



SPECIALISTS IN  
EMPIRICAL ECONOMIC  
RESEARCH



GWS RESEARCH REPORT 2017/ 02

# Energiewirtschaftliche Gesamtrechnung – Methoden und exemplarische Berechnungen

**Ulrike Lehr**  
**Helena Walter**  
**Christian Lutz**

# Impressum

## AUTOREN

### Dr. Ulrike Lehr

Tel: +49 (541) 40933-280, Email: [lehr@gws-os.com](mailto:lehr@gws-os.com)

### Helena Walter

### Dr. Christian Lutz

Tel: +49 (541) 40933-120, Email: [lutz@gws-os.com](mailto:lutz@gws-os.com)

## TITEL

Energiewirtschaftliche Gesamtrechnung – Methoden und exemplarische Berechnungen

## VERÖFFENTLICHUNGSDATUM

© GWS mbH Osnabrück, November 2017

## HAFTUNGSAUSSCHLUSS

Die in diesem Papier vertretenen Auffassungen liegen ausschließlich in der Verantwortung des Verfassers/der Verfasser und spiegeln nicht notwendigerweise die Meinung der GWS mbH wider.

## HINWEIS

Die Ergebnisse wurden im Rahmen des Forschungsprojekts 21/15 „Makroökonomische Wirkungen und Verteilungsfragen der Energiewende“ im Auftrag des BMWi erarbeitet.

## HERAUSGEBER DER GWS RESEARCH REPORT SERIES

### Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung (GWS) mbH

Heinrichstr. 30

49080 Osnabrück

ISSN 2196-4262

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>IV</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>V</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>VI</b>
<b>1 Energiewirtschaftliche Gesamtrechnung</b>	<b>1</b>
<b>2 Letztverbraucherausgaben Strom, Wärme, Verkehr</b>	<b>1</b>
2.1 Letztverbraucherausgaben im Strombereich	2
2.2 Letztverbraucherausgaben im Wärmebereich	9
2.3 Letztverbraucherausgaben im Bereich Verkehr	12
<b>3 Energiestückkosten</b>	<b>14</b>
3.1 Direkte Energiestückkosten	14
3.2 Totale Energiestückkosten	17
3.3 Einordnung	18
<b>4 Fazit und Ausblick</b>	<b>19</b>
<b>5 Anhang</b>	<b>22</b>
<b>6 Literatur und Quellen</b>	<b>24</b>

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1:	Erhebung über Stromabsatz in TWh und Durchschnittserlöse in ct/kWh	3
Abbildung 2:	Anteil der Letztverbraucherausgaben für Strom am BIP	4
Abbildung 3:	Vergleich Stromverbrauch nach AG Energiebilanzen mit Stromabsatz	5
Abbildung 4:	Darstellung der Komponenten der Letztverbraucherausgaben in Mrd. Euro (oberes Bild), der nicht-privilegierten Industriepreise in ct/ kWh (Mitte) und der Haushaltspreise in ct/kWh für Strom (unten)	8
Abbildung 5:	Ranking der Wirtschaftszweige nach dem Energiekostenanteil am Bruttoproduktionswert und an der Bruttowertschöpfung (2012 und 2014)	16

## TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Vergleich Stromverbrauch (AGEB), Stromabsatz und Eigenerzeugung der Industrie	6
Tabelle 2:	Energiebedingte Letztverbraucherausgaben für Wärme im Jahr 2015 in Mio. Euro für die fünf Hauptenergieträgergruppen und gesamt	11
Tabelle 3:	Letztverbraucherausgaben für Treibstoffe im Straßenverkehr inkl. Mehrwertsteuer in Mio. Euro	12
Tabelle 4:	Anteil der Letztverbraucherausgaben für Strom am BIP in %	22
Tabelle 5:	Letztverbraucherausgaben für Wärme im Jahr 2015 in Mio. Euro	23

## ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

ADAC	Allgemeiner Deutscher Automobil-Club
AGEB	Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen
AGFW	Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V. (ehemals <i>Arbeitsgemeinschaft Fernwärme</i> )
BDEW	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BPW	Bruttoproduktionswert
BWS	Bruttowertschöpfung
ct	Cent
Destatis	Statistisches Bundesamt
DIW	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung e. V.
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EEX	European Energy Exchange
EU-ETS	EU-Emissionshandel (engl. <i>European Union Emissions Trading System</i> )
EWGR	Energiewirtschaftliche Gesamtrechnung
EWI	Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln gGmbH
EWK	Expertenkommission zum Monitoring der Energiewende
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
IW	Institut der deutschen Wirtschaft
kWh/TWh	Kilowattstunde/Terawattstunde
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWKG	Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz
MJ/TJ	Megajoule/Terajoule
StromNEV	Stromnetzentgeltverordnung
UGR	Umweltökonomische Gesamtrechnung
VGR	Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung
WIOD	World Input-Output Database

