

Auswirkungen der Sektorkopplung im Wärmebereich auf die Energiekosten von privaten Verbraucherinnen und Verbrauchern

Studie im Auftrag des Verbraucherzentrale
Bundesverband e.V.

Freiburg/Berlin,
25.06.2019

Autorinnen und Autoren

Dr. Veit Bürger
Dr. Sibylle Braungardt
Dr. Johanna Cludius
Öko-Institut e.V.

Unter Mitarbeit von Victoria Liste

Geschäftsstelle Freiburg

Postfach 17 71
79017 Freiburg

Hausadresse

Merzhauser Straße 173
79100 Freiburg
Telefon +49 761 45295-0

Büro Berlin

Schicklerstraße 5-7
10179 Berlin
Telefon +49 30 405085-0

Büro Darmstadt

Rheinstraße 95
64295 Darmstadt
Telefon +49 6151 8191-0

info@oeko.de
www.oeko.de

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit werden in diesem Bericht Begriffe wie „Bürger“ oder „Verbraucher“ etc. in der maskulinen Schreibweise verwendet. Grundsätzlich beziehen sich diese Begriffe aber auf beide Geschlechter. Wir wollen so den Lesefluss erleichtern und bitten um Verständnis für diese Verkürzung.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	4
Tabellenverzeichnis	4
Zusammenfassung	5
1. Hintergrund und Zielsetzung	9
2. Auswahl und Charakterisierung von Typhaushalten	9
2.1. Methodisches Vorgehen	9
2.2. Auswahl der Typhaushalte	10
2.3. Charakterisierung der Typhaushalte	12
2.3.1. Soziale Stellung und Einkommen	12
2.3.2. Wohnsituation	14
2.3.3. Wärmeenergieverbrauch und -ausgaben	16
3. Entwicklung des Energieverbrauchs und der Energiekosten der Typhaushalte	19
3.1. Entwicklung des Energieverbrauchs und des Endenergieträgermixes	19
3.2. Entwicklung der Energiepreise (Energiepreisprojektion)	23
3.3. Entwicklung der Energiekosten	26
3.3.1. Auswirkungen auf die jährlichen Energiekosten	26
3.3.2. Auswirkungen auf die jährlichen Wärmekosten einschließlich Technologiekosten	28
3.3.3. Auswirkungen auf die Kosten bei Nutzung von eigenerzeugtem Solarstrom	30
4. Schlussfolgerungen	31
Literaturverzeichnis	33

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1:	Anzahl an Typhaushalten	11
Abbildung 2-2:	Anteile der sozialen Stellung nach Typhaushalt	13
Abbildung 2-3:	Einkommen nach Typhaushalt	13
Abbildung 2-4:	Wohnfläche nach Typhaushalt	15
Abbildung 2-5:	Wohnverhältnisse nach Typhaushalt	15
Abbildung 2-6:	Gebäudeart nach Typhaushalt	16
Abbildung 2-7:	Endenergieverbrauch und -ausgaben für Raumwärme nach Typhaushalt	17
Abbildung 2-8:	Energieverbrauch und -ausgaben für Warmwasser nach Typhaushalt	18
Abbildung 2-9:	Energieverbrauch von Heizung und Warmwasser pro m ² Wohnfläche nach Typhaushalten	19
Abbildung 3-1:	Endenergeträgermix 2030 für Raumwärme- und Warmwasser (absolute Verbrauchswerte)	22
Abbildung 3-2:	Endenergeträgermix 2030 für Raumwärme- und Warmwasser (spezifische Verbrauchswerte)	23
Abbildung 3-3:	Preiskomponenten für Energieträger zur Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser im Jahr 2017	24
Abbildung 3-4:	Energiepreisprojektionen 2030 und Vergleich mit Preisen im Jahr 2017 (Preisbasis 2017)	25
Abbildung 3-5:	Jährliche Energiekosten für Raumwärme und Warmwasser 2017 und 2030 (Energiepreisprojektion 1)	27
Abbildung 3-6:	Jährliche Energiekosten für Raumwärme und Warmwasser 2017 und 2030 (Energiepreisprojektion 2)	27
Abbildung 3-7:	Jährliche Wärmegesamtkosten 2017 und 2030 (Energiepreisprojektion 1)	29
Abbildung 3-8:	Jährliche Wärmegesamtkosten 2017 und 2030 (Energiepreisprojektion 2)	29
Abbildung 3-9:	Energiekosten für Raumwärme und Warmwasser mit und ohne PV Eigenerzeugung für den Typhaushalt „Paar ohne Kinder, hohes Einkommen“, 2017 und 2030	31

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1:	Einsatz von Wärmepumpen in den beiden Varianten „Elektrifizierung hoch/niedrig“	21
--------------	---	----

Zusammenfassung

Das Erreichen der Klimaschutzziele erfordert eine weitgehende Dekarbonisierung des Gebäudesektors. Bei den Wohngebäuden betrifft dies insbesondere den Raumwärmebedarf und die Warmwasserversorgung. Die meisten Klimaschutzszenarien für den Gebäudesektor gehen davon aus, dass die Dekarbonisierung nur durch einen verstärkten Einsatz von erneuerbarem Strom möglich ist. Wärmepumpen sind dabei eine der Schlüsseltechnologien für die Sektortransformation.

Mit der zunehmenden Elektrifizierung bzw. der zukünftig verstärkten Kopplung der Sektoren Strom und Wärme ändern sich der Energieträgermix der Gebäudeversorgung und damit die Energiekosten, die Verbraucher für die Wärmeversorgung bezahlen müssen. Das vorliegende Gutachten untersucht die möglichen Implikationen einer verstärkten Sektorkopplung auf die Energiekosten ausgewählter Typhaushalte im Jahr 2030. Dabei wird keine „all electric world“ zugrunde gelegt, d.h. neben Strom werden auch andere Energieträger weiterhin eine Rolle im Wärmeversorgungssystem spielen. Betrachtet werden die Typhaushalte

- Paare ohne Kinder mit einem hohem Einkommen (8.-10. Einkommensdezil),
- Paare mit mindestens einem Kind und mittlerem Einkommen (4.-7. Einkommensdezil),
- Rentner- und Pensionärshaushalte mit niedrigem Einkommen (1.-3. Einkommensdezil),
- Alleinerziehende (ohne weitere Einschränkungen bezüglich des Einkommens) sowie der
- in Deutschland lebende Durchschnittshaushalt, welcher alle Privathaushalte in Deutschland repräsentiert.

Unter Rückgriff auf bestehende Klimaschutzszenarien für den Gebäudesektor – insbesondere die Szenarien der Energieeffizienzstrategie Gebäude der Bundesregierung (BMWi 2015) – wird angenommen, dass für alle Typhaushalte der Endenergiebedarf für Raumwärme und Warmwasser zwischen 2017 und 2030 um rund 16% sinkt. Für die Endenergiebereitstellung werden für das Jahr 2030 zwei Varianten betrachtet, die sich insbesondere im Elektrifizierungsgrad der Wärmeversorgung unterscheiden. Der Elektrifizierungsgrad wird vor allem durch den Durchdringungsgrad an Wärmepumpen bestimmt, also die Anzahl an Typhaushalten, deren Raumwärme und Warmwasser über Wärmepumpen erzeugt wird. Dabei muss berücksichtigt werden, dass ein hoher Elektrifizierungsgrad in Form eines verstärkten Einsatzes von Wärmepumpen nur dann Sinn macht, wenn die Gebäude so saniert werden, dass Wärmepumpen effizient betrieben werden können. Andere Elektrifizierungsoptionen, beispielsweise Elektrodenkessel, Heizstäbe usw., spielen in den meisten Klimaschutzszenarien für den Gebäudesektor nur eine untergeordnete Rolle.

Die beiden Elektrifizierungsvarianten werden folgendermaßen charakterisiert:

- Für die Variante mit einem hohen Elektrifizierungsgrad wird unterstellt, dass ab 2019 neun von zehn neuen Ein- und Zweifamilienhäusern (EZFH) sowie 75% aller neuen Mehrfamilienhäuser (MFH) mit einer Wärmepumpe zur Raumwärme- und Warmwassererzeugung ausgestattet werden. Zudem erhalten 65% aller vollsanierten EZFH sowie 55% der vollsanierten MFH eine Wärmepumpe. Der hohe Elektrifizierungsgrad führt dazu, dass in 2030 in den Wohngebäuden rund 4,2 Mio. Wärmepumpen in Betrieb sind.
- In der Variante mit niedrigem Elektrifizierungsgrad werden ab 2019 55% aller neu gebauten sowie 40% aller vollsanierten Wohngebäude (EZFH und MFH) mit einer Wärmepumpe

ausgestattet. Beim niedrigen Elektrifizierungsgrad sind in 2030 in den Wohngebäuden rund 2,7 Mio. Wärmepumpen im Einsatz.

Die Kostenbetrachtung erfasst die laufenden Energiekosten (z.B. Brennstoffkosten für Heizöl und Erdgas, Stromkosten für Heizstrom) sowie die (auf die Lebensdauer einer Heizanlage umgelegten) Kosten für die verschiedenen Wärmeversorgungstechniken. Für die Entwicklung der Energiepreise werden zwei verschiedene Projektionen zu Grunde gelegt. Projektion 1 basiert auf den Preisentwicklungen, die der Folgenabschätzung zum Klimaschutzplan 2050 zu Grunde liegen (Öko-Institut et al. 2018), Projektion 2 basiert auf den der Energieeffizienzstrategie Gebäude zu Grunde liegenden Preisprojektionen (BMWi 2015). Die Projektion der Strompreise berücksichtigt dabei die Entwicklungen der einzelnen Strompreiskomponenten, insbesondere des Großhandelspreis, der EEG-Umlage sowie der Netzentgelte.

Aus den Kostenbetrachtungen lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen:

- Legt man heute geläufige Projektionen der zukünftigen Energiepreise zu Grunde, hat eine verstärkte Sektorkopplung keine negativen Auswirkungen auf die Energiekosten der ausgewählten Typhaushalte sowie den deutschen Durchschnittshaushalt. Vielmehr sind die jährlichen Energiekosten in der Variante mit einem hohen Elektrifizierungsgrad (hoher Durchdringungsgrad von Wärmepumpen) sogar etwas niedriger im Vergleich zur Variante, bei der es zu einem schwächeren Ausbau von Wärmepumpen kommt. Dies liegt daran, dass die Folgen des im Vergleich zum Erdgas- oder Heizölpreis wesentlich höheren Strompreises durch die hohe Effizienz der Wärmepumpen leicht überkompensiert werden. Weitgehende Kostenparität zwischen den beiden Varianten mit hohem und niedrigem Elektrifizierungsgrad liegt dann vor, wenn neben den laufenden Energiekosten auch die Investitionskosten für die jeweiligen Versorgungstechniken berücksichtigt werden, wenn diese gleichmäßig auf die Lebensdauer der Anlagen verteilt werden.
- Die Nutzung von eigenerzeugtem PV-Strom zum Betrieb einer Wärmepumpe führt auf der aggregierten Betrachtungsebene der durchschnittlichen jährlichen Energiekosten der Typhaushalte zu einer minimalen Kostensenkung, wobei diese in der Variante mit hohem Elektrifizierungsgrad etwas höher ausfällt, bezogen auf die Jahreskosten aber unter 1% liegt.
- Die Entwicklung der Jahreskosten zwischen dem Ausgangsjahr 2017 sowie dem Zieljahr 2030 hängt davon ab, welche Energiepreisprojektion zugrunde gelegt wird. Während bei der Preisprojektion aus der Folgenabschätzung zum Klimaschutzplan 2050 die Wärmekosten (Summe aus Energie- und umgelegten Technologiekosten) bis zum Jahr 2030 nur geringfügig steigen (beim deutschen Durchschnittshaushalt Anstieg von 4-5%), liegt der Anstieg bei der Preisprojektion, die bei der Entwicklung der Energieeffizienzstrategie Gebäude verwendet wurde, für den deutschen Durchschnittshaushalt bei rund 12-14%. Der größere Kostenanstieg ist Folge des stärkeren Anstiegs der Energiepreise für Heizöl, Erdgas und Fernwärme.

Zur Einordnung der Ergebnisse sind weiterhin folgende Punkte zu berücksichtigen:

- Das vorliegende Gutachten untersucht die möglichen Implikationen einer verstärkten Sektorkopplung auf die Energiekosten, die bei den Privathaushalten für die Wärmeversorgung anfallen. In der gewählten Betrachtung umfassen diese die reinen Energiekosten (also Kosten für Brennstoffe und Wärmestrom) sowie die umgelegten Investitionskosten der jeweiligen Versorgungstechnologien. Die Ergebnisse der Berechnungen lassen hingegen keine Aussagen darüber zu, welche Kostenimplikationen die Gebäudewende als Ganzes für die Verbraucher hat. Zur Ermittlung der gesamten Kostenimplikationen müssten insbesondere die Sanierungskosten der Gebäudehülle mit berücksichtigt werden. Da aber für die beiden betrachteten Varianten

(Elektrifizierungsgrad hoch/niedrig) jeweils ein vergleichbares Sanierungsniveau unterstellt wird (ausgedrückt über die Reduktion des Endenergiebedarfs der Typhaushalte bis zum Jahr 2030 um 16%), sind die Kostenimplikationen in beiden Varianten gleich.

- Die Berechnungsergebnisse beziehen sich auf die ausgewählten Typhaushalte. Dabei handelt es sich um generische Durchschnittshaushalte, die den Durchschnitt aller Haushalte repräsentieren, die durch das gewählte Typsegment erfasst werden. Die Ergebnisse lassen also Aussagen darüber zu, in welchem Ausmaß ein gesamtes Haushaltssegment im Durchschnitt von bestimmten Änderungen betroffen ist. Hingegen werden keine Aussagen über die möglichen Auswirkungen auf ausgewählte Einzelhaushalte getroffen.

1. Hintergrund und Zielsetzung

Der zentrale Kernpunkt der Wärmewende besteht darin, die Wärmeversorgung der Gebäude weitgehend zu dekarbonisieren. Bei den Wohngebäuden erfasst dies insbesondere den Raumwärmebedarf und die Warmwasserversorgung. Die meisten Szenarien, die Wege skizzieren, wie die Klimaschutzziele im Gebäudesektor erreicht werden können, gehen davon aus, dass die Dekarbonisierung nur durch einen verstärkten Einsatz von erneuerbarem Strom möglich ist. Denn die Potenziale sowohl bei der Energieeffizienz (insbesondere durch Wärmeschutzmaßnahmen an der Gebäudehülle) wie auch beim Einsatz klassischer erneuerbarer Wärmetechnologien (v.a. Solarthermie, Biomasse, Geothermie) sind begrenzt.

Eine zunehmende Elektrifizierung der Wärmeversorgung kann über verschiedene Wege stattfinden. Die meisten Szenarien sehen insbesondere in Wärmepumpen eine der Schlüsseltechnologien für die Sektortransformation. Aber auch direktelektrische Anwendungen werden diskutiert (z.B. Elektrodenkessel oder Heizstäbe in Wärmespeichern zur Verwendung von Überschussstrom aus erneuerbaren Energien aus fluktuierender Erzeugung), spielen aber in den meisten Klimaschutzszenarien für den Gebäudesektor im Jahr 2030 noch keine spürbare Rolle.

Mit der zunehmenden Elektrifizierung bzw. der zukünftig verstärkten Kopplung der Sektoren Strom und Wärme ändern sich der Energieträgermix der Gebäudeversorgung und damit die Energiekosten, die Verbraucher für die Wärmeversorgung bezahlen müssen. Die Kosten der Energiewende werden schon heute ungleich auf die verschiedenen Energieträger verteilt. Während die Kosten des Ausbaus der erneuerbaren Stromerzeugung über das Umlageverfahren des EEG auf den Strompreis umgelegt werden, erfolgt die Förderung des Ausbaus der erneuerbaren Wärme wie auch der Gebäudesanierung vorwiegend über staatliche Förderprogramme (v.a. das Marktanreizprogramm und die KfW-Förderprogramme) und damit den Steuerzahler. Auch die Energiesteuersätze sind unterschiedlich. Dies führt dazu, dass für Privathaushalte insbesondere der Strompreis verhältnismäßig hoch ist.

Das vorliegende Gutachten untersucht die möglichen Implikationen einer verstärkten Sektorkopplung auf die Energiekosten der Privathaushalte im Zieljahr 2030. Dabei wird keine „all electric world“ zugrunde gelegt, d.h. neben Strom werden auch andere Energieträger weiterhin eine Rolle im Wärmeversorgungssystem spielen. Bei der Untersuchung geht es insbesondere um die laufenden Energiekosten (z.B. Brennstoffkosten für Heizöl und Erdgas, Stromkosten für Heizstrom) sowie die Kosten für die verschiedenen Wärmeversorgungstechniken bei unterschiedlichen Ausprägungen einer Elektrifizierung der Wärmeversorgung. Im Gutachten werden hingegen keine Aussagen darüber getroffen, welche Kostenimplikationen die Gebäudewende als Ganzes für die Verbraucher hat.

