkehr) der Haushalte.

Quelle: Bach et al. (2019b, Tabelle 2-2).

Die überwiegende Zahl der angegebenen Studien basiert auf aggregierten oder teilaggregierten Daten. Ein Beispiel für eine Untersuchung mit aggregierten Daten ist die Studie von Burke und Nishitateno (2013). Sie nutzt ein Länderpanel mit 132 Staaten. Die Ergebnisse für die Studien auf der Basis aggregierter Daten reichen für die langfristige Elastizität der Benzinnachfrage von -0,24 bis etwas über -0,7.

Die Studien mit langfristigen Elastizitäten auf der Basis von Mikrodaten bilden eine kleine Minderheit (IVT/ProgTrans/STASA, 2004, und Nikodinoska und Schröder, 2016).[6] Während die erste Studie einen Wert am oberen Rand der Werte aus den Studien mit aggregierten Daten

[6] Bei der Studie IVT/ProgTrans/STASA (2004) wird zudem angegeben, dass dort sowohl aggregierte als auch disaggregierte Daten zum Einsatz kommen.

aufweist, ist der Wert der zweiten Studie deutlich kleiner als die Ergebnisse aller Studien auf der Basis aggregierter Daten.

3 Eigene Zusammenstellung Schätzergebnisse

Die folgenden Informationen ergänzen und erweitern die Darstellung in Abschnitt 2. Dies betrifft zum einen neuere Schätzungen für durchschnittliche Elastizitäten, insbesondere aber die nach Bevölkerungsgruppen differenzierten Ergebnisse von Schätzungen auf der Basis von Mikrodaten. Zum anderen werden aber auch einzelne bereits oben angeführte Studien für durchschnittliche Elastizitäten erneut einbezogen, weil sie als besonders wichtig erachtet werden und ein neuer Blick auf die Ergebnisse einzelner alternativ verwendeter Schätzverfahren sowie der Datengrundlagen lohnend erscheint. Darüber hinaus wird durch eine veränderte Darstellung der Unterschied zwischen den verschiedenen Datenquellen (Makrodaten bzw. teilaggregierte Daten und Mikrodaten) hervorgehoben. Dies gilt ebenfalls für eine Unterscheidung von Schätzungen auf der Basis von Daten für Deutschland (einschließlich der Schätzungen mit internationalen Länderdaten, die einen getrennten Ausweis des Ergebnisses für Deutschland enthalten) und Schätzungen auf der Basis von Daten für andere Länder und Ländergruppen (ggf. einschließlich Deutschlands, aber ohne gesonderten Ergebnisausweis für Deutschland).[7]

3.1 Makrodaten

Wir betrachten zunächst die Erdgasnachfrage der Haushalte und beginnen mit den Studien auf der Basis deutscher Daten bzw. internationaler Makrodaten, die Daten für Deutschland einschließen und für Deutschland ein gesondertes Ergebnis ausweisen.

3.1.1 Daten Deutschland

Es gibt nur wenige Untersuchungen, die auf deutschen Daten basieren bzw. Studien auf der Basis von internationalen Länderdaten, die gesondert Ergebnisse für Deutschland ausweisen. Dies gilt erst recht für die hier im Vordergrund stehenden langfristigen Elastizitäten. Tabelle 4 zeigt die Ergebnisse von Studien in chronologischer Reihenfolge.

IVT/ProgTrans/STASA (2004) führen eine Vielzahl von Schätzungen mit verschiedenen Modellen und unterschiedlichen Datenbasen durch. Dazu zählen zwei Datensätze mit unterschiedlich langen aggregierten Zeitreihen und Mikrodaten des Mobilitätsverhaltens. Es ist unklar, ob man die Ergebnisse als kurzfristige oder langfristige Elastizitäten interpretieren sollte. Die Autoren sehen den in Tabelle 4 (im oberen Bereich) ausgewiesenen Effekt der Makroschätzungen anscheinend als kurzfristige Anpassung an: "Für längere Zeiträume und Zeiträume von makroökonomischen Jahresdaten konnte kein signifikanter Einfluss des Preises auf die Kraftstoffnachfrage nachgewiesen werden." (IVT/ProgTrans/STASA, 2004, S. 177). Über die Höhe der langfristigen

[7] Die Unterscheidung zwischen den Ergebnissen für Deutschland und anderen Ländern bzw. Ländergruppen ist der Entscheidung geschuldet, dass die Einschätzung zu der Höhe der Elastizitäten für Simulationen für Deutschland geeignet sein soll. Zumindest im Grundsatz könnten dafür Schätzungen auf der Basis von Daten für Deutschland besser geeignet sein als die Daten für andere Länder bzw. Ländergruppen.

Elastizität scheint die Studie damit keinen Anhaltspunkt zu liefern. Daher fehlt ein entsprechender Wert in Tabelle 4.

Die bereits oben erwähnte Studie von Asche et al. (2008) weist auch Elastizitäten für einzelne Länder, unter anderem für Deutschland aus (vgl. a. o. Tabelle 2). Die langfristige Elastizität der Erdgasnachfrage ist mit -0,17 für Deutschland niedrig.

Madlener et al. (2011) schätzen für die langfristige Nachfrage der Haushalte nach Gas für Deutschland eine Preiselastizität von -0,23 (vgl. Tabelle 4 und Madlener et al., 2011, Tabelle 20, S. 44). Die Preiselastizität für die kurzfristige Nachfrage der Haushalte nach Gas für Deutschland ist mit -0,15 (vgl. Tabelle 4 und Madlener et al., 2011, Tabelle 21, S. 45) überraschend wenig kleiner.

Tabelle 4: Primärstudien zu Preiselastizitäten der Energienachfrage (Heizung, Verkehr) von Haushalten in Deutschland

		Kurzfristig		Langfristig		Zeitraum
	Energieträger/Anwendungsfall	von	bis	von	bis	
Makro						
IVT/ProgTrans/STASA (2004) (a)	Verkehr: Benzin	-0,2	-0,3	--		1970-2002
Asche et al. (2008)	Erdgas, shrinkage Schätzer	-0,065		-0,174		1978-2002
Madlener et al. (2011, S. 45, 44)	Erdgas	-0,15		-0,233		1980 - 2008
Zeleke (2016)	Benzin	-0,042		(-1,165)		1978-2013
	Diesel	-0,16		(-0,27)		
Mikro						
IVT/ProgTrans/STASA (2004) (b)	Verkehr: Benzin, auf					
	Fahrzeugebene	-0,1	-0,5			1995-2002
	Haushaltsebene	-0,34	-0,68			
Rehdanz (2007)	Erdgas	--		-0,44	-0,63	1998, 2003
	Heizöl	--		-1,68	-2,03	
Beznoska (2014)	Heating	--		-0,78		1993, 1998, …
	Mobility			-0,56		2008
Nikodinoska und Schröder (2016)	"other fuels" (Heizung, Warmwasser)	--		-0,559		1993, 1998, …, 2008
	Benzin und Diesel	--		-0,084		
Schulte und Heindl (2017)	Heizung	--		–0.500		1993, 1998, …
	Verkehr (fuel)	--		–0.572		2008
Tovar Reaños und Wölfing (2018)	Heizung	--		-0,46		2002-2012, ohne 2008
Frondel und Vance (2018)	Fuel (km-Leistung)	--		-0,39		1997-2015
van der Ploeg et al. (2022)	Heating	--		[-0,609]	[-0,706]	1993, 1998 … 2013

Anmerkung: IVT/ProgTrans/STASA(2004): Makro: s. Zusammenfassung S. 190; Mikro: Zusammenfassungen S. 113, 114; Werte in runden Klammern: insignifikant auf 10% Niveau. Asche et al. (2008): Die Werte auf der Basis einer OLS-Schätzung weichen nur wenig von den ausgewiesenen Werten ab. Die Schätzergebnisse in Madlener et al. (2011) gelten jeweils für zwei alternative Schätzmodelle („fully modified OLS (FMOLS) and the dynamic OLS (DOLS)“. Frondel und Vance (2018): Die Elastizität bezieht sich auf die gefahrenen Kilometer. Die Reaktion der Benzinnachfrage (in Litern) könnte höher ausfallen.

Quelle: Bach et al (2019b), eigene Literaturrecherche.

Zeleke (2016, S. 20) weist einen sehr hohen Wert für die langfristige Preiselastizität der Benzinnachfrage und einen eher niedrigen Wert für die Dieselnachfrage aus. Beide Werte sind aber insignifikant auf dem 10% Niveau. Dies ist wahrscheinlich der Grund, warum in Bach et al. (2019, Tabelle 2-2) anscheinend der Mittelwert der langfristigen Preiselastizität der Benzinnachfrage für alle Länder (-0,73 für Benzin) und nicht der Wert für Deutschland ausgewiesen wird.[8]

3.1.2 Daten andere Länder

Aufgrund der vielen Änderungen im Bereich der Energienachfrage im Zeitablauf und auch zu vermutender Unterschiede zwischen Ländern sollten die Studien zum einen möglichst aktuell und zum anderen möglichst in einem „ähnlichen" Land erfolgt sein. Es gibt aber auch Studien, die wegen guter Variation in den Daten beachtenswert sind.

Wie bereits erwähnt, nutzt die Studie von Asche et al. (2008) Cross-Country/Time Series Daten. Dies dient auch zur Analyse der Bedeutung unterschiedlicher Schätzmodelle für die Höhe u.a. der Preiselastizität der Erdgasnachfrage von Haushalten. Basierend auf Literaturergebnissen wird vermutet, dass homogene Modelle (Panelschätzung alternativ mit Pooled OLS, FE, RE) nach oben verzerrt sind. Alternativ werden heterogene Modelle (Panelschätzung OLS, shrinkage estimator) eingesetzt.[9] Die Vermutung bestätigt sich. FE und shrinkage estimator liefern zum einen die präzisesten und plausibelsten Werte und können danach eine Ober- und Untergrenze bilden. Die Bandbreite ist dabei erheblich (vgl. Tabelle 5). Die Elastizität ist im Mittel der verwendeten Länder etwas niedriger als in Deutschland, wenn die Ergebnisse für den shrinkage estimator verglichen werden (vgl. Tabelle 5 mit Tabelle 4).

Die Studie von Liddle (2012) verdient besondere Aufmerksamkeit, weil sie zwei Schätzverfahren einsetzt („fully modified ordinary least squares (FMOLS) and dynamic ordinary least squares (DOLS) estimators"), um Probleme mit Endogenität und Autokorrelation zu behandeln. Die beiden Ergebnisse für die langfristige Elastizität der Benzinnachfrage in Tabelle 5 können als Bandbreite angesehen werden. Auf Basis verschiedener Ansätze kann auch bei der Studie von Burke und Nishitateno (2013) eine Bandbreite von -0,2 bis -0,5 für die Benzinnachfrage angegeben werden.