# 1 ENERGIEWIRTSCHAFTLICHE GESAMTRECHNUNG

Die Expertenkommission zum Monitoring der Energiewende (EWK 2014a) hat in ihrer Stellungnahme zum zweiten Monitoringbericht der Bundesregierung zum ersten Mal das Konzept der Energiewirtschaftlichen Gesamtrechnung (EWGR) angedeutet und mit Inhalten gefüllt. Zur Messung der Wirtschaftlichkeit der Energiewende schlägt die Expertenkommission als einen von 10 Leitindikatoren die Energiewirtschaftliche Gesamtrechnung vor, die sich begrifflich an die Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen (VGR) und die Umweltökonomische Gesamtrechnung (UGR) anlehnt: „Um die Kostenentwicklung der Energieversorgung sowie die durch die Energiewende bedingten Zusatzkosten sachgerecht beurteilen zu können, [sind] für die Bereiche Elektrizität, Wärme und Verkehrsenergieträger die jährlich aggregierten Gesamtausgaben der Letztverbraucher in nominalen Geldeinheiten (Mio. Euro) zu erheben.“ In einer engen Definition umfassen die Gesamtausgaben der Letztverbraucher die Ausgaben für den Energieeinsatz, in einer weiten Definition fallen darunter auch Ausgaben für eine Verringerung des Energieeinsatzes (Energieeffizienz) oder eine Erzeugung durch erneuerbare Energien.

Seit dem ersten Vorschlag hat die Expertenkommission die Vorschläge teilweise weiterentwickelt oder zumindest Vorschläge für eine Weiterentwicklung unterbreitet. Ziel des folgenden Beitrags ist eine Zusammenschau dieser Vorschläge und eine kritische Sichtung bezüglich der Belastbarkeit der Indikatoren und ihrer Datenverfügbarkeit. Für ausgewählte Indikatoren werden die Berechnungen der EWK nachvollzogen. Darüber hinaus wird die Aussagekraft der Indikatoren für das Monitoring der Energiewende geprüft und die Frage beantwortet, inwieweit die vorgeschlagenen Indikatoren etwas über die Fortschritte der Energiewende bezüglich der wirtschaftlichen Bereitstellung von Energie aussagen.

Die vorgeschlagenen Indikatoren werden in ihrer Berechnungsvorschrift im Folgenden kurz dargestellt und kritisch kommentiert bzw. alternative Berechnungen vorgeschlagen. Die Darstellung der Letztverbraucherausgaben folgt im Wesentlichen der Berichtsstruktur der Stellungnahme der Expertenkommission:

- Aggregierte Letztverbraucherausgaben der Elektrizitätsversorgung
- Aggregierte Letztverbraucherausgaben für Wärmedienstleistungen
- Aggregierte Letztverbraucherausgaben für Verkehrsenergieträger

Die in der Stellungnahme zum zweiten Fortschrittsbericht erstmals vorgeschlagenen Energiestückkosten werden in Kapitel 3 kurz aufgegriffen und diskutiert.

## 2 LETZTVORBRÄUCHERÄUSGÄBEN STROM, WÄRME, VERKEHR

Die Expertenkommission argumentiert für den Indikator der Letztverbraucherausgaben oder der Endverbrauchskosten als Wirtschaftlichkeitsindikator. Wächst dieser schneller als die Wirtschaft, etwa gemessen durch das BIP, so besteht Anlass zum Gegensteuern. In Überleitung zu einem späteren Kapitel des Forschungsvorhabens lassen sich zur Ermittlung von Verteil-

lungseffekten Überlegungen anstellen, ob dieser Indikator schneller wächst für unterschiedliche Akteursgruppen oder im Vergleich mit weiteren Makro-Größen, wie dem Einkommen, dem privaten Konsum oder der Wertschöpfung.

Die einzelnen Bestandteile der Letztverbraucherausgaben, ihre Dynamik unter der Energiewende und die weiteren Treiber unterscheiden sich für den Strom-, Wärme- und Verkehrsbereich. Beim Strom und bei der Wärme gibt es einen nicht-marktlichen Eigenverbrauchssektor, der zu einer Verzerrung der Schätzungen von Letztverbraucherkosten führt. Die Bedeutung des Eigenverbrauchs im Rahmen der Energiewende wird in den jeweiligen Kapiteln diskutiert.