2. Auswahl und Charakterisierung von Typhaushalten

2.1. Methodisches Vorgehen

In einem ersten Schritt erfolgt die Auswahl von vier Typhaushalten, an Hand derer die Auswirkungen einer verstärkten Sektorkopplung im Wärmesektor unter verschiedenen Annahmen abgeschätzt werden. Zusätzlich zu diesen Typhaushalten werden die Auswirkungen auf den in Deutschland lebenden „Durchschnittshaushalt“ betrachtet. Die Typhaushalte werden dabei so ausgewählt, dass sie einerseits einen möglichst großen Anteil der in Deutschland lebenden Haus-

halte repräsentieren und andererseits die Vielfaltigkeit der Lebenssituation von Privathaushalten widerspiegeln.

Jeder Typhaushalt stellt einen generischen Durchschnittshaushalt dar, der den Durchschnitt aller Haushalte repräsentiert, die durch das gewählte Typsegment erfasst werden. Bezogen auf seinen Wärmeenergiebedarf tragen also verschiedene Energieträger zum Heizen und zur Warmwassererzeugung bei, in Abhängigkeit davon, mit welchen Anteilen die Energieträger an der Wärmeversorgung der Haushalte, die ein Typhaushalt repräsentiert, beitragen. Mit dieser Vorgehensweise können Aussagen darüber getroffen werden, wie stark ein gesamtes Haushaltssegment (nicht der Einzelhaushalt!) im Durchschnitt von bestimmten Energiepreisänderungen betroffen ist.

Datengrundlage für die Auswahl der Typhaushalte und ihrer Parametrisierung ist die Einkommens- und Verbrauchsstichprobe (EVS). Die EVS ist eine administrative Datenquelle und enthält detaillierte Informationen über Einkommens- und Verbrauchsmuster von privaten Haushalten in Deutschland, sowie Informationen über weitere Haushaltsmerkmale wie soziale Stellung (z.B. Angestellte, Arbeitende, Rentner, etc.), Haushaltstyp oder Alter. Des Weiteren sind detaillierte Informationen zu Wohnsituation der Haushalte, z.B. bewohnte Fläche, überwiegende Heizart, Baualtersklasse und Art des Gebäudes, enthalten. Die Befragung ist die größte ihrer Art in Deutschland und erfasst rund 60.000 Haushalte. Teilnehmende Haushalte dokumentieren ein Quartal lang ihre individuellen Einkommen und Ausgaben auf Personen- und Haushaltsebene. Die EVS ist für ganz Deutschland statistisch repräsentativ und wird alle fünf Jahre erstellt. Die Repräsentativität wird durch Hochrechnungsfaktoren gewährleistet, die an Hand des jeweils aktuellen Mikrozensus erstellt werden (Destatis 2016). Die letzte verfügbare Erhebung stammt aus dem Jahr 2013. Mit der Veröffentlichung der nächsten Erhebung (basierend auf Daten des Jahres 2018) wird im Jahr 2021 gerechnet.

In der EVS sind lediglich Ausgaben für die von privaten Haushalten konsumierten Güter verfügbar, für das vorliegende Projekt relevant sind neben den Ausgaben allerdings auch die konsumierten Mengen, z.B. für Heizöl oder Erdgas. Die Ausgaben für Energieträger werden mit Hilfe von Haushaltsenergiepreisen für das Jahr 2013 in konsumierte Mengen umgerechnet. Dabei werden Preise aus offiziellen Quellen verwendet (u.a. Eurostat, Bund der Energieverbraucher) und die resultierenden Gesamtmengen an Hand der in den Anwendungsbilanzen (AGEB 2015) ausgewiesenen Mengen kalibriert.

2.2. Auswahl der Typhaushalte

Die Untersuchung der Auswirkungen der Sektorkopplung im Wärmebereich auf die Energiekosten der privaten Verbraucher erfolgt anhand von vier Typhaushalten. Neben diesen vier Typhaushalten werden die Auswirkungen auf den in Deutschland lebenden Durchschnittshaushalt dargestellt. Einerseits sollen so repräsentative Ergebnisse für einen großen Anteil der Bevölkerung generiert werden. Andererseits sollen interessante und auch unterschiedliche Fälle beleuchtet werden, um die Auswirkungen auf verschiedene Bevölkerungsgruppen darzustellen. Die folgenden Fälle werden betrachtet:

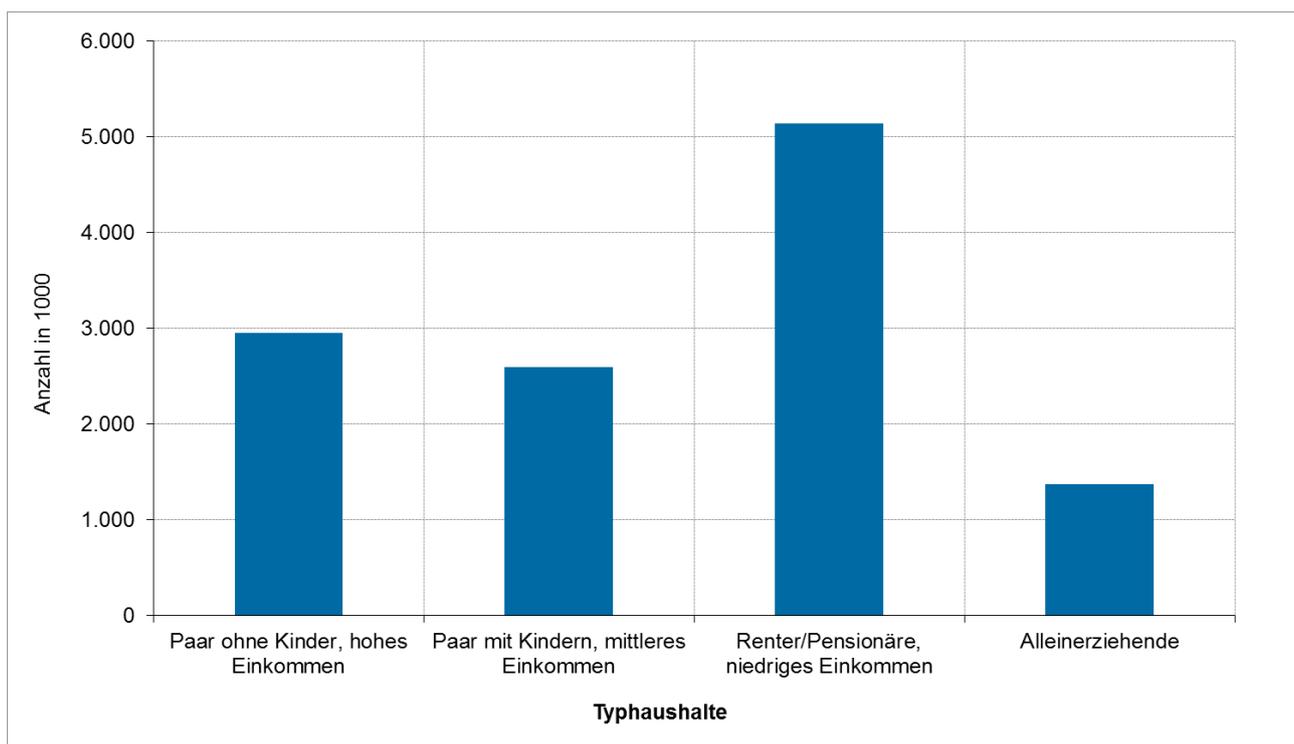
- Paare ohne Kinder (Rentner und Pensionäre ausgenommen) mit einem hohem Einkommen, nämlich jenen, die sich im achten bis zehnten Einkommensdezil¹ befinden;

¹ Die Einkommensdezile werden dabei an Hand des Nettoäquivalenzeinkommens gebildet. Das Nettoäquivalenzeinkommen berücksichtigt die Haushaltszusammensetzung bei der Einteilung der Haushalte in Einkommensklassen. Das Nettoäquivalenzeinkommen wird mit Hilfe der neuen OECD-Skala ermittelt. Dazu wird jedem Haushaltsmitglied ein Faktor zugeteilt: Der ersten Person im Haushalt der Faktor 1, jeder weiteren Person, die 14 Jahre oder älter ist ein Faktor von 0,5 und jeder weiteren Person unter 14 Jahren ein Faktor von 0,3. Alle Faktoren werden aufsummiert

- Paare mit mindestens einem Kind und mittlerem Einkommen, entsprechend dem vierten bis siebten Einkommensdezil;
- Rentner- und Pensionärshaushalte mit niedrigem Einkommen, entsprechend dem ersten bis dritten Einkommensdezil;
- Alleinerziehende (ohne weitere Einschränkungen bezüglich des Einkommens oder der Anzahl der Kinder im Haushalt, somit wird die gesamte Gruppe erfasst);
- In Deutschland lebender Durchschnittshaushalt, welcher alle Privathaushalte in Deutschland repräsentiert.

Der Durchschnittshaushalt repräsentiert die Gesamtheit der in Deutschland lebenden Haushalte (ca. 40 Millionen). Die vier Typhaushalte repräsentieren insgesamt 12 Millionen private Haushalte in Deutschland (Abbildung 2-1). Mit 5,1 Millionen Haushalten stellen dabei Rentner und Pensionäre mit einem niedrigen Einkommen die größte Gruppe dar, gefolgt von Paaren ohne Kinder mit hohem Einkommen (2,9 Millionen Haushalte) und Paaren mit Kindern mit mittlerem Einkommen (2,6 Millionen Haushalte). Alleinerziehende (1,4 Millionen Haushalte) weisen in dieser Untersuchung die kleinste Anzahl auf.

Abbildung 2-1: Anzahl an Typhaushalten



Quelle: Öko-Institut e.V. auf Basis von FDZ der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder, Einkommens- und Verbrauchsstichprobe 2013

Mit Hilfe der EVS werden die Typhaushalte im Folgenden nach bestimmten Gesichtspunkten weiter charakterisiert.

und das gesamte verfügbare Haushaltsnettoeinkommen durch diese Summe geteilt. So ergibt sich das Haushaltsnettoäquivalenzeinkommen.

2.3. Charakterisierung der Typhaushalte

2.3.1. Soziale Stellung und Einkommen

Abbildung 2-2 stellt die Anteile der sozialen Stellung an den Typhaushalten dar. Dabei wird jeweils die soziale Stellung des Haushaltsvorstandes abgebildet, also desjenigen Haushaltsmitglieds, welches in der Befragung für die EVS als Haupteinkommensbezieher angegeben wurde.

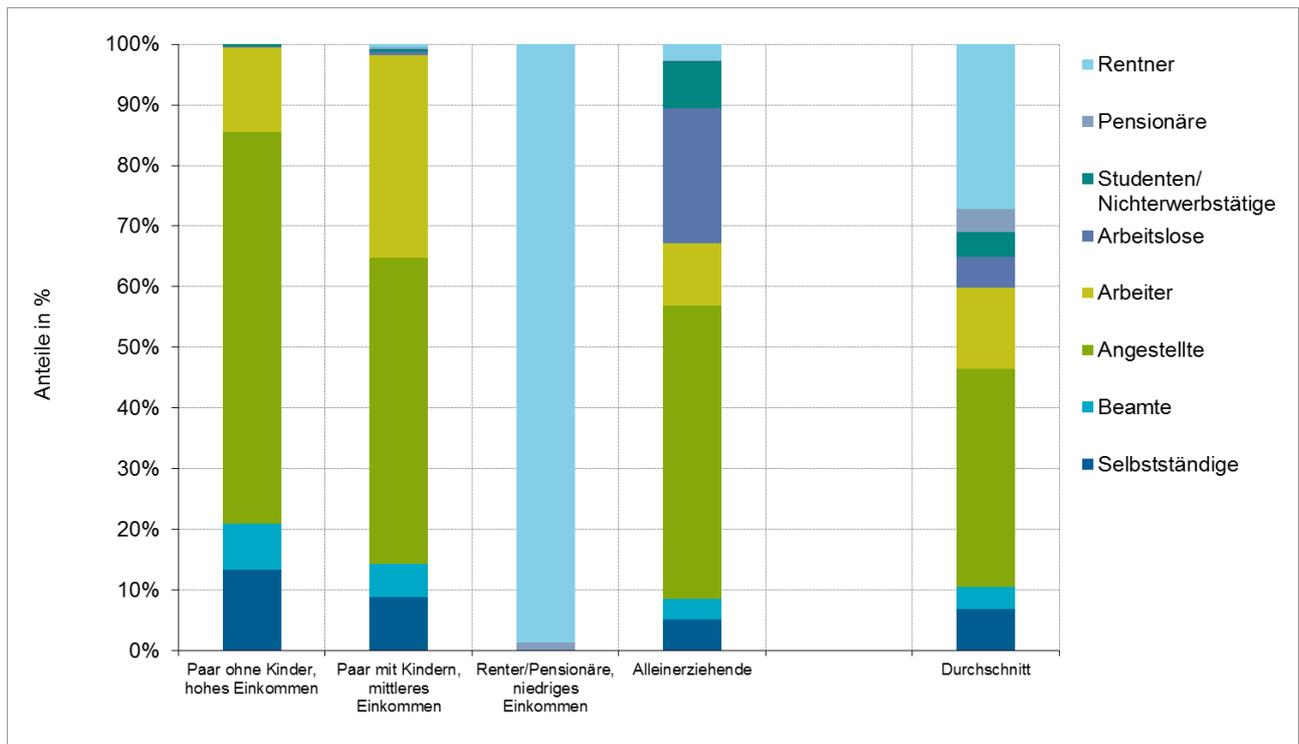
Der in Deutschland lebende Durchschnittshaushalt setzt sich zum größten Teil aus Haushalten mit angestelltem Haushaltsvorstand zusammen (36%), gefolgt von Haushalten, deren Vorstand Rentner ist (27%) sowie Arbeitern (13%). Im Gegensatz dazu weist der Typhaushalt „Paare ohne Kinder, hohes Einkommen“ insbesondere größere Anteile von Angestellten (65%), Selbstständigen (13%) und Beamten (8%) auf. Studierende und Nichterwerbstätige sowie Arbeitslose spielen bei diesem Typhaushalt kaum eine Rolle (Anteile von 0,3%). Rentner und Pensionäre sind per Definition ausgeschlossen.

Paaren mit Kindern mit mittlerem Einkommen zeigen überdurchschnittliche Anteile in den Gruppen der Angestellten (50%), Arbeiter (33%), Selbstständigen (9%) und Beamte (5%). Der Typhaushalt „Rentner/Pensionäre, niedriges Einkommen“ setzt sich fast vollständig aus Rentnern (98,6%) und nur zu einem sehr geringen Anteil aus Pensionären (1,4%) zusammen, da Pensionäre zumeist über ein höhere Einkommen verfügen und somit in höheren als dem dritten Einkommensdezil zu finden sind. Der Typhaushalt „Alleinerziehende“ setzt sich v.a. aus Angestellten (48%), Arbeitslosen (22%), Arbeitern (10%) und Studierenden/Nichterwerbstätigen (8%) zusammen.²

In Abbildung 2-3 wird das verfügbare Jahreseinkommen und das Jahres-Nettoäquivalenzeinkommen der Typhaushalte verglichen. Letzteres berücksichtigt Anzahl und Alter der Personen im Haushalt (siehe oben). Der Durchschnittshaushalt in Deutschland verfügt über ein Nettoeinkommen von 38.235 Euro und ein Nettoäquivalenzeinkommen von 25.831 Euro pro Jahr. Der Typhaushalt „Paare ohne Kinder, hohes Einkommen“ verfügt mit 70.800 Euro dahingegen über nahezu das doppelte Nettoeinkommen, das entsprechende Nettoäquivalenzeinkommen liegt bei 47.200 Euro. Das verfügbare Nettoeinkommen vom Typhaushalt „Paar mit Kindern, mittleres Einkommen“ liegt mit 49.962 Euro ebenfalls über dem Durchschnitt, jedoch zeigt das knapp unter dem Durchschnitt befindliche Nettoäquivalenzeinkommen von 24.060 Euro, dass dieses Einkommen eine größere Anzahl an Haushaltsmitgliedern versorgen muss. Das zur Verfügung stehende Nettoeinkommen des Typhaushalts „Alleinerziehende“ beträgt 26.409 Euro und ist damit wesentlich niedriger als das der Paare mit Kindern mit mittlerem Einkommen. Erwartungsgemäß haben die Rentner- und Pensionärshaushalte mit niedrigem Einkommen im Vergleich zu den anderen Typhaushalten das geringste Nettoeinkommen (15.942 Euro) bzw. Nettoäquivalenzeinkommen (13.231 Euro).