[8] „In this study the estimated average gasoline price elasticity among the EU-28 countries is -0.17 in the short run and -0.72 in the long run." (Zeleke, 2016, S. 19).

[9] Vgl. für die Eigenschaften der verschiedenen Schätzer Asche et al. (2008, S. 30 f.).

Tabelle 5: Primärstudien zu Preiselastizitäten der Energienachfrage von Haushalten in anderen Ländern (nicht Deutschland)

	Energieträger/Anwendungsfall	Kurzfristig von	Kurzfristig bis	Langfristig von	Langfristig bis	Region	Zeitraum
Makro bzw. teilaggregiert							
Asche et al. (2008)	Erdgas, shrinkage estimator, FE estimator	-0,03	-0,24	-0,099	-1,54	Länderauswahl	1978-2002
Liddle (2012)	Benzin	-0,16		-0,19	-0,43	14 OECD Länder	1978-2005
Burke and Nishitateno (2013)	Benzin			-0,35		Weltweit	1985-2008
Zeleke (2016)	Benzin, alle Länder	-0,17		-0,73		Europa	1978-2013
	Diesel, alle Länder	-0,13		-0,5			
Odeck und Johansen (2016)	Fuel (dynamic model)	-0,257		-0,362		Norwegen	1980-2011
Salari und Javid (2016)	Gas	-0,557	-0,581	-1,09	1,169	US, 48 States	2005-2013
Mikro							
Alberini et al. (2011)	Erdgas	-0,572		-0,647		USA	1997-2007
Meier und Rehdanz (2010)	Heizung: Erdgas			-0,34	-0,56	UK	1991-2005
	Heizung: Erdöl			-0,4	-0,49		
Liu (2015)	Benzin	-0,1	-0,4			USA	1997-2002
Hössinger et al. (2017)	Verkehr: Benzin und Diesel	-0,12	-0,16	-0,25	-0,32	Österreich	

Anmerkung: Asche et al. (2008): Der betragsmäßig kleinere Wert gilt jeweils für den „shrinkage estimator", der zweite Wert für den FE (Fixed Effects) estimator; Burke und Nishitateno (2013): Mittlerer Wert aus Bandbreite. Salari und Javid (2016): angegeben werden hier die Ergebnisse für den Two-step system GMM. Die Ergebnisse für den One-step system GMM sind ähnlich. Hössinger et al (2017): als kurzfristige Elastizität wird die Reaktion nach einem Jahr, als langfristige die Reaktion nach 5 Jahren angegeben. Der erste Wert gilt für ein Ausgangsniveau des Kraftstoffpreises von 1,5 Euro, der zweite für ein Niveau von 2 Euro.

Quelle: Bach et al (2019b), eigene Literaturrecherche.

Auf das Ergebnis von Zeleke et al. (2016) für alle Länder wird hier noch einmal hingewiesen, da sich für Deutschland in dieser Untersuchung kein signifikantes Ergebnis zeigte (s.o.). Die weiteren Studien wurden hier aufgeführt, weil sie relativ aktuell sind. Allerdings stellt sich bei den Ergebnissen für Norwegen (Odeck und Johansen, 2016) und die USA (Salari und Javid, 2016) die Frage der Bedeutung für Deutschland. Zumindest für die Gasnachfrage scheint dabei bemerkenswert, dass im Fall der Studie von Salari und Javid (2016) auch langfristige Elastizitäten gefunden werden, die über 1 liegen. Dabei ist allerdings zu bedenken, dass in diesem Fall auch die kurzfristigen Elastizitäten mit fast -0,6 vergleichsweise sehr hoch ausfallen.

3.2 Mikrodaten: Durchschnittliche Elastizitäten

Ein Vorteil von Schätzungen auf der Basis von Mikrodaten ist die dabei mögliche Unterscheidung der Elastizitäten von Bevölkerungsgruppen (Nachfragergruppen). Im Vordergrund steht dabei meist eine Unterscheidung nach der Höhe der Gesamtausgaben für den Konsum. Eine Unterscheidung nach dem Einkommen und dem „Haushaltstyp" erfolgt seltener. Zunächst werden hier jedoch die Schätzwerte für durchschnittliche Elastizitäten auf der Basis von Mikrodaten

betrachtet. Die Werte für Studien auf der Basis von Daten für Deutschland sind in Tabelle 4, jene auf der Basis von Daten für andere Länder in Tabelle 5 ausgewiesen.

Deutschland

Die Studie IVT/ProgTrans/STASA (2004) nutzt neben Makrodaten (in einer getrennten Analyse) auch Mikrodaten zur Mobilität auf der Fahrzeugebene und Haushaltsebene. Die Ergebnisse werden von den Autoren als Kurzfristeffekte angesehen (s. a.a.O., S. 179). Diese Werte werden hier trotz der Fokussierung auf langfristige Elastizitäten erwähnt, weil sie darauf hindeuten, dass auch kurzfristige Preiselastizitäten der Kraftstoffnachfrage hoch sein könnten (vgl. Tabelle 4), was ebenfalls hohe Langfristelastizitäten erwarten ließe.

Rehdanz (2007) schätzt die Preiselastizität der Nachfrage nach Erdgas und Heizöl auf der Basis des SOEP der Jahre 1998 und 2003.[10] Energiepreise werden auf Basis der Daten des BMWA (2005) genutzt. Es scheint, dass die Preise sich damit nur zwischen den beiden Jahren unterscheiden. Anscheinend wird damit die Differenz in den Nachfragen direkt auf die Differenz in den Preisen regressiert. Andere Veränderungen zwischen den Jahren 1998 und 2003 könnten sich dabei in den geschätzten Koeffizienten niederschlagen. Das Identifikationsproblem der „Nachfrage" getrennt vom Angebot scheint nicht beachtet zu werden (vgl. a. die Anmerkung von Auffhauser und Rubin, 2018, S. 2, Fußnote 3: „Rehdanz does not, however, address the endogeneity of price"). Der hohe Wert für die Preiselastizität der Nachfrage nach Heizöl könnte mit diesen Einschränkungen der Analyse in Verbindung stehen.

Beznoska (2014) verwendet Daten der EVS 1998, 2003, 2008. Der Schwerpunkt der Untersuchung liegt auf der Untersuchung der gemeinsamen Nachfrage nach einzelnen Gütergruppen und Freizeit. Die hier vor allem interessierenden (unkompensierten) Eigenpreiselastizitäten werden aber nachgewiesen (vgl. Beznoska, 2014, S. 30, Tabelle 9). Für Heizung ergibt sich ein eher hoher Wert, für Mobilität (Kraftstoffe, öffentlicher Verkehr) ein eher mittlerer Wert (vgl. Tabelle 4).

Nikodinoska und Schröder (2016, S. 216 ff.) betrachten auf Basis der EVS fünf Gütergruppen: „car fuels", „food", „electricity", „other fuels"[11], „an aggregate of other goods". Die (unkompensierten) Eigenpreiselastizitäten für die hier interessierenden Energiegüter sind -0,559 für „other fuels" und –0,084 für „car fuels". Der letzte Wert ist deutlich niedriger als in anderen Mikrostudien und auch im Vergleich zu den Ergebnissen von Studien auf der Basis von Makrodaten (vgl. Tabelle 4). Eher mittlere Werte für die Elastizitäten für Heizung („gas, oil, solid fuels, district heating") und auch für Verkehr („car fuel, public transport") ergeben sich in der Studie von Schulte und Heindl (2017). Diese basiert ebenfalls auf Daten der EVS.[12] Zwei weitere Studien auf der

[10] Diese Wellen des SOEP enthalten zusätzliche Informationen zu den Heizungen der Haushalte, die für die Analyse genutzt wurden (vgl. Rehdanz, 2007, S. 168).

[11] Diese dienen anscheinend der Heizung und Warmwasserbereitung und umfassen „Gas", „Liquid fuels", Solid fuels: including hard coal, coke, wood, lignite, etc.", „District heating, hot water" (Nikodinoska und Schröder, 2016, S. 224, Table A1).

[12] Die EVS wird alle 5 Jahre erhoben. Veränderungen der Preise einer Gütergruppe beziehen sich also tendenziell auf diesen Zeitraum und dürften damit bereits eine eher langfristige Anpassung darstellen. Unbekannt ist dabei allerdings der

Basis der EVS zeigen für die Heizungsnachfrage mittlere bis hohe Werte (Tovar Reaños und Wölfing, 2018 (natural gas, district heating, liquid fuels and solid fuels), sowie van der Ploeg et al., 2022 (gas, liquid and solid fuels)). Dabei ist allerdings zu beachten, dass van der Ploeg et al. (2022) nur Ergebnisse für das erste und das höchste Gesamtausgabenquartil berichten. Für die Benzinnachfrage finden Frondel und Vance (2018) auf der Basis des Deutschen Mobilitätspanels einen vergleichsweise niedrigen bis mittleren Wert.[13] Allerdings gilt dieser Wert für die gefahrenen Kilometer. Sofern mit der Preisänderung auch ein Übergang zu energieeffizienteren Fahrzeugen erfolgt, ist die Mengenreaktion (in Litern Kraftstoff) höher.[14]

International

Die Studie von Meier und Rehdanz (2010) wird hier noch einmal angeführt, weil sie im Unterschied zu den deutschen Schätzungen auf Basis der EVS auf jährlichen Haushaltspaneldaten beruht und damit potentiell auch eine höhere Preisvariation aufweist. Mit etwa -0,45 weisen die Preiselastizitäten der Nachfrage nach Brennstoffen für die Heizung mittlere Werte auf.

Alberini et al. (2011) nutzen Paneldaten für Wohngebäude (Ein- und Zweifamilienhäuser) in Metropolregionen der USA für den Zeitraum 1997 – 2007, wobei die Erhebungen alle zwei Jahre erfolgen. Die Informationen zu Ausgaben und Preisen stammen von Versorgungsunternehmen. Die langfristige Elastizität für Gas ist mit etwa -0,65 mittel bis hoch. Überraschend ist, dass auch die kurzfristige Elastizität nur wenig kleiner ist (vgl. Tabelle 5).