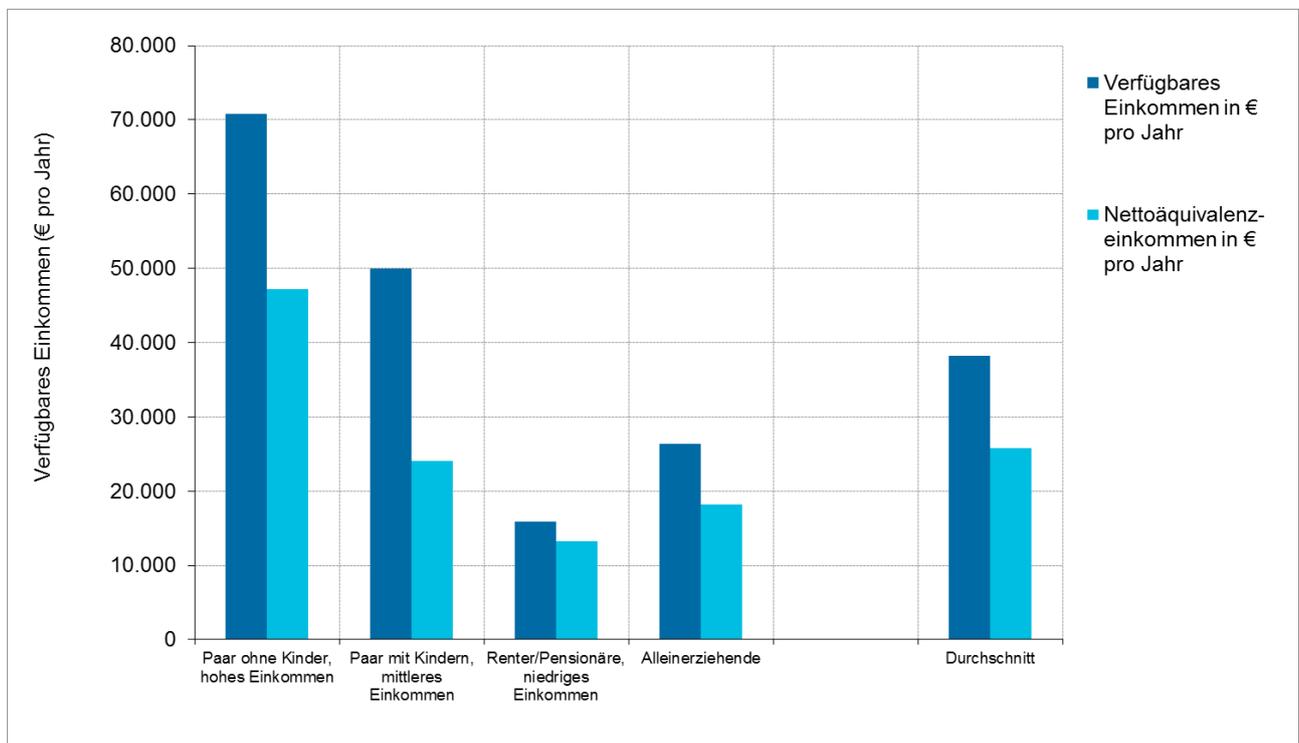
² Der (geringe) Anteil von Rentnern und Pensionären in den Typhaushalten „Paare mit Kindern, mittleres Einkommen“ und „Alleinerziehende“ erfasst beispielsweise Familien, bei denen der Haushaltsvorstand Frührente bezieht bzw. Großeltern, die die Kinderbetreuung übernehmen.

Abbildung 2-2: Anteile der sozialen Stellung nach Typhaushalt



Quelle: Öko-Institut e.V. auf Basis von FDZ der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder, Einkommens- und Verbrauchsstichprobe 2013

Abbildung 2-3: Einkommen nach Typhaushalt



Quelle: Öko-Institut e.V. auf Basis von FDZ der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder, Einkommens- und Verbrauchsstichprobe 2013

2.3.2. Wohnsituation

Der in Deutschland lebende Durchschnittshaushalt verfügt über eine Wohnfläche von 93 m², seine durchschnittliche Wohnfläche pro Kopf beträgt 54 m²/cap (Abbildung 2-4). Im Vergleich dazu hat der Typhaushalt „Paare ohne Kinder, hohes Einkommen“ eine durchschnittliche Wohnfläche von 117 m², die spezifische Wohnfläche pro Kopf liegt dabei bei rund 59 m²/cap. Die größten Wohnflächen (im Durchschnitt 122 m²) bewohnen Paare mit Kindern mit mittlerem Einkommen. Aufgrund der größeren Haushalte verfügt der Typhaushalt allerdings über die kleinste Wohnfläche pro Kopf (33 m²/cap). Der Typhaushalt „Alleinerziehende“ verfügt über eine ähnliche Größe für die Wohnfläche pro Kopf von 37 m², liegt jedoch mit einer insgesamt verfügbaren Wohnfläche von 83 m² unter dem Durchschnitt. Die Typhaushalte in der Gruppe „Rentner/Pensionäre, niedriges Einkommen“ weisen eine vergleichsweise niedrige Wohnfläche auf (durchschnittlich 68 m²), jedoch liegt die verfügbare Wohnfläche pro Kopf mit 53 m²/cap deutlich über der der Paare mit Kindern und Alleinerziehenden.

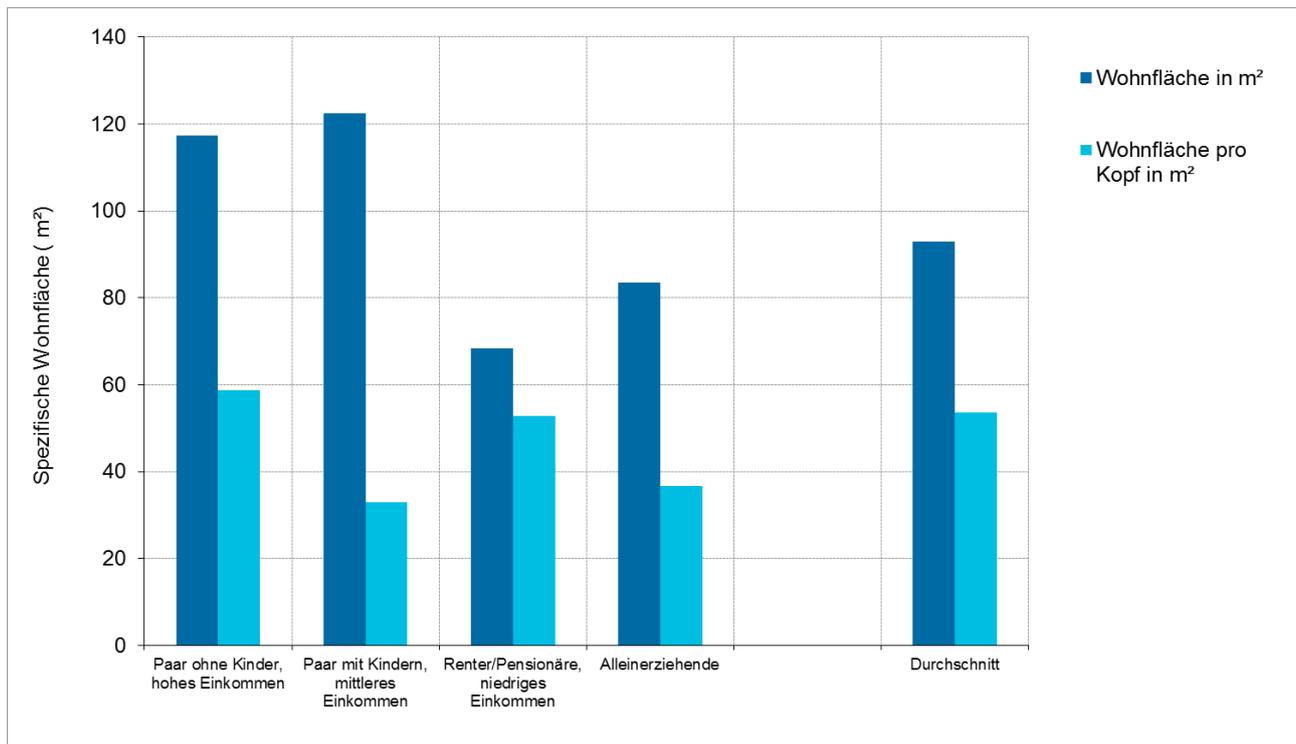
Der in Deutschland lebende Durchschnittshaushalt wohnt vorrangig zur Miete (52%), gefolgt von Haushalten, welche ihr eigenes Haus bewohnen (36%), vgl. Abbildung 2-5. Die Anteile von Eigentumswohnungen (9%) und mietfreien Wohnverhältnissen (3%) sind wesentlich geringer. Bei den beiden Typhaushalten „Paare ohne Kinder, hohes Einkommen“ und „Paare mit Kindern, mittleres Einkommen“ dominiert das Wohnen im Wohnungs- oder Hauseigentum. Im Vergleich dazu wohnen Rentner/Pensionäre mit niedrigem Einkommen und Alleinerziehende vorwiegend zur Miete (weit über 70%).

Abbildung 2-6 zeigt die von privaten Haushalten bewohnten Gebäudearten. Dabei wird nach vier verschiedenen Gebäudearten differenziert. Der Durchschnittshaushalt bewohnt vor allem Wohngebäude mit drei und mehr Wohnungen (53%) sowie Einfamilienhäuser (34%). Die verbleibenden Haushalte bewohnen Zweifamilienhäuser (11%) oder sonstige Gebäude³ (2%).

Entsprechend ihres Wohnverhältnisses wohnen die Typhaushalte „Paare ohne Kinder, hohes Einkommen“ und „Paare mit Kindern, mittleres Einkommen“ zu größeren Anteilen in Einfamilienhäusern, während „Rentner/Pensionäre, niedriges Einkommen“ und „Alleinerziehende“ eher in Mehrfamilienhäusern wohnen.

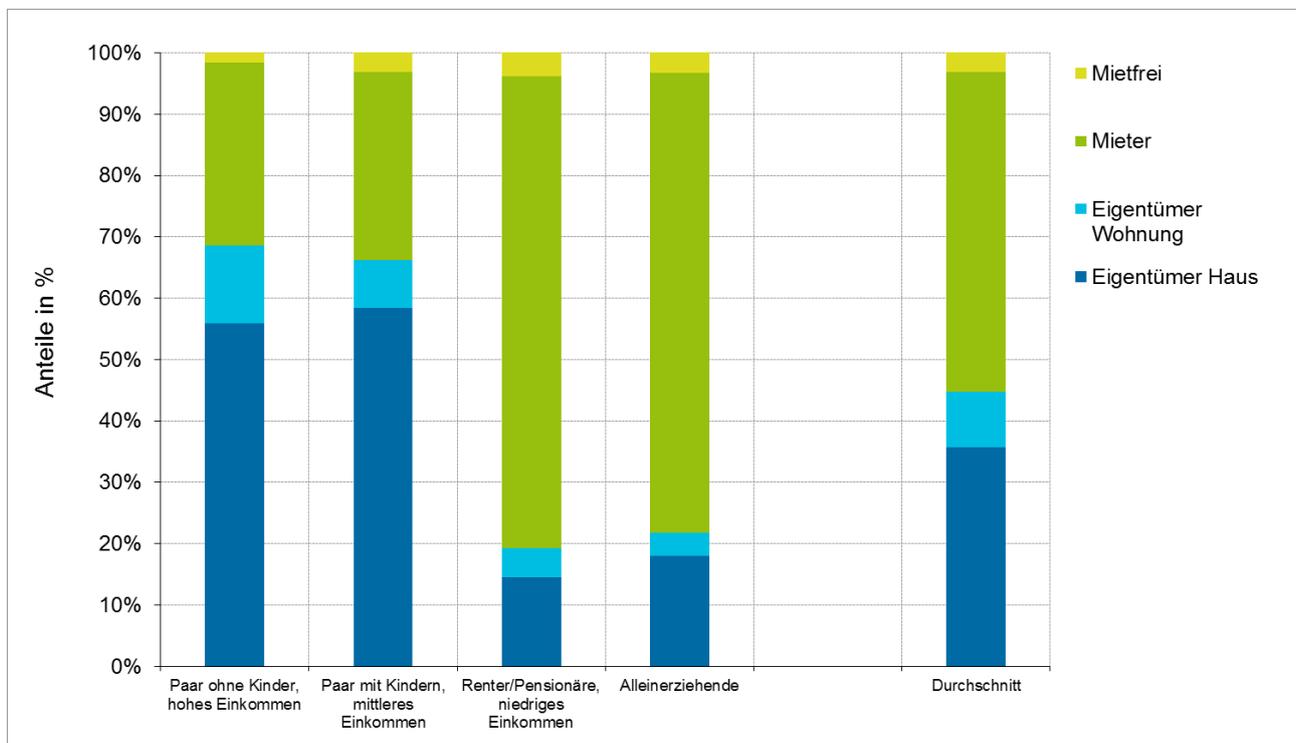
³ Sonstige Gebäude sind überwiegend für Nichtwohnzwecke bestimmte Gebäude mit mind. einer Wohneinheit, z.B. Wohnungen in Geschäfts- und Bürogebäuden, Hausmeister- und Verwaltungswohnungen in Fabrik- und Verwaltungsgebäuden, in Hotels, Krankenhäusern oder Schulen.

Abbildung 2-4: Wohnfläche nach Typhaushalt



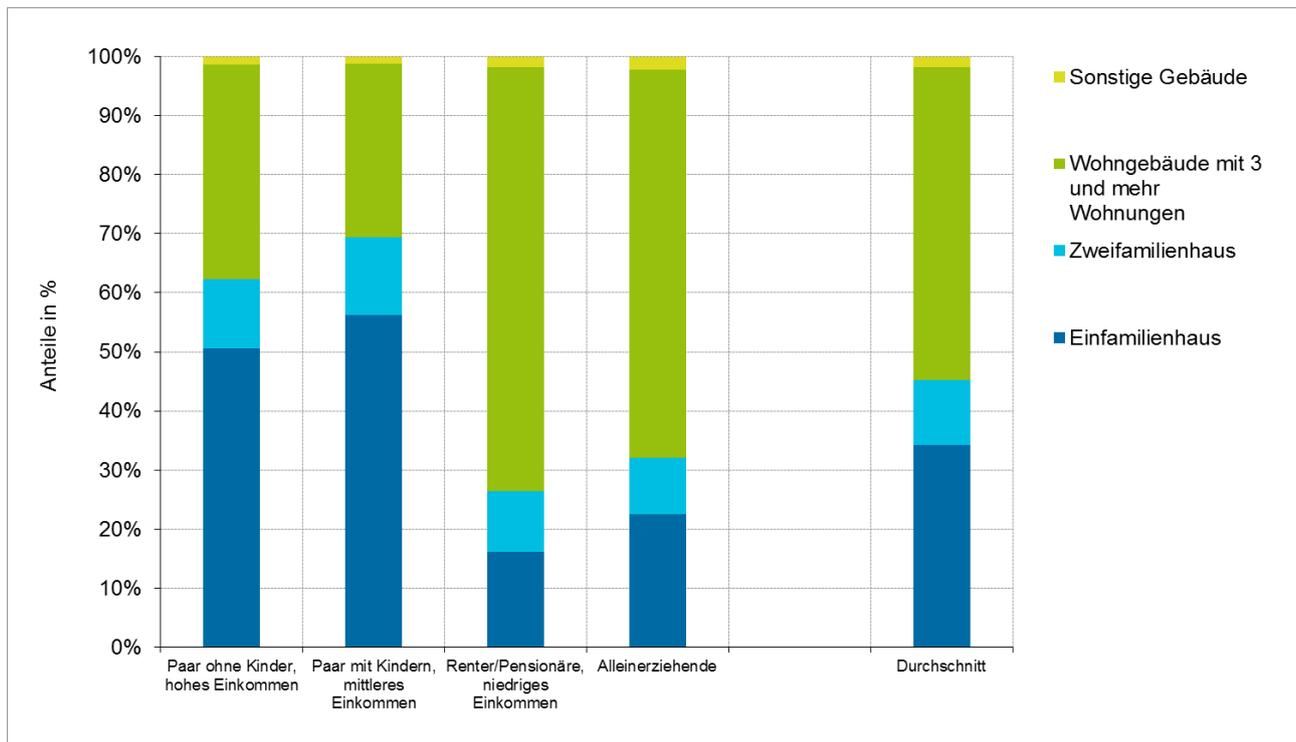
Quelle: Öko-Institut e.V. auf Basis von FDZ der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder, Einkommens- und Verbrauchsstichprobe 2013

Abbildung 2-5: Wohnverhältnisse nach Typhaushalt



Quelle: Öko-Institut e.V. auf Basis von FDZ der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder, Einkommens- und Verbrauchsstichprobe 2013

Abbildung 2-6: Gebäudeart nach Typhaushalt



Anmerkung: Sonstige Gebäude sind überwiegend für Nichtwohnzwecke bestimmte Gebäude mit mind. Einer Wohneinheit, z.B. Wohnungen in Geschäfts- und Bürogebäuden, Hausmeister- und Verwaltungswohnungen in Fabrik- und Verwaltungsgebäuden, in Hotels, Krankenhäusern oder Schulen.

Quelle: Öko-Institut e.V. auf Basis von FDZ der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder, Einkommens- und Verbrauchsstichprobe 2013

2.3.3. Wärmeenergieverbrauch und -ausgaben

Im Folgenden werden Wärmeenergieverbrauch und -ausgaben der Typhaushalte näher beleuchtet. Dabei wird differenziert zwischen dem Endenergieverbrauch für die Raumwärmeerzeugung (Heizung) sowie die Warmwasserbereitung.

Abbildung 2-7 zeigt den Endenergieverbrauch Raumwärme aufgeteilt nach den verschiedenen Energieträgern. Da die Energieverbräuche aus den Energiekosten, abgeleitet werden, die im Rahmen der EVS erhoben werden, fehlen hier die Endenergiebeiträge aus Solarthermie und Umweltwärme (da diese keine laufenden Brennstoff- oder Stromkosten verursachen). Abbildung 2-7 zeigt ferner die mit dem Raumwärmebedarf verbundenen Energiekosten. Letztere werden in Form des prozentualen Anteils am verfügbaren Haushaltseinkommen dargestellt.

In 2013 lag der Heizenergieverbrauch des in Deutschland lebenden Durchschnittshaushalts bei rund 12.860 kWh. Die dafür aufgewendeten Kosten lagen bei rund 2,2% des verfügbaren Nettoeinkommens. Dabei spielen Erdgas und Heizöl die wichtigste Rolle, gefolgt von Biomasse⁴ und Fernwärme. Strom wird hauptsächlich für die Raumwärmeerzeugung in Nachtspeicheröfen verwendet. Der Anteil von Kohle ist vernachlässigbar.

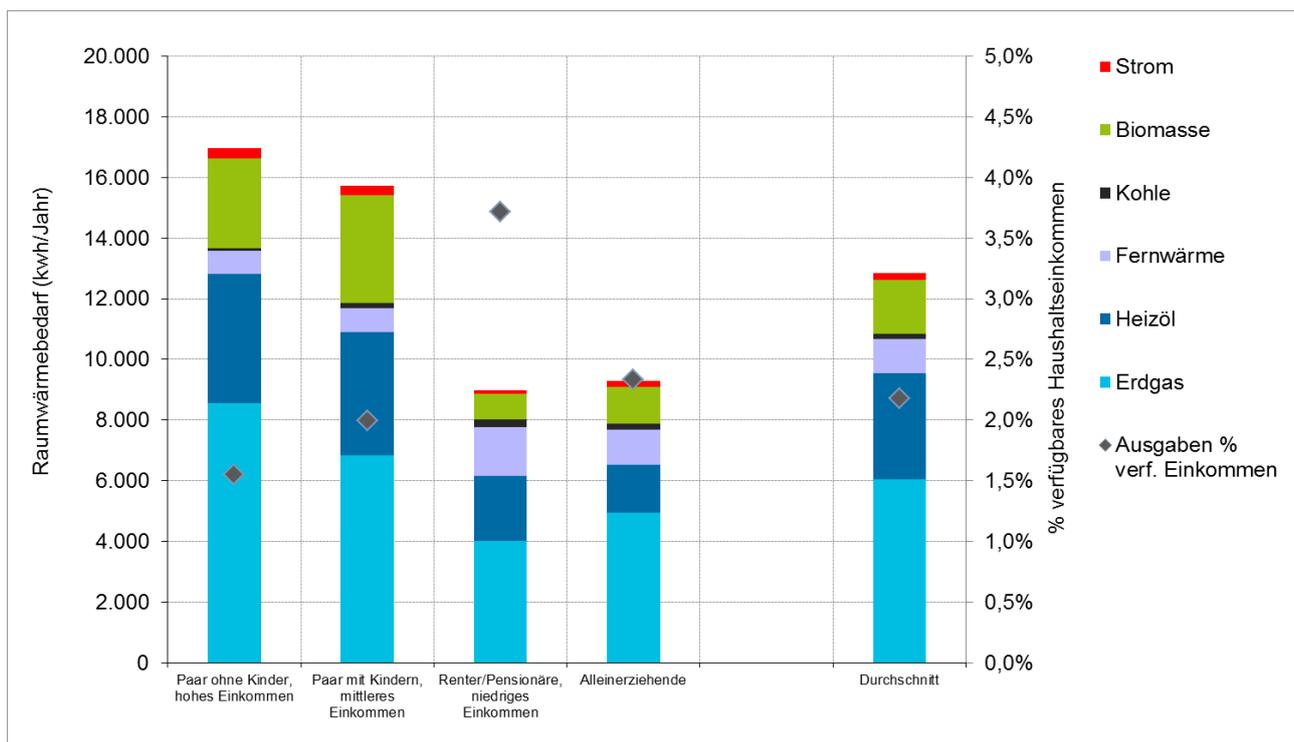
⁴ Der Biomasseanteil setzt sich hier aus Holzpellets und Scheitholz zusammen. Dabei wird Holz auch häufig zusätzlich zum Hauptenergieträger eingesetzt (z.B. Kaminöfen).

Die zur Verfügung stehende Wohnfläche ist der wichtigste Treiber für den gesamten Heizenergieverbrauch eines Haushaltes. Entsprechend weisen Typhaushalte mit großen Wohnflächen, nämlich „Paare ohne Kinder, hohes Einkommen“ und „Paare mit Kindern, mittleres Einkommen“ mit rund 16.970 kWh bzw. 15.720 kWh in 2013 die höchsten Jahresverbräuche auf. Dem gegenüber stehen „Rentner/Pensionäre, niedriges Einkommen“ sowie „Alleinerziehende“ mit jährlichen Gesamtverbräuchen von rund 9.000 kWh.

Die Zusammensetzung der Energieträger ist u.a. abhängig von der bewohnten Gebäudeart. Typhaushalte in Ein- oder Zweifamilienhäusern (insbesondere „Paare ohne Kinder, hohes Einkommen“, „Paare mit Kindern, mittleres Einkommen“) weisen etwas höhere Anteile von Heizöl und Biomasse gegenüber dem Durchschnittshaushalt auf, während Typhaushalte, die vorwiegend in Mehrfamilienhäusern wohnen (Rentnern/Pensionäre, Alleinerziehende) weniger mit Heizöl bzw. Erdgas und dafür mehr mit Fernwärme heizen als der Durchschnittshaushalt.

Während der Heizenergieverbrauch für Haushalte mit höherem Einkommen („Paare ohne Kinder, hohes Einkommen“; „Paare mit Kindern, mittleres Einkommen“) insgesamt höher ist als bei den Typhaushalten mit geringerem Einkommen (Rentnern/Pensionäre, Alleinerziehende), verhält es sich bei den Ausgaben genau umgekehrt. Diese erfordern bei Typhaushalten mit geringem Einkommen einen höheren Anteil des verfügbaren Haushaltseinkommens als bei den Typhaushalten mit mittlerem oder hohem Einkommen.

Abbildung 2-7: Endenergieverbrauch und -ausgaben für Raumwärme nach Typhaushalt



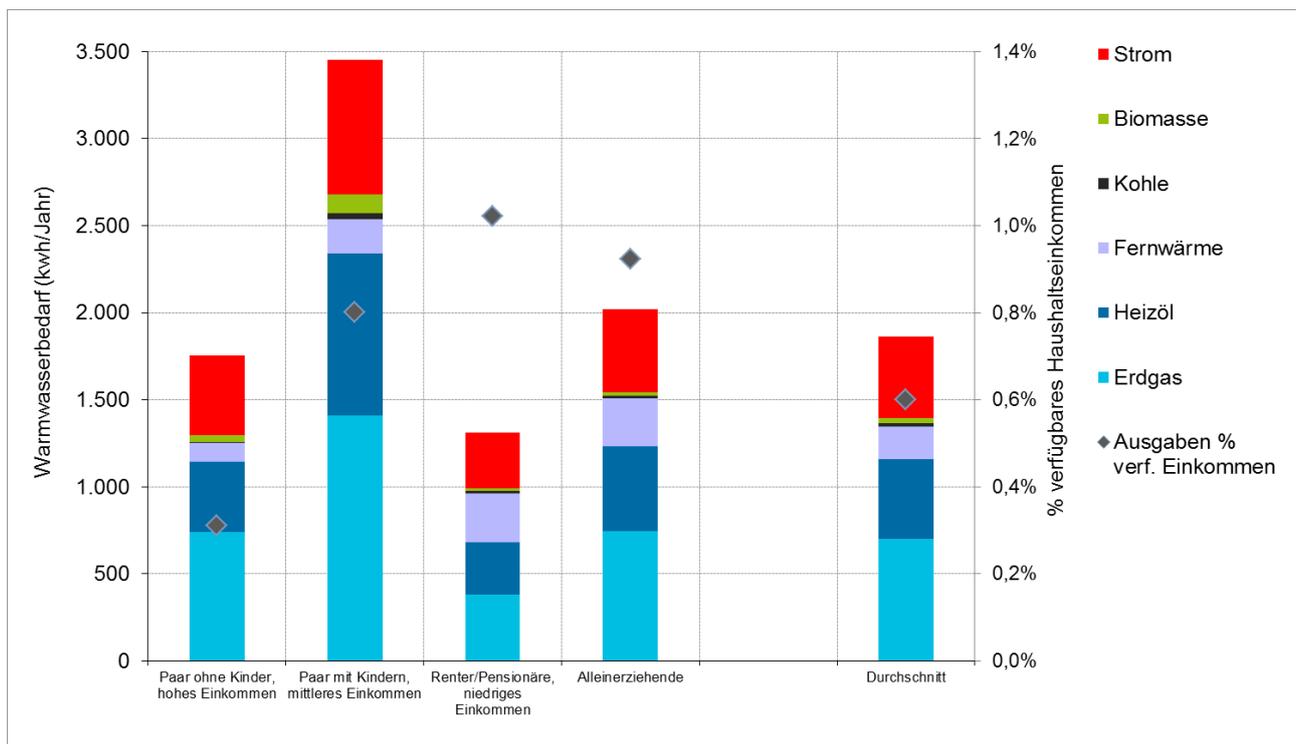
Anmerkung: Der Biomasseanteil setzt sich hier aus Pellets und Holz zusammen. Dabei wird Holz auch häufig zusätzlich zum Hauptenergieträger eingesetzt (z.B. Kaminöfen).

Quelle: Öko-Institut e.V. auf Basis von FDZ der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder, Einkommens- und Verbrauchsstichprobe 2013

Während der Energieverbrauch für Raumwärme vorwiegend durch die Größe der Wohnfläche getrieben wird, ist der Energieverbrauch für die Warmwasserbereitung besonders von der Anzahl der

im Haushalt lebenden Personen abhängig. Der Endenergiebedarf für Warmwasser und die damit verbundenen Ausgaben (in % des verfügbaren Haushaltseinkommens) sind in Abbildung 3-9 dargestellt. Der Gesamtenergieverbrauch für Warmwasser beträgt für den Durchschnittshaushalt jährlich rund 1.870 kWh und der entsprechende Anteil der Ausgaben am verfügbaren Haushaltseinkommen liegt bei 0,6%. Strom hat bei der Warmwasserbereitung einen deutlich höheren Anteil als bei der Raumwärmeerzeugung, der Anteil an Biomasse ist hingegen wesentlich geringer.⁵ Die Warmwasserbereitung über Strom erfolgt hauptsächlich in Elektroboilern oder elektrischen Durchlauferhitzern. Den mit Abstand höchsten Energieverbrauch für die Warmwassererzeugung verzeichnet der Typhaushalt „Paar mit Kindern, mittleres Einkommen“. Dies lässt sich durch die starke Beeinflussung des Verbrauchs durch die Anzahl der Haushaltsmitglieder erklären.

Abbildung 2-8: Energieverbrauch und -ausgaben für Warmwasser nach Typhaushalt

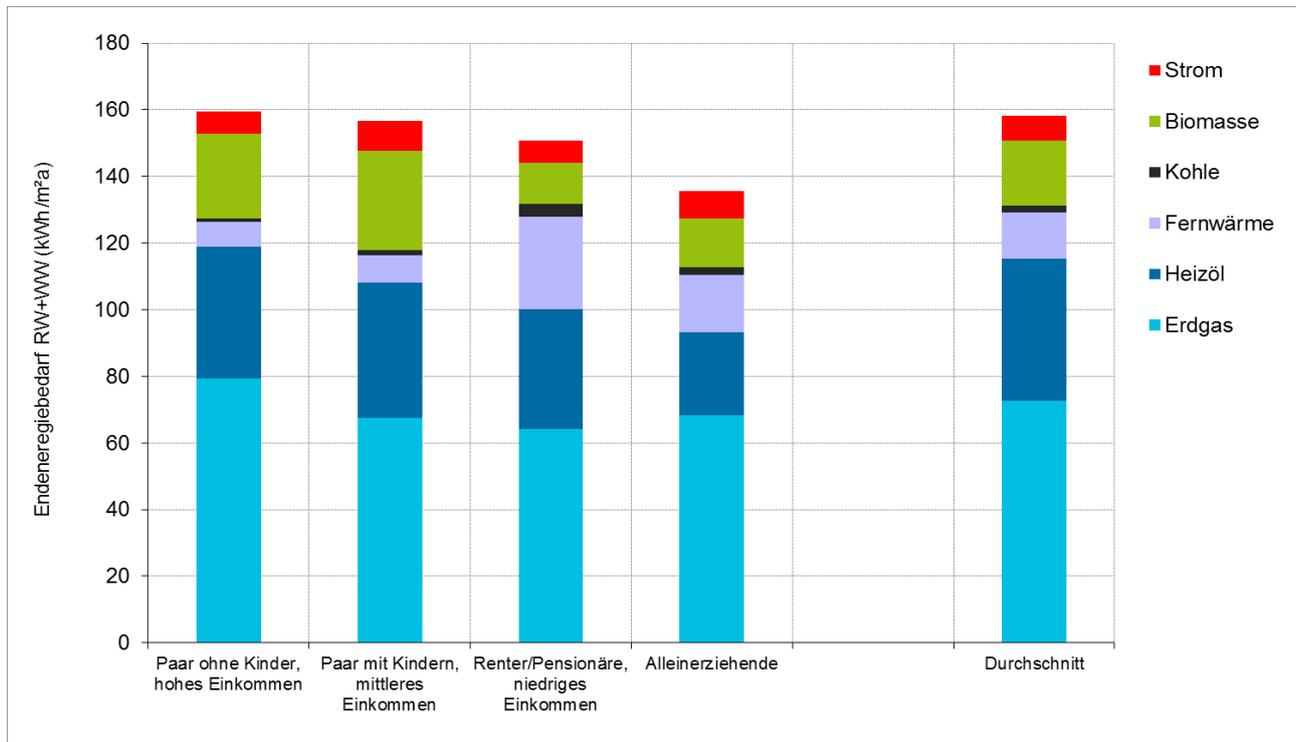


Quelle: Öko-Institut e.V. auf Basis von FDZ der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder, Einkommens- und Verbrauchsstichprobe 2013

Abbildung 2-9 zeigt den flächenspezifischen Endenergieverbrauch für Raumwärme und Warmwasser im Jahr 2013. Es wird deutlich, dass der Energieverbrauch pro m² Wohnfläche über die vier Typhaushalte nahezu identisch ist, „Rentner/Pensionäre, niedriges Einkommen“ und „Alleinerziehende“ weichen geringfügig nach unten ab. Die spezifischen Verbrauchswerte werden von einer Vielzahl an Faktoren bestimmt, u.a. der Effizienz der Gebäudehülle und des Heizsystems sowie der spezifischen Verhaltensweisen der Haushaltsmitglieder (z.B. zu Hause verbrachte Zeit, bevorzugte Raumtemperatur, sparsameres vs. verschwenderisches Verhalten). Der spezifische Endenergiebedarf des deutschen Durchschnittshaushalts lag in 2013 bei rund 158 kWh pro m² Wohnfläche. Der Anteil von Strom lag dabei bei rund 5%.

⁵ Dies hat damit zu tun, dass Kaminöfen meistens nur zur Unterstützung der Raumwärmeerzeugung verwendet werden.

Abbildung 2-9: Energieverbrauch von Heizung und Warmwasser pro m² Wohnfläche nach Typhaushalten



Anmerkung: Der Biomasseanteil setzt sich hier aus Pellets und Holz zusammen. Dabei wird Holz auch häufig zusätzlich zum Hauptenergieträger eingesetzt (z.B. Kaminöfen).