Die Ergebnisse der Studie von Liu (2015) können als kurzfristige Elastizitäten angesehen werden, da die Zuordnung der Daten beim einzelnen Haushalt nur in einem Jahr erhoben wird. Die Datenbasis umfasst insgesamt 5 Jahre. Dieser Zeitraum könnte aber auch bereits einen guten Teil der längeren Anpassungsreaktionen auffangen. In diesem Sinn sind die Daten hier von Interesse. Die obere Grenze des ausgewiesenen Bereichs reicht mit -0,4 tatsächlich in einen Bereich der Elastizitäten, der sich eher bei Ergebnissen für langfristige Elastizitäten findet.

Hössinger et al. (2017) haben in einer Haushaltsbefragung für hypothetische Preise die Nachfragereaktion erfragt. Für ein Ausgangsniveau des Kraftstoffpreises von 1,5 Euro (2 Euro) ergibt sich eine Preiselastizität nach 5 Jahren von -0,25 bis -0,32. Diese kann als langfristige Elastizität angesehen werden.

3.3 Mikrodaten: Verteilung der Elastizitäten

Verteilungen der Elastizitäten nach Haushaltsgruppen, insbesondere nach der Höhe der Gesamtausgaben bzw. des Einkommens wurden für Deutschland in einigen Studien bestimmt. Die

Preisanpassungsprozess im Verlauf des 5-Jahres-Zeitraums (vgl. a. SVR, 2019). Für die Preise werden gesonderte Informationen aus Preisstatistiken verwendet. Vgl. allgemein für die Vorgehensweise Castellón et al. (2012).

[13] Frondel und Vance (2014) betrachten getrennt die Preisreaktionen von Benzin und Diesel und finden nur kleine Unterschiede zwischen diesen.

[14] Vgl. a. Kloas et al. (2004).

mittleren Elastizitäten dieser Studien wurden im vorstehenden Abschnitt bereits behandelt. Im Folgenden werden nun die Ergebnisse mit einer Differenzierung nach der Höhe des Einkommens berichtet. Ergänzt werden sie durch einzelne internationale Ergebnisse.

3.3.1 Deutschland

Nikodinoska und Schröder (2016)

Nikodinoska und Schröder (2016) betrachten fünf Gütergruppen: "car fuels", "food", "electricity", "other fuels", sowie "an aggregate of other goods". Die (unkompensierten) Eigenpreiselastizitäten für die hier interessierenden Energiegüter sind über alle Haushalte betrachtet-0,559 für „other fuels" (Brennstoffe für Heizung und Warmwasser) und –0,084 für „car fuels".

Tabelle 6: Preiselastizitäten nach Quartilen des Haushaltsäquivalenzeinkommens in Nikodinoska und Schröder (2016)

	0-25	25-50	50-75	75-100
Other fuels	−0.659	−0.790	−0.776	−0.621
	[−0.661; −0.657]	[−0.792; −0.788]	[−0.778; −0.774]	[−0.623; −0.619]
Car fuels	−0.064	−0.240	−0.244	−0.404
	[−0.065; −0.063]	[−0.242; −0.238]	[−0.246; −0.242]	[−0.406; −0.402]

Anmerkungen: Vgl. für die Zusammensetzung „other fuels" Nikodinoska und Schröder (2016, Table A1, S. 224); Werte in Klammern: untere und obere Grenze des 95% Konfidenzintervalls.

Quelle: Nikodinoska und Schröder (2016, Table 5, S. 223).

Die Werte für die jeweils getrennt geschätzten Elastizitäten für die Nachfrage nach Brennstoffen für die Heizung in den einzelnen Einkommensquartilen liegen etwas über dem Wert für alle Haushalte, der ebenfalls getrennt geschätzt wurde. Die Werte für die Quartile weisen einen umgekehrt U-förmigen Verlauf über die Höhe des Einkommens auf (vgl. Tabelle 6).

Das Ergebnis für die Preiselastizität für „car fuels" für die Gruppe aller Haushalte erscheint mit -0,084 über alle Einkommen (s. oben Tabelle 4) niedrig. Die Werte für die getrennt geschätzten Elastizitäten in den einzelnen Einkommensquartilen (vgl. Nikodinoska und Schröder, 2016, S. 222) liegen mit Ausnahme des Wertes für das unterste Quartil höher (Table 5 in Nikodinoska und Schröder, 2016, S. 223 und Tabelle 6).[15] Im Unterschied zu den Brennstoffen für die Heizung zeigt sich bei den Kraftstoffen für den Verkehr eine durchgehende Zunahme der Elastizität mit der Höhe des Einkommens.

[15] Die Ergebnisse in Table 5 in Nikodinoska und Schröder (2016, S. 223) wurden im Rahmen eines robustness checks ausgewiesen: „As another robustness check, we have re-estimated the original DQAIDS specification separately by quartiles of the equivalent disposable income distribution. Table 5 shows the elasticities for each quartile of the equivalent income distribution." (Nikodinoska und Schröder, 2016, S. 222). Sie standen danach nicht im Mittelpunkt der Untersuchung.

Schulte und Heindl (2017)

Schulte und Heindl (2017) führen Schätzungen der Preis- und Einkommenselastizitäten auf Basis der Daten der Einkommens- und Verbrauchsstichproben (EVS) der Wellen 1993 bis 2008 durch. Die Preiselastizitäten werden dabei für mehrere Haushaltstypen und typenspezifische Gesamtausgaben-Quartile („household type specific 2008 total expenditure quartiles", Schulte und Heindl, 2017, S. 516) erstellt. Da die „total expenditures" die gesamten Konsumausgaben umfassen und diese mit dem Einkommen steigen, kann die Ordnung der Haushalte nach dieser Größe auch als Proxy für die Ordnung der Haushalte nach der Höhe des Einkommens dienen.

Tabelle 7: Preiselastizitäten nach Haushaltsgruppen (Haushaltstyp, Gesamtausgaben Konsum) in Schulte und Heindl (2017)

	S0	S1	C0	C1	C2	C3
Heating (Good 2)		Gesamt: -0,5008				
μ0–25	−0.205	−0.215	−0.281	−0.302	−0.320	−0.311
	(0.003)	(0.008)	(0.004)	(0.006)	(0.006)	(0.009)
μ25–50	−0.313	−0.294	−0.413	−0.439	−0.463	−0.451
	(0.004)	(0.009)	(0.005)	(0.007)	(0.007)	(0.010)
μ50–75	−0.411	−0.378	−0.542	−0.559	−0.587	−0.592
	(0.005)	(0.009)	(0.006)	(0.009)	(0.008)	(0.012)
μ75–100	−0.616	−0.584	−0.845	−0.829	−0.861	−0.921
	(0.008)	(0.012)	(0.013)	(0.014)	(0.014)	(0.020)
Transport (Good 3)		Gesamt: -0,5726				
μ0–25	−0.295	−0.316	−0.367	−0.308	−0.350	−0.352
	(0.005)	(0.012)	(0.006)	(0.006)	(0.006)	(0.010)
μ25–50	−0.416	−0.412	−0.506	−0.433	−0.485	−0.488
	(0.006)	(0.012)	(0.006)	(0.007)	(0.007)	(0.010)
μ50–75	−0.515	−0.502	−0.628	−0.533	−0.585	−0.605
	(0.006)	(0.012)	(0.007)	(0.007)	(0.008)	(0.011)
μ75–100	−0.700	−0.693	−0.862	−0.731	−0.786	−0.842
	(0.007)	(0.013)	(0.010)	(0.009)	(0.010)	(0.013)

Anmerkungen: Heating: gas, oil, solid fuels, district heating, Transport: car fuel, public transport, s. Schulte und Heindl (2017, Table 1.), Haushaltstypen (Anteil in %): S0: Alleinstehend ohne Kind (25,8%), S1: Alleinstehend mit einem Kind (2,8%), C0: Paar ohne Kind (39,3%), C1: Paar mit einem Kind (11,6%), C2: Paar mit zwei Kindern (15,8%), C3: Paar mit drei Kindern (4,7%). Heating: gas, oil, solid fuels, district heating, Transport: car fuel, public transport, s. Schulte und Heindl (2017, Table 1, Table 2, S. 515).

Quelle: Schulte und Heindl (2017, Table 5, S. 518).

Dabei zeigt sich bei beiden Gütergruppen, dass die Preiselastizitäten stark mit der Höhe der Gesamtausgaben eines Haushalts zunehmen.[16] Dahinter könnte stehen, dass sich insbesondere Änderungen der Heizungsanlage bzw. der Fahrzeugausstattung mit dem Ziel der

[16] Die Gütergruppe „mobility" wird hier nicht einbezogen. Sie enthält die Güter „private transport (except for car fuel), communication", s. Schulte und Heindl (2017, Table 1). Es ist damit nicht erkennbar, wie der Teil "private transport" für sich alleine reagiert.

Energieeinsparung gerade bei hohen Ausgaben und Verbräuchen besonders lohnen und Haushalte mit hohen Ausgaben auch eher die Mittel besitzen, um entsprechende Investitionen zu finanzieren.

Die Nachfrage nach Brennstoffen für die Heizung ist bei den Paarhaushalten preissensitiver als bei den Single-Haushalten. In der Tendenz gilt dies auch für die Nachfrage nach Transportleistungen, die Unterschiede sind aber insbesondere bei den oberen Ausgabenquartilen nicht so auffällig.

Tovar Reaños und Wölfing (2018)

Die Autoren nutzen die vom Statistischen Bundesamt jährlich erhobenen Daten der laufenden Wirtschaftsrechnungen (Querschnittsdaten, Ausgaben für Quartale) für die Jahre 2002 bis 2012 (ohne 2008) sowie die entsprechenden Preisdaten des Statistischen Bundesamtes, wobei letztere auf Monatsbasis und regional differenziert vorliegen. Sie wählen einen vergleichsweise neuen und flexiblen Ansatz zur Schätzung des Nachfragesystems (Exact Affine Stone Index (EASI)).

Tabelle 8: Preiselastizitäten nach Quartilen der Gesamtausgaben für Konsum, Tovar Reaños und Wölfing (2018)

	0-25	25-50	50-75	75-100
Heating	-0,563	-0,480	-0,431	-0,361
Electricity	*-0,51*	*-0,441*	*-0,392*	*-0,321*

Anmerkungen: Ergänzend wird hier noch die Preiselastizität für Elektrizität ausgewiesen. Damit ist ein partieller Vergleich mit den Ergebnissen von Pothen und Tovar Reaños (2018) möglich.

Quelle: Tovar Reaños und Wölfing (2018, Table 6).

Aufgrund der im Vergleich zu den Untersuchungen auf der Basis der EVS kurzen Beobachtungsfolge könnte man vermuten, dass auch mehr kurzfristige Reaktionen aufgefangen werden. Die Höhe der Elastizitäten scheint diese Vermutung aber nicht wieder zu spiegeln. Sie liegen in einem Bereich, in den auch die Ergebnisse der anderen Studien fallen. Für die Preiselastizität für das Heizen zeigt sich über die Quartile der Gesamtausgaben ein durchgehender Rückgang.