Quelle: Öko-Institut e.V. auf Basis von FDZ der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder, Einkommens- und Verbrauchsstichprobe 2013

3. Entwicklung des Energieverbrauchs und der Energiekosten der Typhaushalte

3.1. Entwicklung des Energieverbrauchs und des Endenergieträgermixes

Für die Untersuchung der zukünftigen Energiekosten der Typhaushalte wird zunächst untersucht, wie sich der Endenergiebedarf der betrachteten Haushalte entwickelt. Der betrachtete Endenergiebedarf erfasst dabei die Raumwärme sowie die Warmwasserbereitung der Haushalte. Betrachtet werden das Ausgangsjahr 2017 sowie das Zieljahr 2030. Der Untersuchung werden zwei Szenarien zu Grunde gelegt, die sich im zukünftigen Elektrifizierungsgrad deutlich unterscheiden.

Im ersten Schritt wird untersucht, in welchem Umfang sich der Endenergiebedarf der Typhaushalte infolge von Sanierungsmaßnahmen verändert. Hierbei wird auf existierende Zielszenarien für den Gebäudesektor zurückgegriffen.⁶

- Beispielsweise beschreiben die Szenarien der Energieeffizienzstrategie Gebäude der Bundesregierung (BMWI 2015) verschiedene Möglichkeiten, das im Energiekonzept erstmals politisch gesetzte Ziel, den Bedarf an nicht-erneuerbarer Primärenergie bis zum Zieljahr

⁶ Eine verstärkte Sektorkopplung folgt aus dem Ziel, das Energiesystem sukzessive zu dekarbonisieren. Das zugrundeliegende Klimaschutzziel lässt sich nur erreichen, wenn auch der Gebäudesektor langfristig dekarbonisiert wird. Aufgrund der begrenzten Potenziale erneuerbarer Energien ist dies wiederum nur möglich, wenn die Endenergienachfrage der Gebäude durch Sanierungsmaßnahmen stark reduziert wird (BMWI 2015).

2050 um 80% zu reduzieren. Die beiden Szenarien „Effizienz“ und „Erneuerbare Energien“ beschreiben dabei die Ränder des Zielkorridors, der einerseits durch bestehende Sanierungsrestriktionen, andererseits durch begrenzte Potenziale an erneuerbaren Energien charakterisiert wird. Bis zum Jahr 2030 sinkt der Endenergiebedarf der Wohngebäude für Heizen und Warmwasser im Szenario „Effizienz“ um 29% und im Szenario „Erneuerbare Energien“ um „lediglich“ 22% (BMW I 2015). Laut Monitoringbericht der Bundesregierung sank der temperaturbereinigte Endenergieverbrauch zur Erzeugung von Raumwärme in privaten Haushalten zwischen 2008 und 2017 um rund 9%, gleichzeitig blieb der Raumwärmeverbrauch zwischen 2013 und 2017 nahezu konstant (BMW I 2018a).

- Einen vergleichbaren Zielkorridor beschreiben die Szenarien der Studie „Klimaneutraler Gebäudebestand 2050“ des Umweltbundesamts (Öko-Institut/Fraunhofer ISE 2017). Die Studie untersucht drei verschiedene Zielszenarien. Im mittleren der drei Zielszenarien (Szenario „WG Zielbild-55%“) sinkt der Endenergiebedarf für Heizung und Warmwasser zwischen 2012 und 2030 um rund 20%.

Legt man die oben skizzierten Zielszenarien zu Grunde, folgt daraus, dass zwischen 2017 und 2030 der Endenergiebedarf der Privathaushalte für Heizung und Warmwasser um rund 16% sinkt, während der Bedarf zwischen 2013 (Bilanzierungsjahr der EVS) und 2017 weitgehend konstant bleibt. Mangels Kenntnis des spezifischen Sanierungsverhaltens der Typhaushalte bzw. – im Falle von Mietwohnungen – der Eigentümer der durch die Typhaushalte bewohnten Gebäude wird unterstellt, dass alle Typhaushalte den gleichen Reduktionswert erfahren, also bei allen Typhaushalten bis 2030 der Endenergiebedarf um 16% sinkt.

Für die Endenergiebereitstellung werden für das Jahr 2030 zwei Varianten betrachtet. Die beiden Varianten unterscheiden sich insbesondere im Elektrifizierungsgrad der Wärmeversorgung. Der Elektrifizierungsgrad wird vor allem durch den Durchdringungsgrad an Wärmepumpen bestimmt, also die Anzahl an Typhaushalten, deren Raumwärme und Warmwasser über Wärmepumpen erzeugt wird.⁷ Da nicht alle Gebäude für den Einsatz von Wärmepumpen geeignet sind, müssen weitere (einschränkende) Annahmen getroffen werden. Zur Abschätzung des maximalen Durchdringungsgrads wird vereinfachend angenommen, dass Wärmepumpen prinzipiell in jedem Neubau sowie in jedem Bestandsgebäude, das einer energetischen Vollsanierung unterzogen wird, eingesetzt werden können. Energetisch unsanierte Wohngebäude benötigen bei der Raumwärmeversorgung in der Regel ein hohes Temperaturniveau (Vorlauftemperatur), was beim Einsatz einer Wärmepumpe zu Lasten ihrer Effizienz geht und zu sehr hohen Betriebskosten führen kann. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass insbesondere die Variante mit hohem Elektrifizierungsgrad an die Bedingung gekoppelt ist, dass der Endenergiebedarf im Sinne der Zielszenarien der Wärme-wende sinkt.

Die beiden Elektrifizierungsvarianten sind in Tabelle 3-1 dargestellt. Diese ist folgendermaßen zu lesen:

- Elektrifizierungsgrad hoch: Es wird unterstellt, dass ab 2019 neun von zehn neuen EZFH sowie 75% aller neuen MFH eine Wärmepumpe zur Raumwärme- und Warmwassererzeugung erhalten.⁸ Zudem erhalten 65% aller vollsanierten EZFH sowie 55% der vollsanierten MFH eine Wärmepumpe. Dies führt dazu, dass in 2030 ein Anteil von 21% der Wohnfläche

⁷ Andere Optionen einer Elektrifizierung (z.B. Elektrodenkessel, Heizstäbe in Wärmespeichern) spielen in den meisten Klimaschutzszenarien für den Gebäudesektor nur eine untergeordnete Rolle. Die Warmwasserbereitung über Elektroboiler oder elektrische Durchlauferhitzer wird hingegen berücksichtigt.

⁸ Die Annahme, dass ab 2019 die Marktdurchdringung von Wärmepumpen schlagartig anwächst, ist natürlich nicht realistisch. Im Rahmen der Untersuchung dient diese vereinfachende Annahme dazu, in 2030 einen hohen Elektrifizierungsgrad sicherzustellen.

aller EZFH über Wärmepumpen versorgt wird, bei MFH liegt der Anteil der WP-versorgten Wohnfläche bei 16%.

Der hohe Elektrifizierungsgrad führt dazu, dass in 2030 in den Wohngebäuden rund 4,2 Mio. Wärmepumpen in Betrieb sind.⁹ Zum Vergleich: In den Szenarien der Studie „Wärmewende 2030“ der Agora Energiewende werden in 2030 im gesamten Gebäudesektor (Wohn- und Nichtwohngebäude) zwischen 3 und 5 Mio. Wärmepumpen eingesetzt (Fraunhofer IWES/IBP 2017).

- Elektrifizierungsgrad niedrig: Hier wird unterstellt, dass ab 2019 55% aller neu gebauten sowie 40% aller vollsanierten Wohngebäude (EZFH und MFH) eine Wärmepumpe erhalten. Diese Anteile entsprechen in etwa den WP-Anteilen im Rahmen der KfW-Förderprogramme in den entsprechenden energetischen Neubauniveaus (KfW-55/70) bzw. Sanierungsniveaus (KfW-70/85) im Jahr 2016 (IWU/IFAM 2018). Der niedrige Elektrifizierungsgrad führt dazu, dass in 2030 13% der Wohnfläche in EZFH und 12% der Wohnfläche in MFH durch Wärmepumpen versorgt werden.

Beim niedrigen Elektrifizierungsgrad sind in 2030 in den Wohngebäuden rund 2,7 Mio. Wärmepumpen in Betrieb.

Tabelle 3-1: Einsatz von Wärmepumpen in den beiden Varianten „Elektrifizierung hoch/niedrig“

	EZFH	MFH	
	Anteil an gesamter Wfl. EZFH/MFH 2030		
hoch	21%		ab 2019 erhalten 90% der neuen EZFH und 65% der vollsanierten EZFH eine WP
		16%	ab 2019 erhalten 75% der neuen MFH und 55% der vollsanierten MFH eine WP
niedrig	13%		ab 2019 erhalten 55% der neuen EZFH und 40% aller vollsanierten EZFH eine WP
		12%	ab 2019 erhalten 55% der neuen MFH und 40% der vollsanierten MFH eine WP

Quelle: Öko-Institut e.V.

Da die verschiedenen Typhaushalte zu unterschiedlichen Anteilen in EZFH bzw. MFH leben (s.o.), unterscheiden sich die Typhaushalte auch untereinander im Elektrifizierungsgrad. Hingegen wird keine Differenzierung zwischen eigengenutzten und gemieteten Gebäuden bzw. Wohnungen gemacht.

Zur Bestimmung des Stromverbrauchs der eingesetzten Wärmepumpen wird eine durchschnittliche Jahresarbeitszahl von 3,5 unterstellt. Diese spiegelt einen Mittelwert aus heute eingesetzten Luft-Wärmepumpen und erdgekoppelten Wärmepumpen in Neubauten wieder (Fraunhofer ISE 2017).

Die Anteile der nicht-elektrischen Energieträger am gesamten Endenergiebedarf der Typhaushalte in 2030 erfolgt analog der mittleren Energieträgerverteilung in den Szenarien der Energieeffizienz-

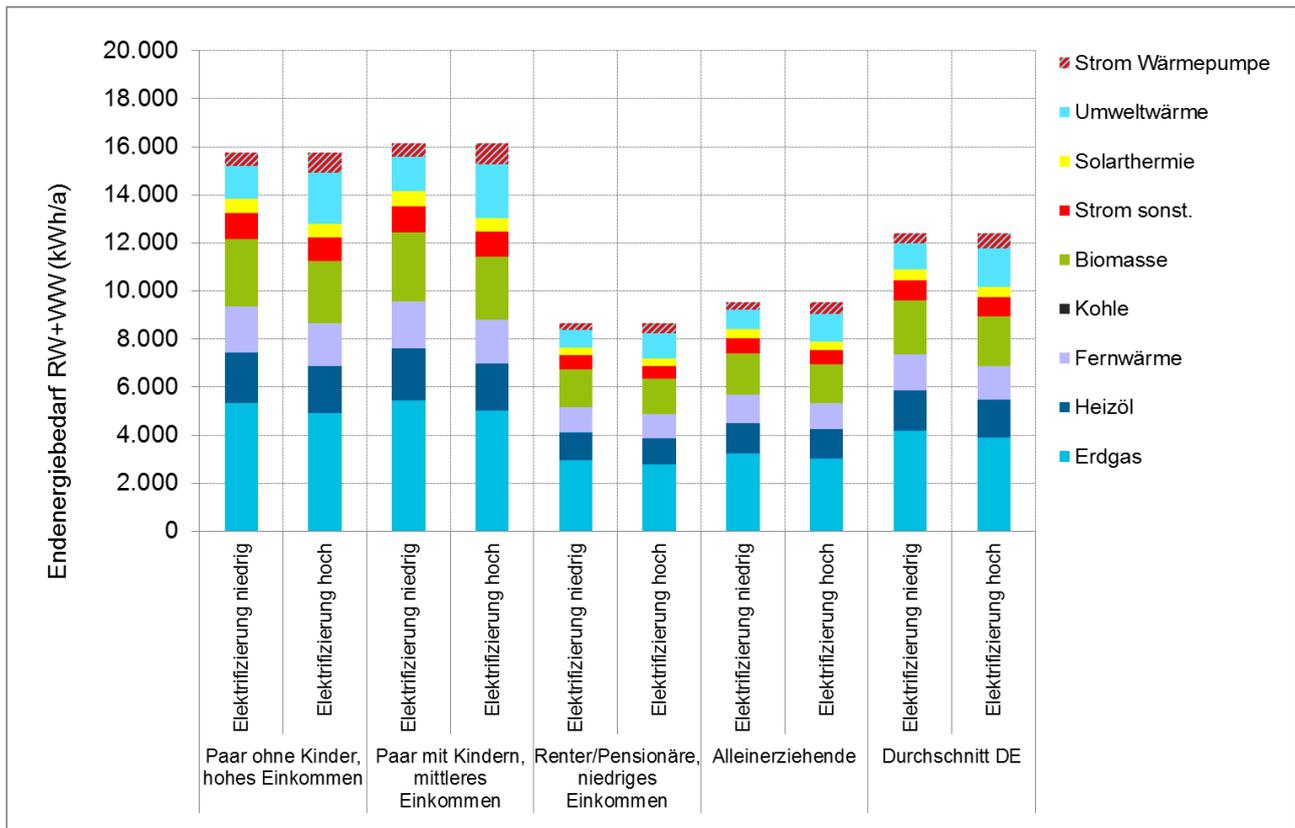
⁹ Zum Vergleich: Ende 2017 belief sich der Bestand an Wärmepumpen auf rund 0,8 Mio. Stück (Wohn- und Nichtwohngebäude) (<https://www.waermepumpe.de/presse/zahlen-daten/>).

strategie Gebäude (s.o.). Vereinfachend wird unterstellt, dass alle Typhaushalte für den nicht-elektrischen Endenergieanteil eine vergleichbare relative Energieträgerverteilung erhalten.

Abbildung 3-1 vergleicht für die Typhaushalte für das Jahr 2030 die Verteilung der Endenergieträger für Raumwärme- und Warmwasser in den beiden Elektrifizierungsgraden (absolute Verbrauchswerte). Abbildung 3-2 zeigt die entsprechenden (auf die Wohnfläche der Typhaushalte bezogenen) spezifischen Endenergieverbräuche in 2030. Im Gegensatz zu Abbildung 2-7 werden dabei auch die Endenergiebeiträge aus Solarthermie und Umweltwärme ausgewiesen. Bei der Wärmebereitstellung durch Wärmepumpen wird zwischen der Umgebungswärme (z.B. aus der Luft oder dem Boden) und dem Strombedarf unterschieden, der für den Betrieb der Wärmepumpen notwendig ist. Der sonstige Strombedarf erfasst den Strombedarf für die direktelektrischen Wärmeerzeuger (z.B. Elektroboiler oder elektrische Durchlauferhitzer für die Warmwassererzeugung, Nachtspeicherheizungen) sowie für die verstärkt eingesetzten Lüftungsanlagen.

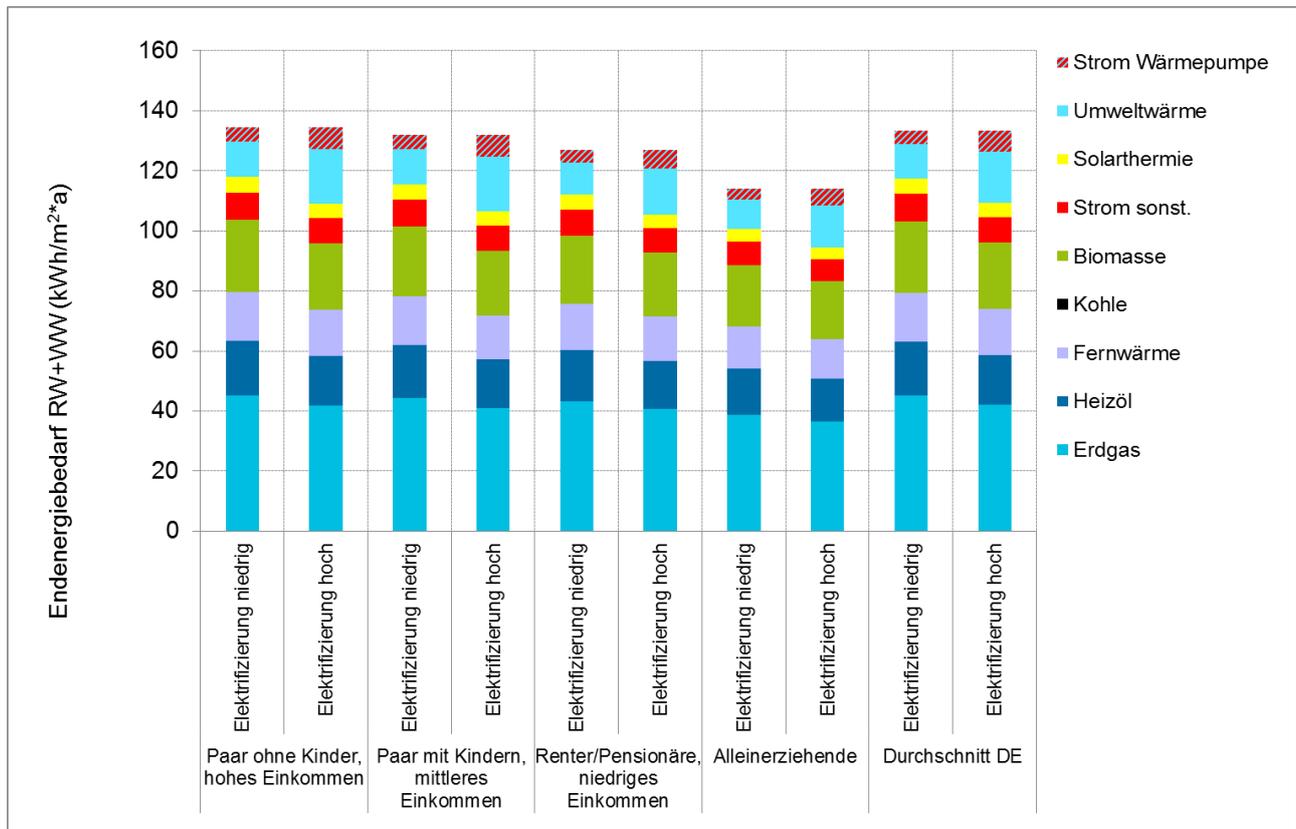
Wie oben dargestellt, sinkt bei allen Typhaushalten bis zum Jahr 2030 der Endenergiebedarf für Raumwärme und Warmwasser um 16%. Die Typhaushalten benötigen in der Variante mit hohem Elektrifizierungsgrad zwischen 45% (Rentner/Pensionäre, niedriges Einkommen) und 55% (Paare mit Kindern, mittleres Einkommen) mehr Wärmepumpenstrom als in der Variante mit niedrigem Elektrifizierungsgrad. In absoluten Werten liegt die größte Differenz bei einem Wärmepumpen-Stromverbrauch in Höhe von rund 320 kWh (Paare mit Kindern, mittleres Einkommen).

Abbildung 3-1: Endenergieträgermix 2030 für Raumwärme- und Warmwasser (absolute Verbrauchswerte)



Quelle: Öko-Institut e.V.

Abbildung 3-2: Endenergieträgermix 2030 für Raumwärme- und Warmwasser (spezifische Verbrauchswerte)



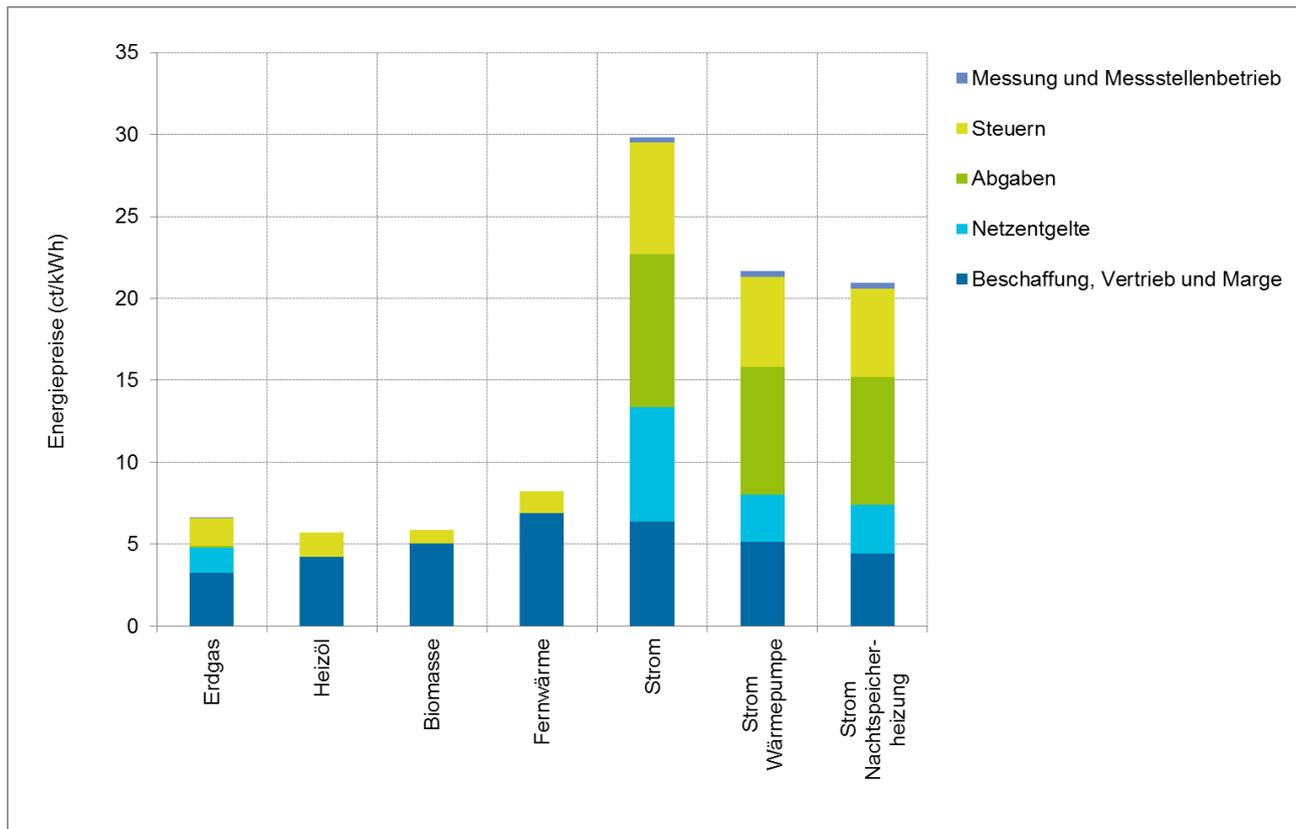
Quelle: Öko-Institut e.V.

3.2. Entwicklung der Energiepreise (Energiepreisprojektion)

Für die Untersuchung der zukünftigen Energiekosten der Typhaushalte werden zunächst Projektionen für die Entwicklungen der Preise für die verschiedenen Heizenergieträger bis 2030 zu Grunde gelegt. Betrachtet werden die Preise für Heizöl, Erdgas, Biomasse, Fernwärme und Strom für das Ausgangsjahr 2017 sowie das Zieljahr 2030 (Preisbasis 2017). Bei den Strompreisen wird unterschieden zwischen Stromtarifen für Nachtspeicherheizungen, Wärmepumpen und dem regulärem Stromtarif.

Abbildung 3-3 stellt die Endverbraucherpreise für die genannten Energieträger für das Ausgangsjahr 2017 dar, wobei differenziert wird nach staatlich veranlassten Komponenten (Steuern und Abgaben), vom Stromlieferanten grundsätzlich zu beeinflussenden Preisbestandteilen (Beschaffung, Vertrieb und Marge) sowie den regulierten Netzentgelten und Entgelten für Messung und Messstellenbetrieb.

Abbildung 3-3: Preiskomponenten für Energieträger zur Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser im Jahr 2017



Quelle: Öko-Institut e.V. auf Basis von Bundesnetzagentur/Bundeskartellamt (2017) sowie BMWi (2018b)

Durch die deutlich höheren staatlich veranlassten Preisbestandteile für Strom im Vergleich zu den anderen dargestellten Energieträgern ergibt sich auch für die vergünstigten Tarife für Heizstrom (Wärmepumpen und Nachtspeicherheizungen) ein deutlich höherer Endverbraucherpreis. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass bei der Nutzung von Wärmepumpen je nach Jahresarbeitszahl ca. 3-4 kWh nutzbare Wärme pro kWh Strom erzeugt werden.

Die vergünstigten Tarife für Heizstrom (Wärmepumpen und Nachtspeicherheizungen) begründen sich dadurch, dass steuerbare Verbrauchseinrichtungen vorliegen. Der Stromversorger kann somit die Stromzufuhr zu bestimmten Zeiten unterbrechen bzw. steuern. Im Gegenzug dafür verringern sich die Netznutzungsentgelte sowie die Konzessionsabgabe und durch das Vermeiden von Stromeinkauf zu Peak-Zeiten verringern sich die Beschaffungskosten. Im Jahr 2016 wurde Wärmepumpenstrom an 426.700 Zählpunkte geliefert (Bundesnetzagentur/Bundeskartellamt 2017), was etwa der Hälfte der Wärmepumpenbetreiber entspricht. Für die Berechnungen der Auswirkungen der Elektrifizierung auf die Energiekosten wird angenommen, dass alle Wärmepumpenbetreiber einen vergünstigten Heizstromtarif beziehen.

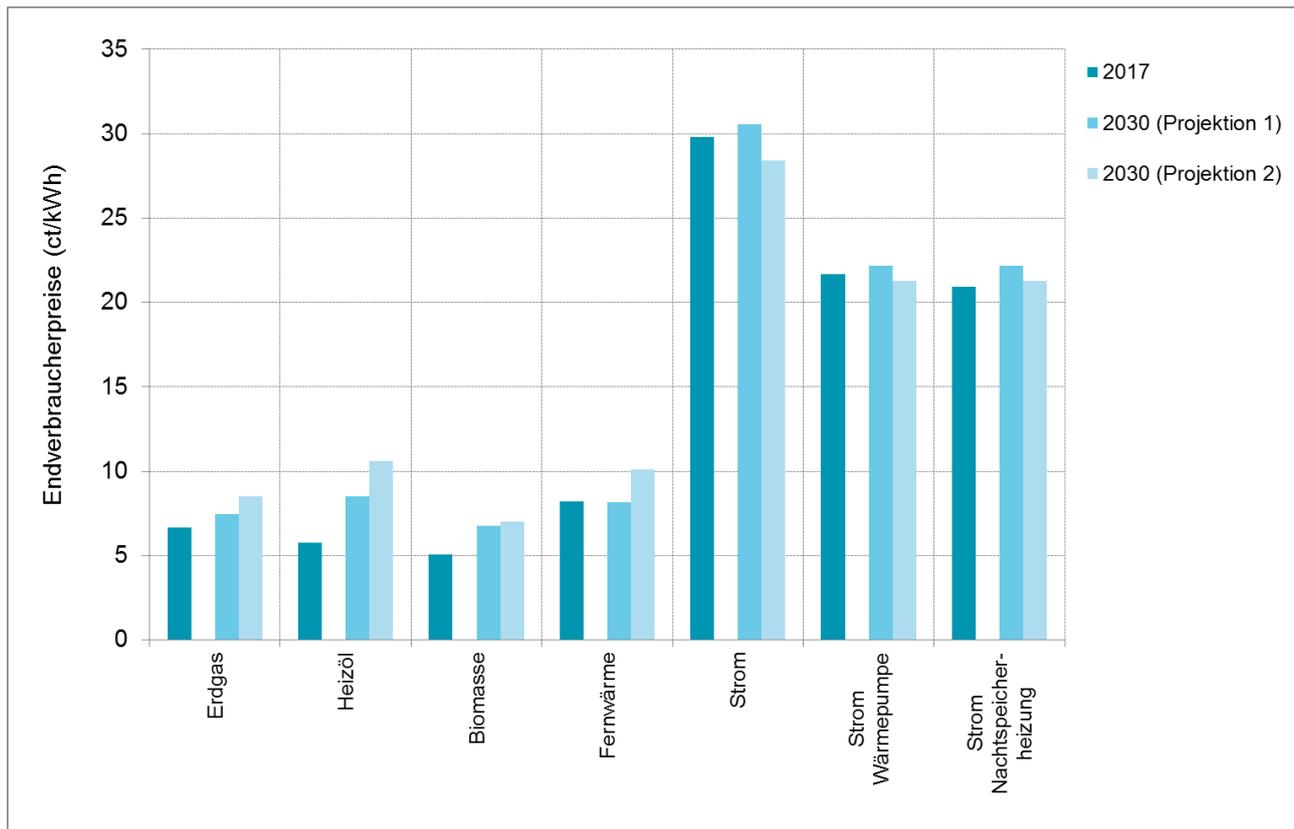
Für die Untersuchung der Auswirkungen der Elektrifizierung auf die Energiekosten werden zwei Projektionen für die Entwicklung der Energiepreise bis zum Jahr 2030 zu Grunde gelegt:

- Projektion 1 basiert auf den Preisentwicklungen, die der Folgenabschätzung zum Klimaschutzplan 2050 zu Grunde liegen (Öko-Institut et al. 2018).

- Projektion 2 basiert auf den der Energieeffizienzstrategie Gebäude (BMWI 2015) zu Grunde liegenden Preisprojektionen.¹⁰

Abbildung 3-4 stellt die beiden Preisprojektionen gegenüber und vergleicht diese mit den Preisen im Jahr 2017. Der Vergleich zeigt, dass in Preisprojektion 1 die Strompreise stärker ansteigen als in Preisprojektion 2, während der Anstieg der Preise für Erdgas und Heizöl geringer ausfällt als in Preisprojektion 2.

Abbildung 3-4: Energiepreisprojektionen 2030 und Vergleich mit Preisen im Jahr 2017 (Preisbasis 2017)



Quelle: Öko-Institut e.V.

Die Projektion der Strompreise in Preisprojektion 1 berücksichtigt die Entwicklungen der einzelnen Strompreiskomponenten bis zum Jahr 2030. Die Abschätzung der Kosten für die Strombeschaffung basieren auf einer modellgestützten Analyse der Entwicklung des Kraftwerkparks sowie des Ausbaus der erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung. Im Rahmen der Modellierung steigt der Großhandelspreis zwischen 2017 und 2030 um rund 26%. Die Entwicklung der EEG-Umlage erfolgt mit Hilfe eines EEG-Rechners.¹¹ Die EEG-Umlage sinkt dabei zwischen 2017 und 2030 um rund 40%. Aufgrund des notwendigen Ausbaus der Stromnetze steigen in der Projektion die Netzentgelte zwischen 2017 und 2030 um rund 13%. Die Projektion der Gaspreise in Preisprojektion 1 unterstellt einen Anstieg der Kosten für die Gasbeschaffung zwischen 2017 und 2030 von rund 20% und beim Heizöl einen Anstieg von rund 55%.

¹⁰ <https://www.dena-expertenservice.de/arbeitshilfen/zahlen-zum-nachschiessen/energiepreise/>

¹¹ <https://www.agora-energiewende.de/veroeffentlichungen/eeg-rechner-fuer-excel/>

In beiden Energiepreisprojektionen wird für die beiden Elektrifizierungsvarianten der gleiche Strompreis verwendet. Es wird also nicht angenommen, dass in der Elektrifizierungsvariante „hoch“ die höhere Stromnachfrage zu einem höheren Strompreisniveau führt. Für eine solche nachfrageinduzierte Strompreisdifferenz unterscheiden sich die beiden Elektrifizierungsvarianten in Hinblick auf die absolute Stromnachfrage zu geringfügig.

3.3. Entwicklung der Energiekosten

3.3.1. Auswirkungen auf die jährlichen Energiekosten

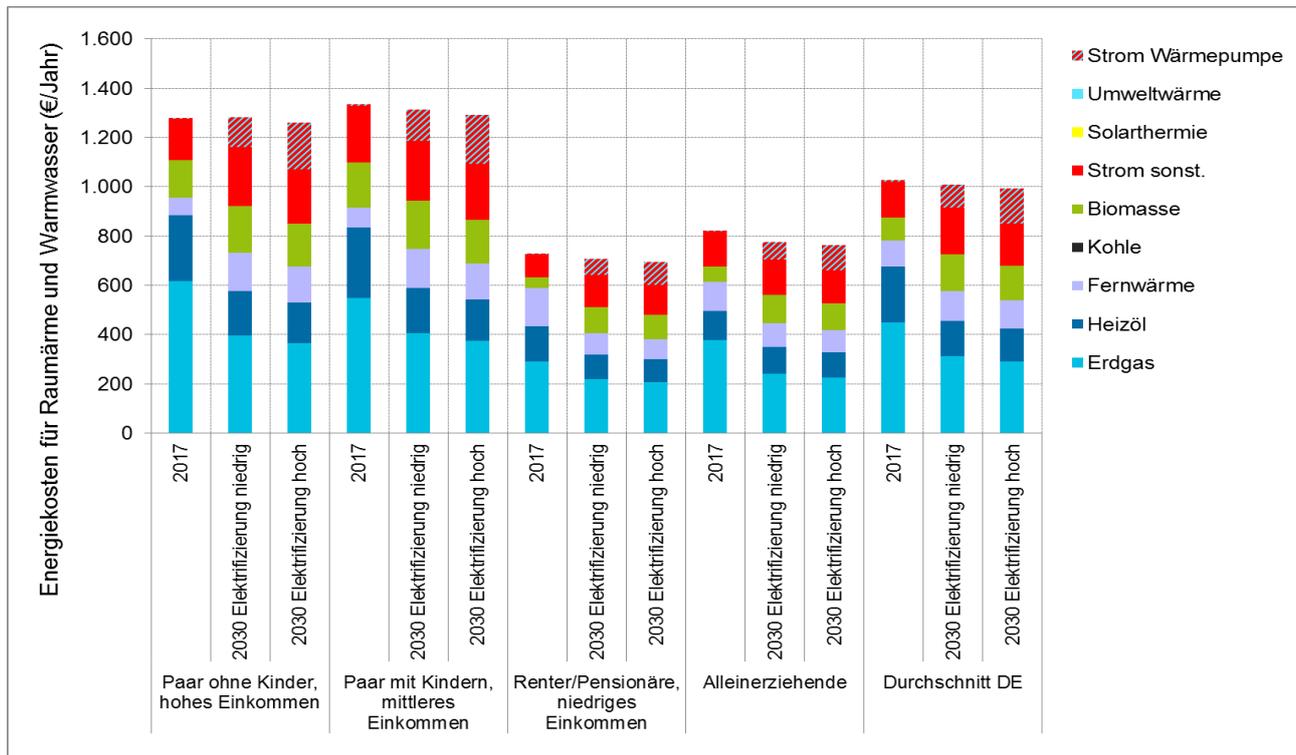
Im ersten Schritt wird untersucht, in welchem Umfang sich die Elektrifizierung der Wärmeversorgung für die betrachteten Typhaushalte auf die durchschnittlichen jährlichen Kosten für die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser auswirken. Dazu werden für die beiden Energiepreisprojektionen und für die oben beschriebenen zwei Varianten des Elektrifizierungsgrades die jeweiligen Energiekosten im Jahr 2030 verglichen.