Pothen und Tovar Reaños (2018)

Die Autoren nutzen für die Schätzung Daten der EVS der Wellen 1993 bis 2013 (mit Abstand von 5 Jahren). Die hier besonders interessierende Reaktion der Brennstoffe für das Heizen wird nur zusammen mit der Elektrizitätsnachfrage ausgewiesen. Danach steigen die Werte für die Elastizitäten über die Höhe der gesamten Konsumausgaben der Haushalte (vgl. Tabelle 9). Dies scheint nicht kompatibel mit dem oben berichteten Ergebnis von Tovar Reaños und Wölfing (2018) für die getrennte Reaktion von Heizung und Strom (vgl. Tabelle 8). Dort gehen beide Elastizitäten über die Gesamtausgaben für Konsum zurück. In beiden Fällen ist die Variation über die Gesamtausgaben nicht unerheblich.

Tabelle 9: Preiselastizitäten nach Quartilen der Gesamtausgaben für Konsum, Pothen und Tovar Reaños (2018)

	0-25	25-50	50-75	75-100
Energy (Heating + Electricity)	-0,476	-0,511	-0,552	-0,673
Transport	-0,582	-0,497	-0,414	-0,344

Quelle: Pothen und Tovar Reaños (2018).

Die Elastizität für die Verkehrsausgaben fällt durchgehend mit der Höhe der Gesamtausgaben für den Konsum.[17]

van der Ploeg et al. (2022)

Die Untersuchung von van der Ploeg et al. (2022) basiert auf Daten der Einkommen- und Verbrauchsstichprobe des Statistischen Bundesamtes für die Jahre 1993 bis 2013.

Tabelle 10: Preiselastizitäten nach Quartilen der Gesamtausgaben für Konsum, van der Ploeg et al. (2022)

	0-25	75-100
Heating	-0.706	-0.609
	(0.007)	(0.008)
Transport	-0.861	-0.841
	(0.004)	(0.004)

Anmerkungen: "Transport" enthält Güter für den privaten Verkehr und die Nutzung von öffentlichem Verkehr; Bootstrap standard errors in Klammern.

Quelle: van der Ploeg (2022, Table A4, A5).

Die Preiselastizitäten weisen van der Ploeg et al. (2022) für das unterste und das oberste Quartil der Verteilung der Gesamtausgaben für den Konsum aus. Mit dem Vorbehalt, dass die Werte für die mittleren Quartile ähnlich ausfallen, zeigen sich für die Elastizität vergleichsweise hohe Werte. Bei der Heizung fällt die Elastizität bei den Haushalten mit hohen Gesamtausgaben um einen Zehntel Punkt niedriger aus als bei den Haushalten mit niedrigen Gesamtausgaben. Bei der Transportnachfrage zeigen sich fast gleiche Werte für das unterste und oberste Quartil der Gesamtausgaben für den Konsum (vgl. Tabelle 10).

3.3.2 International

Vor dem Hintergrund der heterogenen Ergebnisse für Deutschland werden im Folgenden auch einzelne Ergebnisse für andere Länder berichtet. Da nur eher wenige Studien verfügbar sind,

[17] Die Ergebnisse von Pothen und Tovar Reaños (2018) wurden vom SVR (2019) für Verteilungsrechnungen genutzt. Nutzen und mögliche Schwächen der Rechnung wurden aufgezeigt (vgl. SVR, 2019, S.112 ff.).

werden auch einzelne Ergebnisse zur Elektrizitätsnachfrage berichtet.[18] Das Interesse gilt dabei allein dem Verlauf der Höhe der Elastizitäten über das Einkommen bzw. die Gesamtausgaben und nicht der Höhe der Effekte.

Brännlund und Nordström (2004)

Eine frühe Arbeit zur Schätzung von Preiselastizitäten mit einer Unterscheidung nach der Höhe des Einkommens stammt von Brännlund und Nordström (2004). Sie schätzen die Nachfrage nach Heizung in Schweden. Dabei ergeben sich aber nur geringere Änderung mit der Höhe der Einkommen (vgl. Tabelle 11).

Tabelle 11: Preiselastizitäten für die Energienachfrage nach Quartilen des Haushaltsäquivalenzeinkommens / der Gesamtausgaben

Studie	Land	Energieform	Quartile Verteilungsgröße			
			0-25	25-50	50-75	75-100
Braennlund und Nordstroem (2004)	Schweden	Heating	-1,104	-1,122	-1,134	-1,154
Balarama et al. (2020)	Bangladesch	Electricity	-1,102	-0,554	-0,391	-0,992
Moshiri (2020)	Iran	Gasoline	-0,740	-0,760	-0,790	-0,800
Kostakis und Lolos (2022)	Griechenland	Electricity	-0,745	-0,807	-0,860	-0,916

Quelle: Brännlund und Nordström (2004): Eigene Zusammenfassung auf der Basis der Quintilsangaben in Brännlund und Nordström (2004, Table 2), Verteilungsgröße Einkommen; Balarama et al. (2020): Verteilungsgröße Gesamtausgaben; Moshiri (2020): Verteilungsgröße Einkommen,Eigene näherungsweise Umrechnung der Angaben für drei Einkommensgruppen auf Einkommensquartile; Kostakis und Lolos (2022): Zum Vergleich berechnet auf Basis der Angaben für Dezile in Kostakis und Lolos (2022), Verteilungsgröße Gesamtausgaben.

Balarama et al. (2020)

Die Autoren nutzen Paneldaten für städtische Haushalte in Bangladesch zur Schätzung von Preiselastizitäten der Stromnachfrage. Haushalte mit niedrigen Gesamtausgaben reagieren nach den Angaben der Autoren stark, um ihren Konsum an notwendigen Gütern aufrechterhalten zu können. Zudem sind sie eher als die anderen Gruppen bereit, auch Energiequellen zu nutzen, die mit Belastungen der Raumluft verbunden sind. Haushalte mit hohen Einkommen/Gesamtausgaben reagieren dagegen stark, weil sie bereits mit wenigen Einschränkungen bei der Bequemlichkeit in der Nutzung von Elektrogeräten Einschränkungen erzielen können. Deutlich am geringsten reagieren die Haushalte mit mittleren Einkommen.

Moshiri (2020)

Der Autor nutzt einen Haushaltssurvey für Iran mit jährlicher Wiederholung sowie Preisdaten der Zentralbank von Iran, jeweils für die Jahre 2005 bis 2016. Geschätzt wird ein Nachfragesystem, das auch die Benzinnachfrage enthält. Die Preiselastizität nimmt für diese über die

[18] Es werden nur wenige Ergebnisse berichtet. Ein Anspruch auf Vollständigkeit besteht damit in keiner Weise. Die Betrachtung dient lediglich als ergänzende Information zu den Befunden für Deutschland.

Einkommen leicht zu, d.h. Haushalte mit höheren Einkommen reagieren etwas stärker als Haushalte mit niedrigen Einkommen.

Kostakis und Lolos (2022)

Die Autoren nutzen Haushaltsdaten für Griechenland (Pseudo-Panel mit wiederholten Querschnittsdaten). Für die Nachfrage nach Elektrizität ergibt sich ein steigender Verlauf der Eigenpreiselastizitäten über die Höhe der Gesamtausgaben.

3.3.3 Zusammenfassende Diskussion

Zum besseren Vergleich werden die bereits betrachteten Ergebnisse noch einmal getrennt nach den beiden Energie- bzw. Verwendungsformen der Energie gegenübergestellt.

Erdgas/Heizung

Die Ergebnisse für Brennstoffe für den Haushalt/Heizung zeigt Tabelle 12. Nikodinoska und Schröder (2016) weisen für die unkompensierten Eigenpreiselastizitäten nach „other fuels" einen umgekehrt U-förmigen Verlauf auf (vgl. a. Abbildung 1). Die Elastizitäten sind also bei Haushalten mit niedrigen und hohen Einkommen unterdurchschnittlich. Die schwächste Reaktion zeigen die Haushalte mit den höchsten Einkommen, wobei der Unterschied zu jenen mit den niedrigsten Einkommen nicht groß ist.

Tabelle 12: Preiselastizitäten der Nachfrage nach Brennstoffen für den Haushalt nach Quartilen der Einkommen/ der Gesamtausgaben für Konsum

	Aufteilung nach:	Energie	0-25	25-50	50-75	75-100
Nikodinoska und Schröder (2016)	Einkommen	"other fuels"	-0,659	-0,79	-0,776	-0,621
Schulte und Heindl (2017)*	Gesamtausgaben	Heizung	-0,270	-0,397	-0,515	-0,783
Tovar Reaños und Wölfing (2018)	Einkommen	Heizung	-0,563	-0,480	-0,431	-0,361
van der Ploeg et al. (2022)	Gesamtausgaben	Heizung	-0,706	(/)	(/)	-0,609

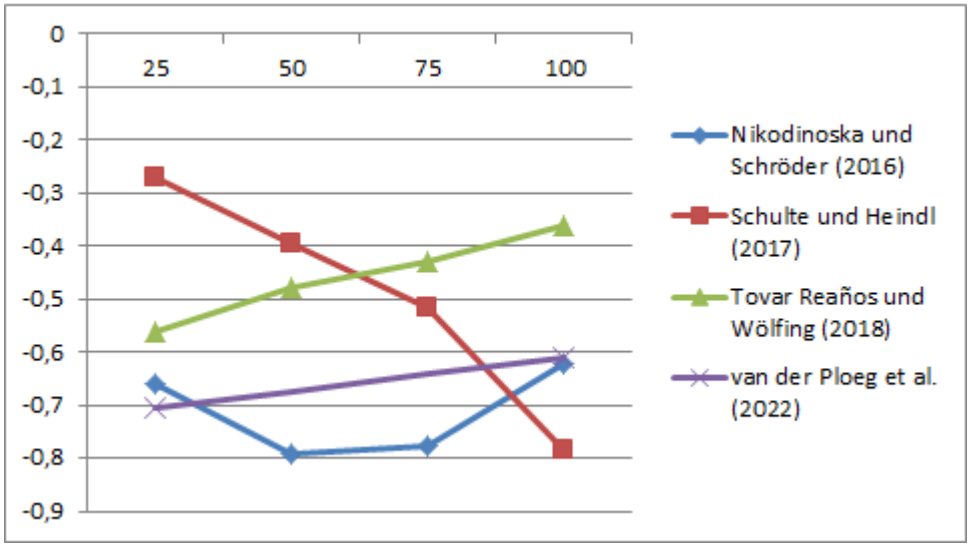
Anmerkungen: „other" fuels: Brennstoffe für Heizung und Warmwasser. *Schulte und Heindl (2017): Eigene Berechnung gewichtetes Mittel der Angaben für Haushaltstypen in Tabelle 7 unter Verwendung der dort unter den Anmerkungen angegebenen Anteile.

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Schulte und Heindl (2017) weisen die Ergebnisse differenziert nach Quartilen der Gesamtausgaben aus. Wegen der positiven Korrelation von Einkommen und gesamten Konsumausgaben wäre davon auszugehen, dass die Gruppen „hohe Einkommen" und „hohe Ausgaben"

weitgehend übereinstimmen. Vergleicht man die Ergebnisse von Nikodinoska und Schröder (2016) und Schulte und Heindl (2017), dann zeigt sich, dass sich die untere Einkommensgruppe bzw. Ausgabengruppe in beiden Studien unelastischer verhält als die mittleren Einkommensgruppen bzw. Ausgabengruppen. Nicht kompatibel ist aber der Befund in den beiden Studien für die höchste Einkommens- bzw. Ausgabengruppe. Diese reagiert einmal am elastischsten von allen Quartilen (Schulte und Heindl, 2017) und einmal am unelastischsten (Nikodinoska und Schröder, 2016) (vgl. Tabelle 12 und Abbildung 1).

Abbildung 1: Preiselastizitäten der Nachfrage nach Brennstoffen für den Haushalt nach Quartilen der Einkommen/ der Gesamtausgaben für Konsum



Anmerkung: Schulte und Heindl (2017): Eigene Berechnung gewichtetes Mittel der Angaben für Haushaltstypen in Tabelle 7 unter Verwendung der dort unter den Anmerkungen angegebenen Anteile. Die Studie von van der Ploeg et al. (2022) enthält keine Werte für die beiden mittleren Quartile. Die Linie für diese Studie verbindet damit direkt die beiden Punkte (mit x markiert) für das unterste und das oberste Quartil.

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Entgegengesetzte Ergebnisse zu Schulte und Heindl (2017) ergeben sich in Tovar Reaños und Wölfing (2018). Danach reagieren Haushalte mit den niedrigen Einkommen am stärksten. Dies scheint auch nicht kompatibel mit dem Befund von Nikodinoska und Schröder (2016) zu sein, nach dem die unterste Einkommensgruppe weniger stark reagiert als die mittleren Gruppen (vgl. Tabelle 12 und Abbildung 1).

Die Untersuchung von van der Ploeg et al. (2022) zeigt eine etwas elastischere Reaktion im untersten Quartil der Gesamtausgaben im Vergleich zum obersten. Dies ist im Grundsatz kompatibel mit den Befunden in Nikodinoska und Schröder (2016) und in Tovar Reaños und Wölfing (2018).

Danach zeigt sich: vergleicht man allein das unterste und oberste Quartil, dann ergibt die Mehrheit der Studien eine höhere Elastizität im untersten Quartil. In der Menge dieser Studien zeigen sich einmal monoton abnehmende Elastizitäten (Tovar Reaños und Wölfing, 2018) und einmal

bei den mittleren Quartilen höhere Elastizitäten als an den Rändern (Nikodinoska und Schröder, 2016). Im letzten Fall (van der Ploeg et al., 2022) steht die Information für die mittleren Quartile nicht zur Verfügung. Auffällig ist aber auch, dass sich die Werte zwischen unterstem und obersten Quartil sowohl in der Studie von Nikodinoska und Schröder (2016) als auch bei van der Ploeg et al. (2022) kaum unterscheiden.

Benzin/Diesel/Verkehr

Die Preiselastizität für Benzin und Diesel ist bei Schulte und Heindl (2017) höher als in Nikodinoska und Schröder (2016). Deutliche Unterschiede zwischen den beiden Studien wurden auch bereits von Schulte und Heindl (2017, S. 517) angesprochen und dabei als mögliche Gründe unterschiedliche Abgrenzungen der Variablen und methodische Unterschiede genannt.[19]

Tabelle 13: Preiselastizitäten der Verkehrsnachfrage (Kraftstoffe, öff. Verkehr) nach Quartilen der Einkommen/ der Gesamtausgaben für Konsum

	Aufteilung nach:	Energie	0-25	25-50	50-75	75-100
Nikodinoska und Schröder (2016)	Einkommen	"car fuels"	-0,064	-0,240	-0,244	-0,404
Schulte und Heindl (2017)*	Gesamtausgaben	Transport	-0,337	-0,468	-0,576	-0,787
Pothen und Tovar Reanos (2018)	Gesamtausgaben	Transport	-0,582	-0,497	-0,414	-0,344
van der Ploeg et al. (2022)	Gesamtausgaben	Transport	-0,861			-0,841

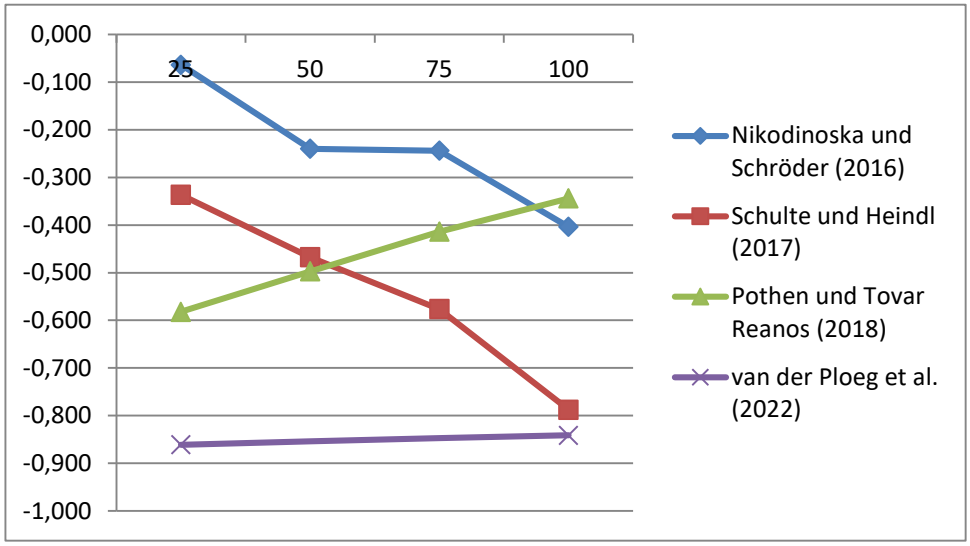
Anmerkungen: *Schulte und Heindl (2017): Eigene Berechnung gewichtetes Mittel der Angaben für Haushaltstypen in Tabelle 7 unter Verwendung der dort unter den Anmerkungen angegebenen Anteile.

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

In beiden Studien (Nikodinoska und Schröder, 2016 sowie Schulte und Heindl, 2017) ergibt sich aber konsistent, dass die Haushalte mit den unteren Einkommen bzw. den niedrigen Ausgaben am unelastischsten auf Preisänderungen reagieren. Die Eigenpreiselastizität nimmt in beiden Studien mit der Höhe des Einkommens (Nikodinoska und Schröder, 2016) bzw. der Ausgaben (Schulte und Heindl, 2017) über die Quartile monoton zu. Im Gegensatz dazu zeigt sich bei Pothen und Tovar Reaños (2018) eine mit der Höhe der Gesamtausgaben fallende Preiselastizität der Nachfrage (vgl. Tabelle 13 und Abbildung 2).

[19] „Nikodinoska and Schröder (2016) classify electricity, car fuels and other fuels as necessity goods, their estimates – especially for expenditure on energy – are somewhat higher than the ones obtained in this study. The predominant form of elasticity curves derived by Nikodinoska and Schröder (2016) over total expenditure is inverted U-shape, whereas we observe a monotonic increase of elasticities. It is, however, not clear to which extent both demand systems comprise the same goods and there are methodological differences. Therefore, the comparability of the results is limited."

Abbildung 2: Preiselastizitäten der Nachfrage nach Kraftstoffen für den Verkehr nach Quartilen der Einkommen/ der Gesamtausgaben für Konsum



Anmerkung: Schulte und Heindl (2017): Eigene Berechnung gewichtetes Mittel der Angaben für Haushaltstypen in Tabelle 7 unter Verwendung der dort unter den Anmerkungen angegebenen Anteile. Die Studie von van der Ploeg et al. (2022) enthält keine Werte für die beiden mittleren Quartile. Die Linie für diese Studie verbindet damit direkt die beiden Punkte (mit x markiert) für das unterste und das oberste Quartil.

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Nicht kompatibel mit den Befunden von Nikodinoska und Schröder (2016) sowie Schulte und Heindl (2017) erscheint auch das Ergebnis von van der Ploeg et al. (2022), nach dem die Haushalte im untersten Quartil der Gesamtausgaben geringfügig elastischer reagieren als das oberste Ausgabenquartil.

4 Vorschläge für Annahmensetzung

Eine Annahmensetzung muss eine Gewichtung der vorliegenden Schätzungen vornehmen. Dafür kommen verschiedene Kriterien wie etwa die Güte der Datengrundlage der Studien, aber auch die „Distanz" zu Deutschland in Betracht. Im Extremfall wären bei starker Gewichtung der „Distanz" nur Studien auf der Basis deutscher Daten einzubeziehen. Leider existieren aber nur wenige Studien auf der Basis deutscher Daten. Bei diesen ist insbesondere die Preisvariation eingeschränkt, sodass es nicht angeraten erscheint, die Annahmensetzung allein auf den Ergebnissen dieser Studien vorzunehmen. Ein weiteres Kriterium kann die Aktualität der Untersuchungen sein. Je weiter diese bzw. die darin genutzte Datenbasis zurück liegen, desto eher könnte sich heutiges Verhalten von dem gemessenen unterscheiden. Tendenziell werden hier also überwiegend „neuere" Studien berücksichtigt. Darüber hinaus erscheint auch eine Gewichtung anhand der „Ähnlichkeit" in den klimatischen Verhältnissen gerade bei Heizung und Strom von Bedeutung.

4.1 Ohne Differenzierung nach Haushaltsgruppen

Die Annahmensetzung unterscheidet sich nach Heizen (Erdgas und/oder Öl) sowie Kraftstoffen (Verkehr). Eine Referenz für die Annahmensetzung können die Annahmen zu langfristigen Elastizitäten in Bach et al. (2019b) bieten. Diese werden für die beiden Bereiche noch einmal in Tabelle 14 angegeben. Sie liegen bei etwa -0,4 bei der Heizung und -0,7 beim Verkehr. Wird bei der ersten Kategorie der aktuelle Anteil der jeweiligen Energieträger verwendet, liegt der Mittelwert (im Betrag) etwas über -0,4.