Abbildung 3-5 stellt für die Energiepreisprojektion 1 die jährlichen Energiekosten der beiden Varianten des Elektrifizierungsgrades gegenüber. Der Vergleich mit den Energiekosten im Jahr 2017 zeigt, dass über alle Typhaushalte hinweg die jährlichen Kosten für beide Varianten der Elektrifizierung bis zum Jahr 2030 sinken. Der Grund dafür liegt in dem infolge der unterstellten Effizienzmaßnahmen bis 2030 sinkenden Endenergiebedarf, der den gegenläufigen Effekt der moderat ansteigenden Energiepreise überkompensiert. Ein Vergleich der beiden Elektrifizierungsgrade untereinander zeigt, dass ein höherer Elektrifizierungsgrad zu geringfügig niedrigeren Energiekosten führt. Dies liegt daran, dass die Folgen des im Vergleich zum Erdgas- oder Heizölpreis wesentlich höheren Strompreises durch die hohe Effizienz der Wärmepumpen leicht überkompensiert werden.

Abbildung 3-6 stellt für die Energiepreisprojektion 2 die jährlichen Energiekosten der beiden Varianten des Elektrifizierungsgrades gegenüber. Der Vergleich mit den Energiekosten im Jahr 2017 zeigt, dass im Unterschied zu den Entwicklungen unter Preisprojektion 1 die jährlichen Kosten im Jahr 2030 höher sind als 2017. Der Grund dafür liegt in stärker ansteigenden Preisen für Heizöl, Erdgas und Fernwärme, deren Folgen durch den gegenläufigen Effekt des sinkenden Endenergiebedarfs nicht vollständig kompensiert werden können.¹² Wie auch bei Projektion 1 zeigt der Vergleich der beiden Elektrifizierungsgrade, dass ein höherer Elektrifizierungsgrad tendenziell zu geringfügig niedrigeren Energiekosten führt.

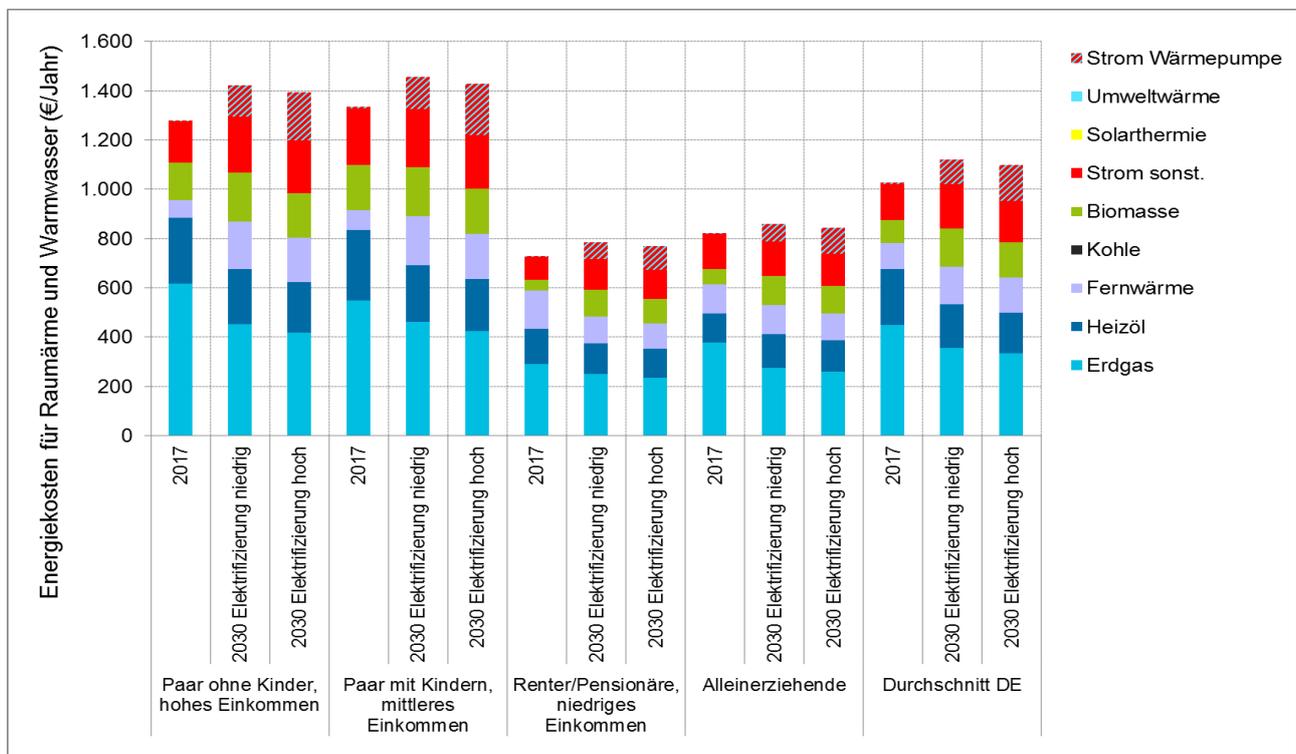
¹² Würde die Stromsteuer auf das seitens der EU-Energiesteuerrichtlinie (2003/96/EG) gebotene Mindestniveau (nicht-betriebliche Verwendung) von 1,0 EUR/MWh abgesenkt, würden in der Energiepreisprojektion 2 in beiden Elektrifizierungsvarianten die gesamten Wärmekosten des deutschen Durchschnittshaushalts um rund 1% sinken.

Abbildung 3-5: Jährliche Energiekosten für Raumwärme und Warmwasser 2017 und 2030 (Energiepreisprojektion 1)



Quelle: Öko-Institut e.V.

Abbildung 3-6: Jährliche Energiekosten für Raumwärme und Warmwasser 2017 und 2030 (Energiepreisprojektion 2)



Quelle: Öko-Institut e.V.

3.3.2. Auswirkungen auf die jährlichen Wärmekosten einschließlich Technologiekosten

Im zweiten Schritt wird untersucht, in welchem Umfang sich eine Elektrifizierung der Wärmeversorgung unter Einbezug der Technologiekosten auf die Gesamtkosten für die Wärmebereitstellung auswirkt. Dabei werden neben den Energiekosten also auch die Technologiekosten für die Anschaffung der jeweiligen Anlagen zur Wärmeversorgung mitbetrachtet. Die Technologiekosten werden dafür vereinfacht auf die Wärmemenge umgelegt, die eine Heizanlage über ihre Lebensdauer erzeugt.

Der Abschätzung der Technologiekosten liegen folgende Annahmen zu Grunde:

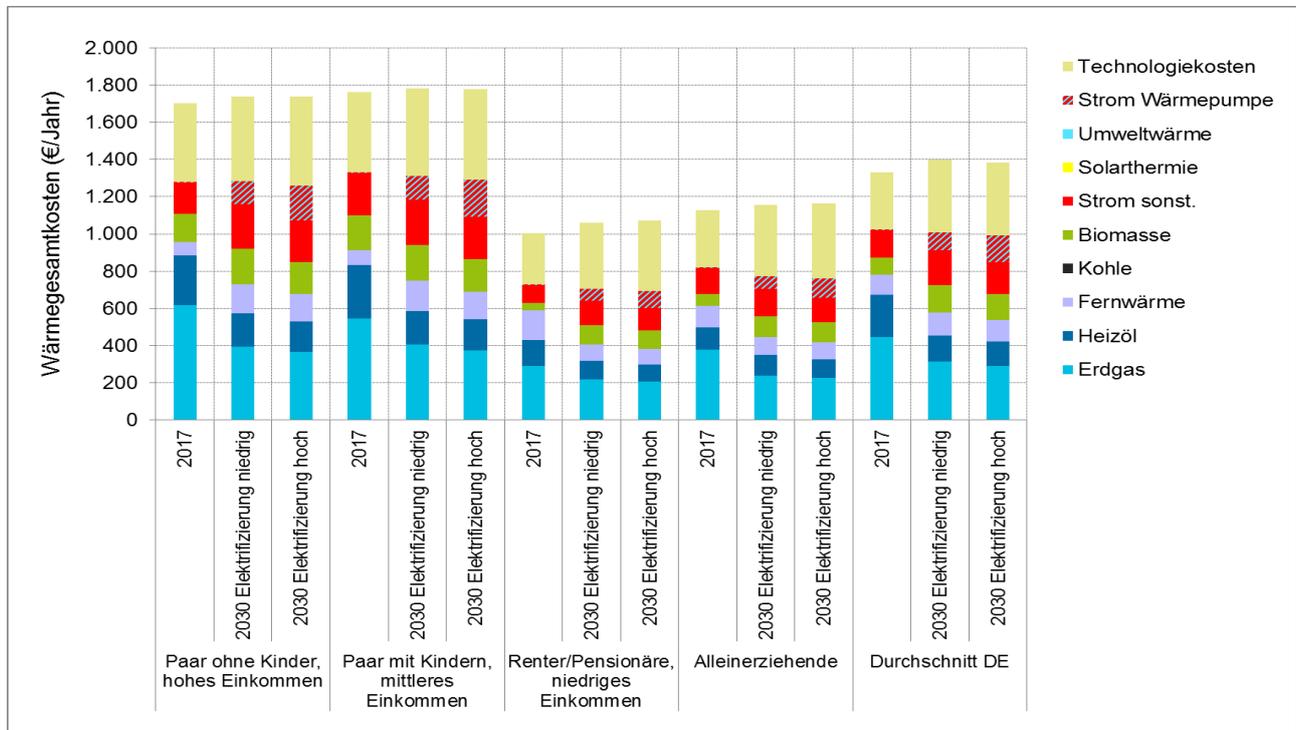
- Für die Wohnflächen-spezifischen Technologiekosten in €/m² werden Kostenansätze zugrunde gelegt, die das Institut für Wohnen und Umwelt im Rahmen der Studie „Kosten energierelevanter Bau- und Anlagenteile bei der energetischen Modernisierung von Altbauten“ ermittelt hat (IWU 2015). Für die Technologiekosten von Wärmepumpen (in IWU 2015 nicht enthalten) wird die Evaluierung des Marktanzreizprogramms zu Grunde gelegt (BMWi 2018c). Für die durchschnittlichen Wohnflächen der Typhaushalte werden die in Abbildung 2-4 dargestellten Werte verwendet.
- Für die jeweiligen Typhaushalte verändert sich der Anteil der Wärmeerzeugungstechnologien im Zeitverlauf (z.B. zunehmende Elektrifizierung). Die Anteile der Technologien an der Wärmeversorgung der Typhaushalte wird für die beiden Varianten des Elektrifizierungsgrades den in Abschnitt 3.1 dargestellten Berechnungen entnommen.
- In der Betrachtung werden die gesamten anfallenden Technologiekosten den Haushalten zugerechnet. Würde man berücksichtigen, dass insbesondere Investitionen in EE-Wärmetechnologien durch das BAFA oder die KfW gefördert werden, würden sich aus Sicht der Haushalte die Technologiekosten weiter verringern. Da die Auswirkungen auf die Ergebnisse der Berechnungen allerdings vernachlässigbar sind, wird die Förderung hier nicht weiter betrachtet.
- Für die Darstellung der jährlichen Wärmekosten werden die Technologiekosten auf die Wärmemenge umgelegt, die die verschiedenen Technologien innerhalb einer antizipierten Lebensdauer von 25 Jahren erzeugt. Damit „erhält“ jede Kilowattstunde Wärme, neben den mit ihrer Erzeugung verbundenen Energiekosten (z.B. Brennstoffkosten) auch einen Technologiekostenanteil.

Abbildung 3-7 stellt die jährlichen Wärmekosten unter Berücksichtigung der Technologiekosten für die in Projektion 1 angenommene Entwicklung der Energiepreise dar. In der Darstellung werden die Technologiekosten über alle „involvierten“ Heizungstechnologien der Typhaushalte aggregiert ausgewiesen. Für beide betrachteten Elektrifizierungsgrade zeigt sich, dass sich die jährlichen Kosten im Jahr 2030 für alle Typhaushalte nur geringfügig von den jährlichen Kosten im Jahr 2017 unterscheiden (beim Durchschnittshaushalt DE Anstieg von 4-5%) und dass auch zwischen den beiden Elektrifizierungsgraden die Unterschiede sehr gering ausfallen. Die leicht unterschiedlichen Auswirkungen zwischen den Typhaushalten begründen sich durch die unterschiedliche Zusammensetzung des Mix an Heiztechnologien.

Abbildung 3-8 stellt die jährlichen Wärmekosten unter Berücksichtigung der Technologiekosten für die in Projektion 2 angenommene Entwicklung der Energiepreise dar. Im Gegensatz zur Kostenentwicklung bei Energiepreisprojektion 1 steigen die jährlichen Kosten bis zum Jahr 2030 für alle Typhaushalte deutlich stärker, beim Durchschnittshauhalt DE z.B. um 12-14%. Die etwas höheren Gesamtkosten im Jahr 2030 im Vergleich zu Abbildung 3-7 begründen sich durch den stärkeren

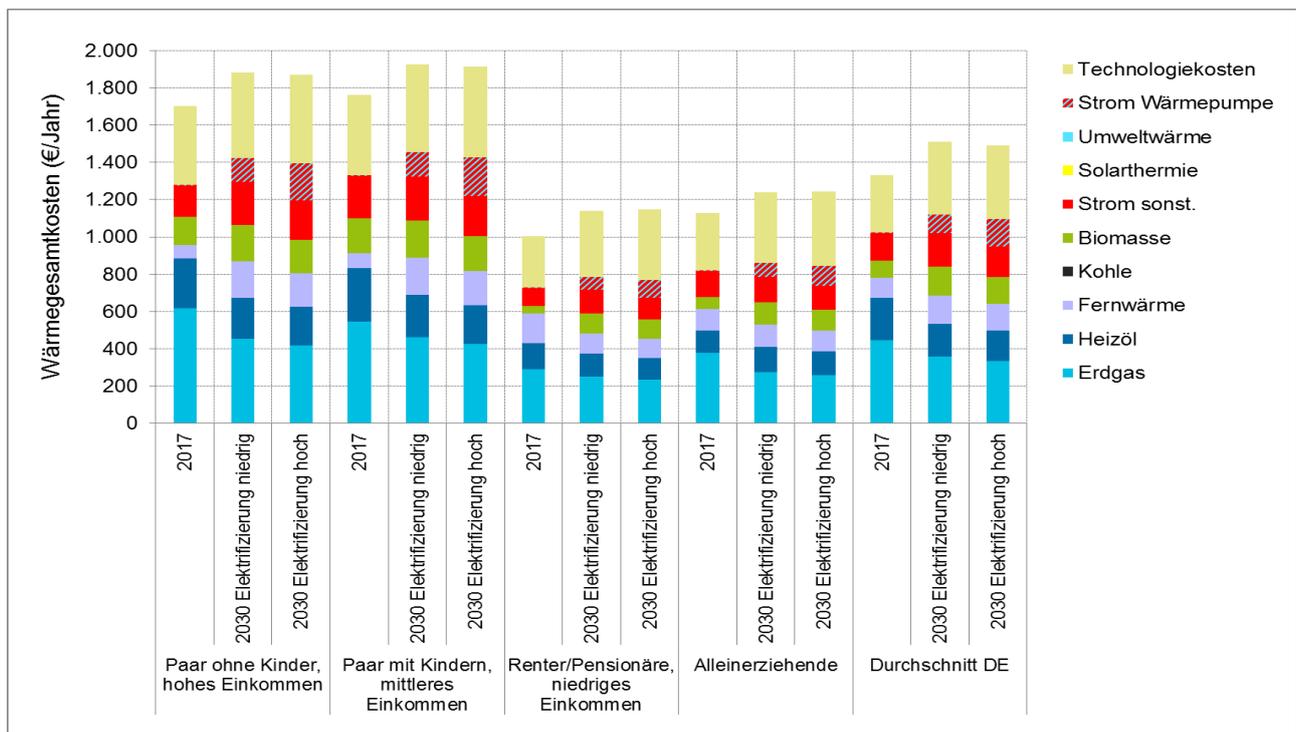
Anstieg der Energiepreise für Heizöl, Erdgas und Fernwärme, der der Preisprojektion 2 zu Grunde liegt. Die Wärmeesamtkosten zwischen den beiden Elektrifizierungsgraden unterscheiden sich hingegen nur marginal.