Tabelle 14: Alternativen für die Annahmensetzung langfristige Elastizitäten Heizung und Verkehr

Sektor	Energieträger	Bach et al. (2019)	Alternative
Haushalte	Erdgas	-0,51	-0,4
	Heizöl	-0,32	
Verkehr	Benzin	-0,7	-0,5
	Diesel	-0,7	

Quelle: Bach et al. (2019b), eigene Annahmensetzung.

4.1.1 Heizen (Erdgas und/oder Öl)

Die langfristigen Elastizitäten liegen bei den Studien auf der Basis von Makrodaten, die Deutschland (mit-) erfassen, für Deutschland deutlich unter null, bleiben aber auch über -0,25 (vgl. Tabelle 4 sowie Tabelle 15). Studien auf der Basis von Makrodaten für andere Länder oder Ländergruppen weisen betragsmäßig zum Teil deutlich höhere Werte auf (vgl. Tabelle 5 sowie Tabelle 15).

Tabelle 15: Übersicht Primärstudien langfristige Elastizitäten „Erdgas/Öl/Heizung“

	Energieträger / Anwendungsfall	von	bis	Mittel	Region	Zeitraum
Makro						
Liu (2004)	Heizöl	-0,32		-0,32	Weltweit	1978-1999
Bernstein and Griffin (2005)	Erdgas	-0,36		-0,36	USA	1977-2004
Asche et al. (2008)	Erdgas, shrinkage Schätzer	-0,174		-0,174	D	1978-2002
Asche et al. (2008)	Erdgas, shrinkage Schätzer, FE Schätzer	-0,099	-1,54	(-0,8)	Länder-auswahl	1978-2002
Joutz (2008)	Erdgas	-0,18		-0,18	USA	1996-2006
Madlener et al. (2011, S. 45, 44)	Erdgas	-0,233		-0,233	D	1980-2008
Salari und Javid (2016)	Gas	-1,09	-1,169	-1,130	USA, 48 States	2005-2013
Mikro						
Rehdanz (2007)	Erdgas	-0,44	-0,63	-0,535	D	1998, 2003
Meier und Rehdanz (2010)	Heizung: Erdgas	-0,34	-0,56	-0,45	UK	1991-2005
	Heizung: Erdöl	-0,4	-0,49	-0,445		
Beznoska (2014)	Heating	-0,78		-0,78	D	1993, +5, 2008
Nikodinoska und Schröder (2016)	"other fuels" (Heizung, Warmwasser)	-0,559		-0,559	D	1993, +5, 2008
Schulte und Heindl (2017)	Heizung	–0,500		-0,5	D	1993, +5, 2008
Auffhammer and Rubin (2018)	Erdgas	-0,07	-0,35	-0,21	California	2010-2014
Tovar Reaños und Wölfing (2018)	Heizung	-0,46		-0,46	D	2002-2012, o. 08
van der Ploeg et al. (2022)	Heating	-0,609	-0,706	-0,6575	D	1993, +5, 2013

Anmerkungen: : Asche et al. (2008): Fall „Länderauswahl“: Der betragsmäßig kleinere Wert gilt jeweils für den „shrinkage estimator“, der zweite Wert für den FE (Fixed Effects) estimator; Auffhammer und Rubin (2018, S. .28): „fairly medium-run elasticities“, Wert Tovar Reaños und Wölfing (2018) eigene Berechnungen aus den dortigen Angaben für 4 Ausgabenquartile. van der Ploeg et al. (2022): unterer Wert gilt für das oberste und oberer Wert für das unterste Quartil. „1993, +5, 2008“: ab 1993 alle fünf Jahre bis einschließlich 2008.

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Die auf Mikrodaten basierenden Studien zeigen deutlich höhere Werte. Sie reichen von etwa -0,2 bis hinauf auf -0,8. Die von Bach et al. (2019b) verwendete Elastizität von etwa -0,4 (-0,51 Erdgas, -0,32 Heizöl, vgl. Tabelle 1) erscheint als Annahme für eine mittlere Elastizität für die gemeinsame Nachfrage nach Erdgas und Heizöl gut vertretbar, auch wenn die Ergebnisse für Mikrodaten für Deutschland in der Regel etwas höher liegen. Sinnvolle Szenarien könnten von einem unteren Wert von -0,3 und einem oberen Wert von -0,5 ausgehen.

4.1.2 Kraftstoffe (Verkehr)

Als Annahme für die langfristige Preiselastizität nach Kraftstoffen für Fahrzeuge wurde von Bach et al. (2019b) ein Wert von -0,7 gewählt. Nach den Ergebnissen der Mehrheit auch jüngerer Studien erscheint nun ein etwas niedrigerer Wert angemessen zu sein (vgl. Tabelle 16). Insbesondere liegen die Ergebnisse der überwiegenden Zahl der Ergebnisse auf der Basis von Makrodaten deutlich unter diesem Wert.

Tabelle 16: Übersicht Primärstudien langfristige Elastizitäten „Verkehr“

		Energieträger/Anwendungsfall	von	bis	Mittel	Region	Zeitraum
Makro							
	Polemis (2006)	Benzin	-0,38		-0,38	Griechenland	1978-2011
		Diesel	-0,44		-0,44		
	Wadu et al. (2009)	Benzin	-0,2	-0,35	-0,275	USA	1984-2003
	Wadu et al. (2010)	Benzin	-0,47		-0,47	USA	1997-2002
	Pock (2010)	Benzin	-0,31	-0,4	-0,355	Europa	1990-2004
	Liddle (2012)	Benzin	-0,43		-0,43	Weltweit	1978-2005
	Lin und Prince (2013)	Benzin	-0,24		-0,24	USA	1990-2012
	Baranzini und Weber (2013)	Benzin	-0,34		-0,34	Schweiz	1970-2008
	Burke und Nishitateno (2013)	Benzin	-0,2	-0,5	-0,35	Weltweit	1995-2008
	Ramli und Graham (2014)	Diesel	-0,21	-0,3	-0,21	UK	1980-2009
	Zeleke (2016)	Benzin, alle Länder	-0,73		-0,73	Europa	1978-2013
		Diesel, alle Länder	-0,5		-0,5		
		Benzin, D	*-1,165*		*-1,165*		
		Diesel, D	*-0,27*		-0,27		
	Odeck und Johansen (2016)	Fuel (dynamic mode	-0,362		-0,362	Norwegen	1980-2011
Mikro							
	Beznoska (2014)	Mobility	-0,56		-0,56	D	
	Nikodinoska und Schröder (2016)	Benzin und Diesel	-0,08		-0,08	D	1993, +5, 2008
	Schulte und Heindl (2017)	Verkehr (fuel)	-0,57		-0,57	D	1993, +5, 2008
	Hössinger et al. (2017)	Verkehr: Benzin und Diesel	-0,25	-0,32	-0,285	Österreich	
	Frondel und Vance (2018)	Fuel (km-Leistung)	-0,39		-0,39	D	1997-2015
	van der Ploeg et al. (2022)	Transport	-0,841	-0,861	-0,851	D	1993, +5, 2013

Anmerkungen: Werte Zeleke (2016) für Deutschland insignifikant; van der Ploeg et al. (2022): unterer Wert gilt für das oberste und oberer Wert für das unterste Quartil der Konsumausgaben,)“. Frondel und Vance (2018): Die Elastizität bezieht sich auf die gefahrenen Kilometer. Die Reaktion der Benzinnachfrage (in Litern) könnte höher ausfallen. „1993, +5, 2008“: ab 1993 alle fünf Jahre bis einschließlich 2008.

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Bei den Schätzungen auf der Basis von Mikrodaten (für Deutschland) werden mit Ausnahme der Arbeit von von der Ploeg et al. (2020) (betragsmäßig) maximale Werte von knapp -0,6 erreicht (vgl. Tabelle 16). Die Untersuchung von van der Ploeg et al. (2022) zeigt zwar höhere Werte, diese gelten aber nur für das unterste und das oberste Quartil der Gesamtausgaben. Vor diesem Hintergrund erscheint ein Wert -0,5 als ein „mittlerer“ Wert für die Elastizität vertretbar. Für

ein unteres und ein oberes Szenario erscheint ein Abschlag bzw. Zuschlag von jeweils einem Zehntelpunkt angemessen.

4.2 Mit Differenzierung nach Haushaltsgruppen

Die Ergebnisse zur Entwicklung der Elastizitäten über die Höhe der Einkommen bzw. die Höhe der Gesamtausgaben wurden oben in Abschnitt 3.3 dargestellt und diskutiert. Die Ergebnisse sind heterogen und gleichen sich auch nicht immer in der Richtung der Entwicklung. Ein Grund könnten Unterschiede in den verwendeten Daten und der Abgrenzung der Güter sein. Wahrscheinlich sind die Unterschiede aber vor allem darauf zurückzuführen, dass arme Haushalte ihren Konsum eher anpassen müssen als reiche Haushalte, aber weniger leicht energieeffizientere Heizungsanlagen und Fahrzeuge erwerben können. Je nach dem, was im konkreten Fall bedeutender ist, ergibt sich einmal ein steigender und einmal ein fallender Verlauf. Möglich sind natürlich auch nichtlineare Verläufe, wenn sich die mittleren Einkommensgruppen anders verhalten als einkommensarme oder Haushalte mit hohen Einkommen. Besonderheiten, wie etwa die Übernahme der Heizkosten in der Grundsicherung, können darüber hinaus das Ergebnis bei den unteren Einkommen beeinflussen. Angesichts der Heterogenität wird hier lediglich eine Differenzierung zwischen unterstem und obersten Quartil angestrebt. Für die beiden mittleren Quartile scheint es angemessen, die bereits oben behandelten mittleren Elastizitäten einzusetzen.

Bei der Preiselastizität für Heizung ist die Elastizität bei der Mehrheit der Studien im untersten Dezil größer als im obersten Dezil (s. Abschnitt 3.3.3). Allerdings sind die Unterschiede bei zweien dieser Studien (Nikodinoska und Schröder, 2016, sowie van der Ploeg et al., 2022) sehr gering, sodass man näherungsweise auch von Gleichheit ausgehen kann. Der Unterschied ist für den Fall einer mit der Höhe der Einkommen (Gesamtausgaben) abnehmenden Elastizität nur in der Studie von Tovar Reaños und Wölfing (2018) deutlich. Dem steht wiederum gegenüber, dass sich in der Studie von Schulte und Heindl (2017) ein mit dem Einkommen deutlich zunehmender Verlauf der Elastizitäten zeigt. Daher erscheint bei einer Annahmensetzung, die allein die Verhältnisse der Vergangenheit berücksichtigt, allenfalls eine moderate Abweichung vom Mittelwert angemessen zu sein, die bei Simulationsrechnungen kaum ins Gewicht gefallen dürfte. Daher wird hier auf einen konkreten Vorschlag verzichtet (vgl. Tabelle 17).

Tabelle 17: Annahmensetzung Preiselastizitäten mit Werten für das unterste und oberste Quartil der Gesamtausgaben

		Szenarien					
Heizung	Gesamt	mittel		niedrig		hoch	
		-0,4		-0,3		-0,5	
Verkehr	Gesamt	mittel		niedrig		hoch	
		-0,5		-0,4		-0,6	
	Quartile	erstes	viertes	erstes	viertes	erstes	viertes
		-0,4	**-0,6**	-0,32	-0,48	-0,48	-0,72

Anmerkungen: Szenarien: Varianten für unterschiedliche Höhe der durchschnittlichen Preiselastizität der Nachfrage nach Brennstoffen/Kraftstoffen für Heizung und Verkehr.

Quelle: Eigene Setzung.

Nimmt man künftige Entwicklungen in den Blick, dürfte die Einschätzung möglicher Ersparnisse durch energieeffizientere Heizungstechnologien als Einflussfaktor der Nachfragereaktion entscheidend sein. Je bedeutender diese sind und je größer der Finanzbedarf dafür ist, desto höher sollte die Elastizität bei den Haushalten mit hohen Einkommen im Vergleich zu jenen mit niedrigen Einkommen sein.[20] Je günstiger diese Technologien im Zeitablauf werden, desto eher wäre auch wieder mit einer von der Einkommenshöhe unabhängigen Nachfragereaktion bei den Heizungen zu rechnen.

Auch bei den Elastizitäten für die Kraftstoffe für den Verkehr sind die Ergebnisse der Studien uneinheitlich. Zwei der Studien zeigen einen deutlichen Anstieg der Elastizitäten über die Höhe der Einkommen/der Gesamtausgaben. In einem Fall ergeben sich geringe Unterschiede und in einem weiteren Fall über die Gesamtausgaben zurückgehende Elastizitäten. Bei einer mittleren Elastizität von -0,5 erscheinen Werte von -0,4 für das unterste und -0,6 für das oberste Quartil vertretbar. Diese Werte werden in Tabelle 17 angenommen. Geht man davon aus, dass technische Neuerungen zu energieeffizienteren Fahrzeugen führen, könnte die obere Elastizität zumindest für eine Übergangszeit auch höher angenommen werden, wenn man davon ausgeht, dass sich zunächst vor allem die Haushalte mit den hohen Einkommen Elektrofahrzeuge leisten können.

[20] Känzig (2023) geht für die USA von einer vergleichsweise unelastischen Nachfrage von Haushalten mit niedrigen Einkommen aus. Grund sind finanzielle Beschränkungen. „Low-income households are more affected in two ways. First, they face a larger and more significant increase in their energy bill. This is consistent with the fact that these households have a higher energy share to start with and their energy demand is particularly inelastic, for instance because of financial constraints.“ (Känzig, 2023, S. 27).

5 Zusammenfassende Diskussion

Veränderungen der Preise für Energie wirken sich in vielfältiger Weise auf Haushalte aus. Dies gilt sowohl für „marktinduzierte“ als auch für „politikinduzierte Preisänderungen. Von besonderem Interesse sind die Mengenreaktionen insbesondere bei dem von der Preisänderungen direkt betroffenen Gut. Sind diese Mengenreaktionen bekannt, können in der Folge auch die (direkten) Ausgabenänderungen und damit die Einkommensänderungen der Haushalte in Simulationsrechnungen („mit Anpassungsreaktionen“) bestimmt werden. In solchen Rechnungen wird die Stärke der Reaktion als „Preiselastizität“ angenommen. Meist wird die Höhe vor dem Hintergrund empirischer Schätzungen der Preiselastizitäten für die interessierenden Güter gesetzt.

Hier wurde eine Übersicht der Schätzergebnisse zu Eigenpreiselastizitäten der Energienachfrage von Bach et al. (2019b) um weitere, insbesondere neuere Ergebnisse zu den längerfristigen durchschnittlichen Nachfragereaktionen bei Brennstoffen für die Heizung und Kraftstoffen für den Verkehr der Haushalte ergänzt. Darüber hinaus wurden Übersichten zu den Schätzergebnissen für Eigenpreiselastizitäten erstellt, die nach der Höhe der Einkommen bzw. der Gesamtausgaben der Haushalte (meist unterteilt in Quartile) differenzieren. Die genannten Übersichten wurden für Vorschläge zu einer Annahmensetzung von Langfristelastizitäten in Simulationsrechnungen genutzt, die mit dem Ziel erfolgen, die Be- und Entlastungswirkungen von Preisänderungen für die Gesamtheit der Bevölkerung, aber auch für unterschiedliche Bevölkerungsgruppen, insbesondere für Haushalte mit unterschiedlichen Einkommen, abzuschätzen.

Die Literaturergebnisse weisen bei den hier betrachteten Energieformen ein breites Spektrum für die interessierenden Preiselastizitäten auf. Dies gilt sowohl für Schätzungen für Deutschland bzw. unter Einbeziehung von Daten für Deutschland als auch für die betrachteten Ergebnisse für andere Länder sowie Studien mit internationalen Daten. Tendenziell zeigten sich bei Schätzungen auf der Basis von Makrodaten kleinere Werte als bei den Studien auf der Basis von Mikrodaten. Vor diesem Hintergrund wurde für die Brennstoffe für die Heizung eine mittlere Eigenpreiselastizität von etwa -0,4 und für die Kraftstoffe für den Verkehr von -0,5 als angemessen angesehen. Untere und obere Szenarien könnten hiervon einen Abschlag bzw. Zuschlag von einem Zehntel Prozentpunkt vorsehen.

Eine erhebliche Heterogenität der Ergebnisse wurde auch bei den Studien festgestellt, die bei den Schätzungen nach der Höhe der Einkommen bzw. der Gesamtausgaben differenzieren. Dies gilt nicht allein für die Höhe der Elastizität, sondern teilweise auch für die Richtung des Zusammenhangs zwischen der Höhe der Elastizität und der Höhe der Einkommen bzw. der Gesamtausgaben der Haushalte. Bei der Preiselastizität der Nachfrage nach Brennstoffen für die Heizung zeigten sich meist geringe (sowie z.T. in der Richtung gegensätzliche) Unterschiede in den Ergebnissen für das unterste und das oberste Einkommensquartil, sodass es für diese Güter angemessen erscheint, für alle Einkommensgruppen den mittleren Wert der Elastizität in

Simulationsrechnungen zu verwenden. Für die Nachfrage nach Kraftstoffen für den Verkehr wird dagegen von einer elastischeren Nachfragereaktion bei hohen Einkommen ausgegangen.

Die hier vorgeschlagenen Elastizitäten bewegen sich, soweit dies bei der jeweiligen Güterabgrenzung beurteilen lässt, in einer ähnlichen Größenordnung, wie jene in den Annahmen von Bach et al. (2019) und des Sachverständigenrates (2019). Tendenziell wurden sie hier lediglich etwas niedriger gewählt. Im Unterschied zum SVR (2019) wurde hier von einer mit dem Einkommen zunehmenden Elastizität der Kraftstoffnachfrage ausgegangen, während sie dort mit dem Einkommen zurückgeht.[21]

Bei der Verwendung der Elastizitäten bzw. bei der Bewertung der Ergebnisse von Simulationsrechnungen, die mit Hilfe der Elastizitäten erstellt werden, sollten neben der bereits erwähnten Bandbreite der Ergebnisse mehrere kritische Aspekte berücksichtigt werden. Dies betrifft zunächst den Umstand, dass es sich bei den Schätzergebnissen regelmäßig um Punktelastizitäten handelt. Meist liegt den Schätzungen eine eher begrenzte Preisvariation zugrunde. Werden diese auf starke Preisänderungen angewendet, wie sie etwa aufgrund der CO2-Bepreisung für Deutschland erwartet werden, wird implizit angenommen, dass die Verhaltensreaktionen proportional zur Erhöhung erfolgen. Tatsächlich könnten bei hohen Preisänderungen aber auch stärkere Verhaltensänderungen eintreten. Der zweite wesentliche Aspekt betrifft die Tatsache, dass die Schätzungen notwendigerweise auf Daten der Vergangenheit beruhen. Für die Zukunft könnten insbesondere andere Substitutionsmöglichkeiten (u.a. Wärmepumpen, Elektroautos) zur Verfügung stehen, die bei Preisänderungen zu deutlich stärkeren Nachfragereaktionen führen könnten. Zudem sei darauf hingewiesen, dass hier keine Kreuzpreiseffekte betrachtet wurden. Sollen die gesamten Einkommenswirkungen von Preisänderungen betrachtet werden, müssten diese mitberücksichtigt bzw. abgeschätzt werden.[22]

[21] Die Preiselastizität für Brennstoffe für die Heizung wird in SVR (2019) nicht getrennt betrachtet. Angegeben wird die gemeinsame Elastizität für Heizung und Strom. Diese nimmt mit dem Einkommen zu. Hier wurde für die Heizung eine einheitliche Elastizität für alle Einkommen vorgeschlagen.

[22] Für eine Simulationsstudie, die alle Eigen- und Kreuzpreiseffekte auf der Basis einer eigenen Schätzung der Elastizitäten einbezieht, sei auf van der Ploeg et al. (2022) hingewiesen.

Literaturverzeichnis

Alberini, Anna, Will Gans, Daniel Velez-Lopez (2011): Residential consumption of gas and electricity in the U.S.: The role of prices and income, Energy Economics, 33, 870-881.

Alberini, Anna, Olha Khymych, Milan Ščasný (2019): Estimating Energy Price Elasticities When Salience is High: Residential Natural Gas Demand In Ukraine. IES FSV. Charles University, https://www.econstor.eu/bitstream/10419/203227/1/1666494747.pdf.

Asche, Frank, Odd Bjarte Nilsen and Ragnar Tveterds (2008): Natural Gas Demand in the European Household Sector, The Energy Journal, 29, 3, 27-46.

Auffhammer, Maximilian and Edward Rubin (2018): Natural gas price elasticities and optimal cost recovery under consumer heterogeneity: Evidence from 300 million natural gas bills. NBER Working Paper No. W24295. National Bureau of Economic Research.