Abbildung 3-7: Jährliche Wärmeesamtkosten 2017 und 2030 (Energiepreisprojektion 1)



Quelle: Öko-Institut e.V.

Abbildung 3-8: Jährliche Wärmeesamtkosten 2017 und 2030 (Energiepreisprojektion 2)



Quelle: Öko-Institut e.V.

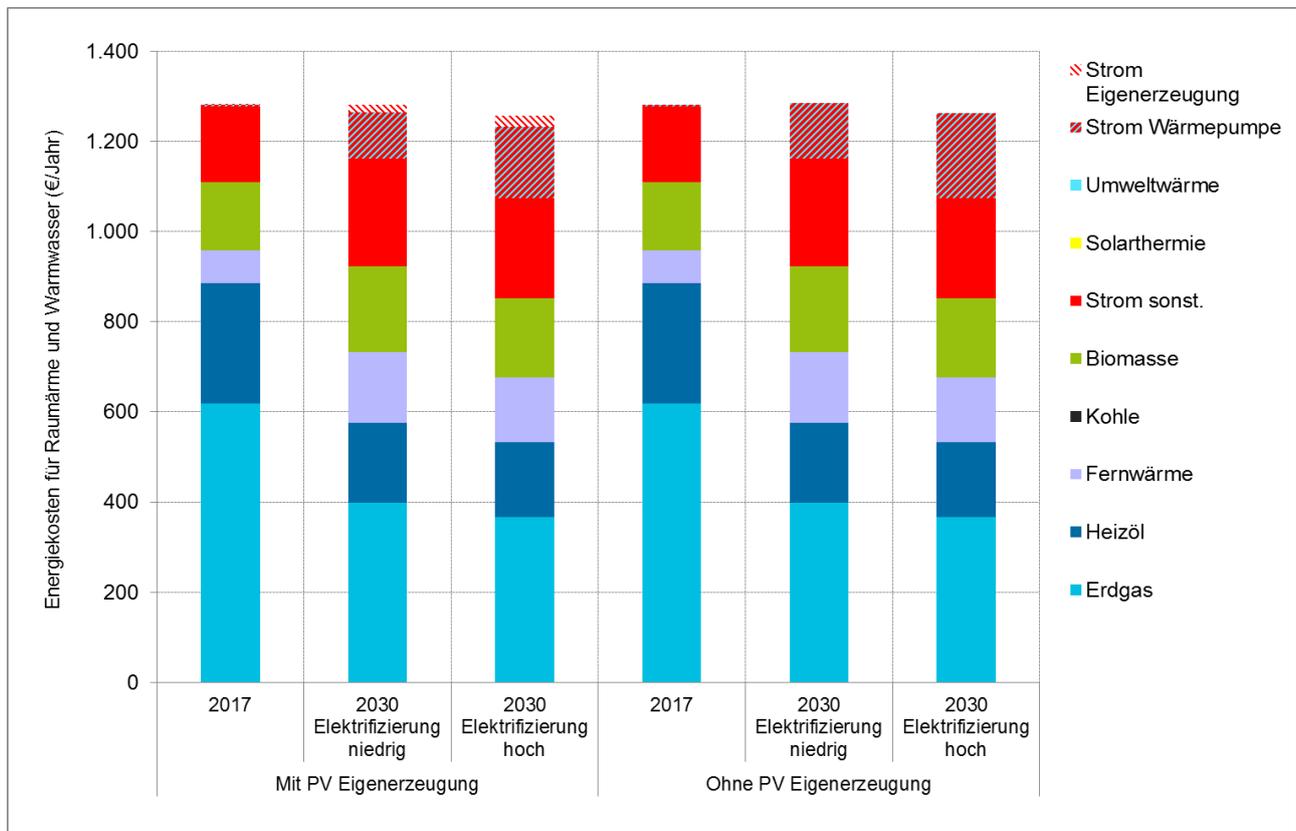
3.3.3. Auswirkungen auf die Kosten bei Nutzung von eigenerzeugtem Solarstrom

Im dritten Schritt wird untersucht, wie sich die Elektrifizierung auf die Energiekosten auswirkt, wenn eigenerzeugter Strom aus PV-Dachanlagen genutzt wird. Folgende Annahmen werden der Betrachtung zu Grunde gelegt:

- **Stromgestehungskosten:** Die Stromgestehungskosten von PV-Dachanlagen sind durch die fallenden Preise von PV-Modulen und Wechselrichtern in den letzten Jahren deutlich gesunken. Die Stromgestehungskosten sind abhängig von der Anlagenleistung sowie der solaren Einstrahlung und liegen in Deutschland für kleine PV-Dachanlagen zwischen 11,54 und 7,23 ct/kWh (Fraunhofer ISE 2018). Für die hier durchgeführten Berechnungen wird ein durchschnittlicher Wert von 10 ct/kWh angenommen.
- **Leistung der PV-Anlagen:** Es wird angenommen, dass die hier betrachteten PV-Anlagen unter die De-minimis-Regelung für Kleinanlagen gemäß § 61 Abs. 2 Nr. 4 EEG fallen und somit von der Pflicht befreit sind, für die im Rahmen einer Eigenversorgung selbst erzeugten und verbrauchten Strommengen die EEG-Umlage zu zahlen.
- **Eigenverbrauchsanteil:** Aufgrund der deutlich niedrigeren Stromgestehungskosten durch PV-Anlagen im Vergleich zum Bezug aus dem Stromnetz, ist für Endverbraucher eine Maximierung des Eigenverbrauchs wirtschaftlich attraktiv. Der zu erreichende Eigenverbrauchsanteil ist insbesondere auch bei der Kombination von PV-Anlagen und Wärmepumpen eine wichtige Kenngröße und kann prinzipiell durch Modulation der Wärmepumpe sowie durch den Einsatz von Wärme- und Stromspeichern gesteigert werden. Je nach Gebäudetyp können mit einer Anlagengröße von 10 kWp zwischen 20 und 70% des gesamten Strombedarfs eines Haushalts mit eigenerzeugtem PV-Strom gedeckt werden (HTW 2015). Für die vorliegende Berechnung wird ein Eigenverbrauchsanteil bei der Versorgung der Wärmepumpe von 50% angenommen.
- **Stromtarif für Restverbrauch:** Es wird angenommen, dass der Stromanbieter bei Verwendung lokal erzeugten Stroms aus einer PV-Dachanlage für den verbleibenden Strombedarf der Wärmepumpe keinen vergünstigten Wärmestromtarif anbietet, so dass als Bezugskosten für den verbleibenden Stromverbrauch der Regeltarif für Strombezug aus dem Netz angesetzt wird.
- **Typhaushalte:** Die Berechnung wird exemplarisch für den Typhaushalt „Paar ohne Kinder, hohes Einkommen“ durchgeführt, da dieser einen hohen Anteil von Haushalten in Einfamilienhäusern aufweist, die wiederum besonders geeignet für PV-Anlagen sind. Aufgrund der komplexeren regulatorischen Rahmenbedingungen für Haushalte, bei denen keine Personenidentität zwischen dem Betreiber der Anlage und dem Verbraucher des Stroms besteht (Mieterstrommodelle), werden hier nur Haushalte in Einfamilienhäusern in die Betrachtung des Eigenverbrauchs einbezogen.

Abbildung 3-9 stellt exemplarisch für den Typhaushalt „Paar ohne Kinder, hohes Einkommen“ und die Energiepreisprojektion 1 den Einfluss der Nutzung eigenerzeugten PV-Stroms auf die Energiekosten für Raumwärme und Warmwasser für die beiden Varianten mit hohem und niedrigem Elektrifizierungsgrad dar. Die Nutzung von eigenerzeugtem Strom führt zu einer geringfügigen Kostensenkung, wobei diese in der Variante mit hohem Elektrifizierungsgrad etwas höher ausfällt. Während der Unterschied in der hier betrachteten aggregierten Darstellung sehr gering ausfällt, kann die Kombination von Eigenstromversorgung und Wärmepumpe für den einzelnen Haushalt durchaus einen deutlichen Kostenvorteil bieten.

Abbildung 3-9: Energiekosten für Raumwärme und Warmwasser mit und ohne PV Eigenerzeugung für den Typhaushalt „Paar ohne Kinder, hohes Einkommen“, 2017 und 2030



Quelle: Öko-Institut e.V.

4. Schlussfolgerungen

Aus den voranstehenden Berechnungsergebnissen lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen:

- Ein hoher Elektrifizierungsgrad in Form eines verstärkten Einsatzes von Wärmepumpen macht nur dann Sinn, wenn die Gebäude so saniert werden, dass Wärmepumpen effizient betrieben werden können. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass die Gebäudewende ohne hohe Effizienzgewinne zu keinem hohen Elektrifizierungsgrad in Form eines hohen Anteils an Wärmepumpen führen wird.
- Die Ergebnisse der Berechnungen zeigen im Kern, dass bei Zugrundelegung heute geläufiger Energiepreisprojektionen eine verstärkte Sektorkopplung keine negativen Auswirkungen auf die Energiekosten der ausgewählten Typhaushalte sowie den deutschen Durchschnittshaushalt hat. Vielmehr sind die Jahresenergiekosten in der Variante mit einem hohen Elektrifizierungsgrad (hoher Durchdringungsgrad von Wärmepumpen) sogar etwas niedriger im Vergleich zur Variante, bei der es zu einem schwächeren Ausbau von Wärmepumpen kommt. Weitgehende Kostenparität zwischen den beiden Varianten mit hohem und niedrigem Elektrifizierungsgrad liegt dann vor, wenn neben den laufenden Energiekosten auch die Investitionskosten

ten für die jeweiligen Versorgungstechniken berücksichtigt werden, wenn diese gleichmäßig auf die Lebensdauer der Anlagen verteilt werden.

- Die Nutzung von eigenerzeugtem PV-Strom zum Betrieb einer Wärmepumpe führt auf der aggregierten Betrachtungsebene der durchschnittlichen jährlichen Energiekosten der Typhaushalte zu einer minimalen Kostensenkung, wobei diese in der Variante mit hohem Elektrifizierungsgrad etwas höher ausfällt, bezogen auf die Jahreskosten aber unter 1% liegt.
- Die Entwicklung der Jahreskosten zwischen dem Ausgangsjahr 2017 sowie dem Zieljahr 2030 hängt davon ab, welche Energiepreisprojektion zugrunde gelegt wird. Während bei der Preisprojektion aus der Folgenabschätzung zum Klimaschutzplan 2050 die Wärmekosten (Summe aus Energie- und umgelegten Technologiekosten) bis zum Jahr 2030 nur geringfügig steigen (beim deutschen Durchschnittshaushalt Anstieg von 4-5%), liegt der Anstieg bei der Preisprojektion, die bei der Entwicklung der Energieeffizienzstrategie Gebäude verwendet wurde, für den deutschen Durchschnittshaushalt bei rund 12-14%. Der größere Kostenanstieg ist Folge des stärkeren Anstiegs der Energiepreise für Heizöl, Erdgas und Fernwärme.

Zur Einordnung der Ergebnisse sind weiterhin folgende Punkte zu berücksichtigen:

- Das vorliegende Gutachten untersucht die möglichen Implikationen einer verstärkten Sektorkopplung auf die Energiekosten, die bei den Privathaushalten für die Wärmeversorgung anfallen. In der gewählten Betrachtung umfassen diese die reinen Energiekosten (also Kosten für Brennstoffe und Wärmestrom) sowie die umgelegten Investitionskosten der jeweiligen Versorgungstechnologien. Die Ergebnisse der Berechnungen lassen hingegen keine Aussagen darüber zu, welche Kostenimplikationen die Gebäudewende als Ganzes für die Verbraucher hat. Zur Ermittlung der gesamten Kostenimplikationen müssten insbesondere die Sanierungskosten der Gebäudehülle mit berücksichtigt werden.¹³ Da aber für die beiden betrachteten Varianten (Elektrifizierungsgrad hoch/niedrig) jeweils ein vergleichbares Sanierungsniveau unterstellt wird (ausgedrückt über die Reduktion des Endenergiebedarfs der Typhaushalte bis zum Jahr 2030 um 16%), sind die Kostenimplikationen in beiden Varianten gleich.
- Die Berechnungsergebnisse beziehen sich auf die ausgewählten Typhaushalte. Dabei handelt es sich um generische Durchschnittshaushalte, die den Durchschnitt aller Haushalte repräsentieren, die durch das gewählte Typsegment erfasst werden. Die Ergebnisse lassen also Aussagen darüber zu, in welchem Ausmaß ein gesamtes Haushaltssegment im Durchschnitt von bestimmten Änderungen betroffen ist. Hingegen werden keine Aussagen über die möglichen Auswirkungen auf ausgewählte Einzelhaushalte getroffen.

¹³ Laut Energieeffizienzstrategie Gebäude der Bundesregierung liegen die energiebedingten Mehrkosten einer Sanierung von Wohngebäuden bei 275 EUR/m² (EZFH) bzw. 250 EUR/m² (MFH), jeweils für Sanierungen auf den Standard KfW-Effizienzhaus 55 (BMWI 2015). Legt man die daraus resultierenden Mehrkosten auf die Wohnungsgrößen der Typhaushalte sowie eine Lebensdauer von 40 Jahren um, erhält man für den Durchschnittshaushalt DE zusätzliche (wärmewendebedingte) Jahreskosten in Höhe von rund 400 EUR. Kostenmindernde Skaleneffekte, die daraus resultieren, dass infolge einer Zunahme an Sanierungsaktivitäten die Preise für Sanierungen sinken müssten, sind bei diesem Wert nicht berücksichtigt.

Literaturverzeichnis

- AG Energiebilanzen e.V. (AGEB) (2015): Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren in Deutschland in den Jahren 2013 bis 2015. Berlin.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2018a): Sechster Monitoring-Bericht "Energie der Zukunft" zur Energiewende - Berichtsjahr 2016. Berlin.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2018b): Gesamtausgabe der Energiedaten – Stand August 2018. Berlin.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2018c): Evaluation des Marktanreizprogramms zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt im Förderzeitraum 2015 bis 2017.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (Hg.) (2015): Energieeffizienzstrategie Gebäude. Wege zu einem nahezu klimaneutralen Gebäudebestand. Berlin.
- Bundesnetzagentur/Bundeskartellamt (2017): Monitoringbericht 2017. Bonn.
- Statistisches Bundesamt (Destatis) (2016): Qualitätsbericht zur Einkommens- und Verbrauchsstichprobe EVS 2013. Wiesbaden.
- FDZ der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder, Einkommens- und Verbrauchsstichprobe 2013.
- Fraunhofer ISE (2018): Stromgestehungskosten und erneuerbare Energien. Freiburg.
- Fraunhofer ISE (2017): Effizienz von Elektro-Wärmepumpen in EFH-Bestandsgebäuden – Erste Ergebnisse der Feldmessung aus „WPsmart im Bestand“. Freiburg.
- HTW (2015): Einsatz von PV-Systemen mit Wärmepumpen und Batteriespeichern zur Erhöhung des Autarkiegrades in Einfamilienhaushalten. 30. Symposium Photovoltaische Solarenergie.
- Fraunhofer IWES/IBP (2017): Wärmewende 2030. Schlüsseltechnologien zur Erreichung der mittel- und langfristigen Klimaschutzziele im Gebäudesektor. Studie im Auftrag von Agora Energiewende. Kassel/Stuttgart.
- IWU (2015): Kosten energierelevanter Bau- und Anlagenteile bei der energetischen Modernisierung von Altbauten. Darmstadt.
- IWU/Fraunhofer IFAM (2018): Monitoring der KfW-Programme „Energieeffizient Sanieren“ und „Energieeffizient Bauen“ 2016. Darmstadt.
- Öko-Institut/Fraunhofer ISI/Prognos/M-Five/IREES/FIBL (2018): Folgenabschätzung zu den ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Folgewirkungen der Sektorziele für 2030 des Klimaschutzplans 2050 der Bundesregierung. Karlsruhe/Berlin.
- Öko-Institut/Fraunhofer ISE (2017): Klimaneutraler Gebäudebestand 2050. Endbericht. Umweltbundesamt (UBA). Dessau-Roßlau (Climate Change, 11/2017). Freiburg.