Bach, Stefan, Niklas Isaak, Claudia Kemfert, Uwe Kunert, Wolf-Peter Schill, Nicole Wägner, Aleksandar Zaklan (2019a): Für eine sozialverträgliche CO_2-Bepreisung, DIW Politikberatung Kompakt 138, DIW-Berlin.

Bach, Stefan, Niklas Isaak, Claudia Kemfert, Uwe Kunert, Wolf-Peter Schill, Sophie Schmalz, Nicole Wägner, Aleksandar Zaklan (2019b): CO2-Bepreisung im Wärme- und Verkehrssektor: Diskussion von Wirkungen und alternativen Entlastungsoptionen, DIW Politikberatung Kompakt 140, DIW-Berlin.

Balarama, Hemawathy, Asad Islama, Jun Sung Kimb, Liang ChoonWang (2020):Price elasticities of residential electricity demand: Estimates from household panel data in Bangladesh, Energy Economics, 92, 1-15.

Baranzini, Andre and Sylvain Weber (2013): Elasticities of Gasoline Demand in Switzerland, Energy Policy, 63, 674–680.

Bergs, Christian, Gregor Glasmacher, Michael Thöne (2007): Auswirkungen stark steigender Preise für Öl und Gas auf Verbraucherinnen und Verbraucher in NRW, Studie im Auftrag der Enquêtekommission zu den Auswirkungen längerfristig stark steigender Preise von Öl- und Gasimporten auf die Wirtschaft und die Verbraucherinnen und Verbraucher in Nordrhein-Westfalen des Landtags Nordrhein-Westfalen, Finanzwissenschaftliches Forschungsinstitut an der Universität zu Köln, Köln.

Berkhout, Peter H.G., Ada Ferrer-i-Carbonell, Jos C. Muskens (2004): The Ex Post Impact of an Energy Tax on Household Energy Demand, Energy Economics, 26, 3, 297–317.

Bernstein, Mark A. and James Griffin (2005): Regional Differences in the Price-Elasticity of Demand For Energy, RAND Corporation, Technical Reports, TR-292-NREL. https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/technical_reports/2005/RAND_TR292.pdf.

Beznoska, Martin (2014): Estimating a Consumer Demand System of Energy, Mobility and Leisure, A Microdata Approach for Germany, DIW DP 1374, Berlin.

Brännlund, Runar und Jonas Nordström (2004): Carbon tax simulations usinga household demand model, European Economic Review, 48, 211 – 233.

Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (BMWA) (2005): Energiedaten—Nationale und International Entwicklung, Stand 22.2.2005, Berlin.

BMWT (2011): 2. Nationaler Energieeffizienz-Aktionsplan (NEEAP) der Bundesrepublik Deutschland, Methodisches Begleitdokument, Hrsg: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie. http://www.buildup.eu/sites/default/files/content/DE%20-%20Energy%20Efficiency%20Action%20Plan%20Technical%20DE.pdf.

Burke, Paul J. and Shuhei Nishitateno (2013): Gasoline Prices, Gasoline Consumption, and New-Vehicle Fuel Economy: Evidence for a Large Sample of Countries, Energy Economics, 36, 363–370.

Castellón, César E., Carlos E. Carpio and Tullaya Boonsaeng (2012): Demand System Estimation in the Absence of Price Data: an Application of Stone-Lewbel Price Indices, Selected Paper prepared for presentation at the Agricultural & Applied Economics Association's 2012 AAEA Annual Meeting, Seattle, Washington, August 12-14, 2012.

FÖS (Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft) (2018): Einstieg in eine Reform der Energiewendefinanzierung - Künftige Finanzierung der Energieversorgung durch erneuerbare Energien. Berlin

Frondel, Manuel and Colin Vance (2014): More Pain at the Diesel Pump? An Econometric Comparison of Diesel and Petrol Price Elasticities, Journal of Transport Economics and Policy, 48, 3, 449-463.

Frondel, Manuel and Colin Vance (2018): Drivers' Response to Fuel Taxes and Efficiency Standards: Evidence from Germany, Transportation, 45, 3, 989-1001.

Hössinger, Reinhard, Christoph Link, Axel Sonntag, Juliane Stark (2017): Estimating the price elasticity of fuel demand with stated preferences derived from a situational approach, Transportation Research Part A, Policy and Practice, 103, September 2017, 154-171.

IVT/ProgTrans/STASA (2004): Analyse von Änderungen des Mobilitätsverhaltens - insbesondere der Pkw-Fahrleistung- als Reaktion auf geänderte Kraftstoffpreise. Institut für angewandte Verkehrs- und Tourismusleistung e.V., Heilbronn, ProgTrans AG, Basel und Steinbeis-Transferzentrum Angewandte Systemanalyse, Stuttgart (Heinz Hautzinger, Karin Mayer, Maja Helms, Christine Kern, Marc Wiesenhütter), im Auftrag des Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Bonn.

Joutz, Fredrick, Robert Trost, David Shin, Bruce McDowell (2009): Estimating Regional Short-run and Long-run Price Elasticities of Residential Natural Gas Demand in the U.S., USAEE WP 09-021, www.usaee.org.

Känzig, Diego R. (2023): The unequal economic consequences of carbon pricing, NBER WP 31221.

Kalkuhl, Matthias, Christian Flachsland, Brigitte Knopf, Maximilian Amberg, Tobias Bergmann, Maximilian Kellner, Sophia Stüber, Luke Haywood, Christina Roolfs, Ottmar Edenhofer (2022): Auswirkungen der Energiepreiskrise auf Haushalte in Deutschland, Sozialpolitische Herausforderungen und Handlungsoptionen, Mercator Research Institute on Global Commons and Climate Change (MCC) gGmbH, Berlin.

Kayser, Hilke A. (2000): Gasoline Demand and Car Choice: Estimating Gasoline Demand Using Household Information, Energy Economics, 22, 3, 331–348.

Kloas, Jutta, Hartmut Kuhfeld und Uwe Kunert (2004): Straßenverkehr: Eher Ausweichreaktionen auf hohe Kraftstoffpreise als Verringerung der Fahrleistungen, DIW-Wochenbericht, 41, 602-612.

Kostakis, Ioannis and Sarantis Lolos (2022): Residential demand for electricity: empirical evidence from Greece using pseudo-panels, Energy, Ecology and Environment, 7, 1, 51–69.

Liddle, Brantley (2012): The Systemic, long-run relation among Gasoline Demand, Gasoline Price, Income, and Vehicle Ownership in OECD Countries: Evidence from Panel Cointegration and Causality Modeling, Transportation Research Part D: Transport and Environment, 17, 4, 327–331.

Lin, C.-Y. Cynthia and Lea Prince (2013): Gasoline Price Volatility and the Elasticity of Demand for Gasoline, Energy Economics, 38, 111–117.

Liu, Gang (2004): Estimating Energy Demand Elasticities for OECD Countries, A Dynamic Panel Data Approach, Research Department Statistics Norway, Discussion Papers, 373, Oslo, https://www.econstor.eu/bitstream/10419/192355/1/dp373.pdf.

Liu, Weiwei (2015): Gasoline Taxes or Efficiency Standards? A Heterogeneous Household Demand Analysis, Energy Policy, 80, 54–64.

Madlener, Reinhard, Ronald Bernstein and Miguel Ángel Alva González (2011): Econometric Estimation of Energy Demand Elasticities, RWTH Aachen University, E.ON Energy Research Center Series, 3, 8, Aachen, https://www.eonerc.rwth-aachen.de/global/show_document.asp?id=aaaaaaaaaaimyhh&download=1.

Meier, Helena and Katrin Rehdanz (2010): Determinants of Residential Space Heating Expenditures in Great Britain, Energy Economics, 32, 5, 949–959.

Moshiri, Saeed (2020): Consumer responses to gasoline price and non-price policies, Energy Policy, 137, Article 111078.

Nikodinoska, Dragana and Carsten Schröder (2016): On the emissions–inequality and emissions–welfare trade-offs in energy taxation: Evidence on the German car fuels tax, Resource and Energy Economics, 44, 206-233.

Odeck, James and Kjell Johansen (2016): Elasticities of fuel and traffic demand and the direct rebound effects: An econometric estimation in the case of Norway, Transportation Research Part A: Policy and Practice, 83, 1–13.

Pock, Markus (2010): Gasoline Demand in Europe: New Insights, Energy Economics, 32, 1, 54–62.

Polemis, Michael L. (2006): Empirical Assessment of the Determinants of Road Energy Demand in Greece, Energy Economics, 28, 3, 385–403.

Pothen, Frank, Tovar Reaños, Miguel Angel (2018): The distribution of material footprints in Germany, Ecological Economics, 153, 237–251.

Ramli, Ahmad Razi and Daniel J. Graham (2014): The Demand for Road Transport Diesel Fuel in the UK: Empirical Evidence from Static and Dynamic Cointegration Techniques, Transportation Research Part D: Transport and Environment, 26, 60–66.

Rehdanz, Katrin (2007): Determinants of residential space heating expenditures in Germany, Energy Economics, 29, 167-182.

Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (SVR) (2019): Aufbruch zu einer neuen Klimapolitik, Sondergutachten, Wiesbaden, https://www.sachverstaendigenrat-wirtschaft.de/sondergutachten-2019.html.

Salari, Mahmoud and Roxana J. Javid (2016): Residential energy demand in the United States: Analysis using static and dynamic approaches, Energy Policy, 98, 637-649.

Schulte, Isabella und Peter Heindl (2017): Price and income elasticities of residential energy demand in Germany, Energy Policy, 102, 512-528.

Tovar Reaños, Miguel A. and Nikolas M. Wölfing (2018): Household energy prices and inequality: Evidence from German microdata based on the EASI demand system, Energy Economics, 70, 84-97.

van der Ploeg, Frederick, Armon Rezai, Miguel Tovar (2022): Gathering support for green tax reform: Evidence from German household surveys, European Economic Review, 141, Article 103966.

Wadud, Zia, Daniel J. Graham, Robert B. Noland (2009): Modelling Fuel Demand for Different Socio-Economic Groups, Applied Energy, 86, 12, 2740–2749.

Wadud, Zia, Daniel J. Graham, Robert B. Noland (2010): Gasoline Demand with Heterogeneity in Household Responses, The Energy Journal, 31, 1, 47–74.

Zeleke, Abeneze (2016): Gasoline and Diesel Demand Elasticities: A Consistent Estimate across the EU-28. Department of Economics, Swedish University of Agricultural Sciences, Working Paper, 11/2016. https://pub.epsilon.slu.se/13860/1/zeleke_a_161205.pdf.