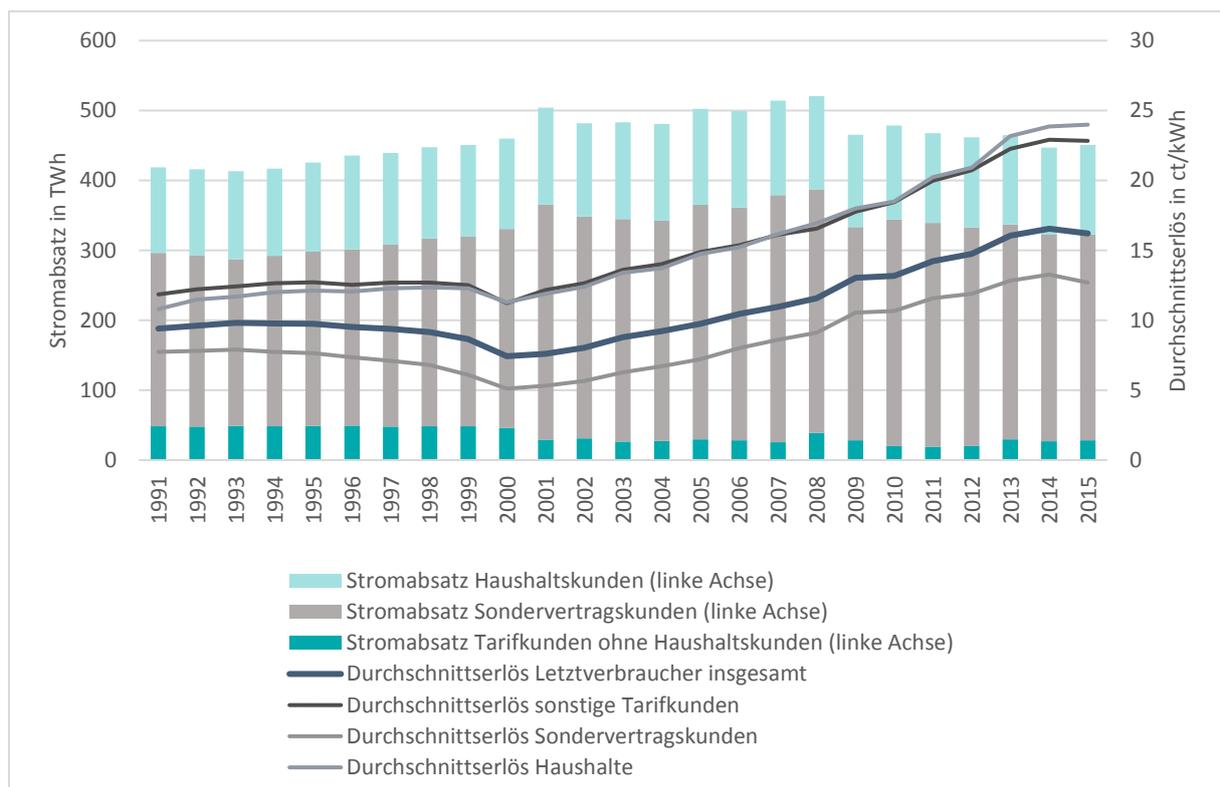
## 2.1 LETZTVVERBRAUCHER AUSGABEN IM STROMBEREICH

Letztverbraucherausgaben setzen sich prinzipiell zusammen aus den gekauften Mengen und den dafür gezahlten Preisen einschließlich Gebühren, Abgaben und Steuern, die auf dieses Produkt zu entrichten sind. Dieser ökonomisch triviale Zusammenhang ist für Stroma Ausgaben nicht immer einfach mit Daten befüllbar, da die Verbraucherpreise nicht in zu den Verbräuchen passender Abgrenzung publiziert werden. Preisinformationen zum Strompreis werden sowohl auf verschiedenen Portalen für verschiedene Nachfrageprofile, Vertragsausgestaltungen und Strombezüge publiziert, als auch von den statistischen Ämtern (Statistisches Bundesamt, Eurostat), dem BDEW, der Bundesnetzagentur und dem BMWi zusammengetragen und veröffentlicht. Die AG Energiebilanzen (2016c) veröffentlichen in den Auswertungstabellen den Stromverbrauch von Industrie, von Haushalten und dem Sektor GHD jeweils im Sommer für das Vorjahr. Unter Berücksichtigung der verschiedenen Einflussfaktoren auf die verbrauchten Mengen und die zu zahlenden Preise, könnte eine Abschätzung der Verbraucherausgaben auf den Verbrauchsdaten der Energiebilanz und entsprechenden Preisen basieren.

Allerdings passen die Abgrenzungen der Verbrauchergruppen in den jeweiligen derart schlecht zusammen, dass man einen Fehler unbekannter Größe in den Berechnungen mitführt. Daher zieht die Expertenkommission seit ihrem ersten Vorschlag des Indikators „Letztverbraucherkosten“ für die Analyse im Strombereich die Statistik des Stromabsatzes des Statistischen Bundesamts heran. Die „Erhebung über Stromabsatz und Erlöse der Elektrizitätsversorgungsunternehmen und Stromhändler“ (Destatis 2017a) ist eine Primärerhebung (Totalerhebung) bei allen Unternehmen und Betrieben der Elektrizitätsversorgung. Sie unterscheidet Sondervertragskunden und Tarfkunden und weist den Stromabsatz, die Erlöse insgesamt und die sich daraus ergebenden Durchschnittserlöse aus. Die Erlöse insgesamt werden ohne Mehrwertsteuer und ohne Stromsteuererstattungen nach Stromsteuergesetz, einschließlich der Netznutzungsentgelte, der Stromsteuer, der Konzessionsabgaben, den Umlagen nach §19 Abs. 2 StromNEV sowie den Ausgleichsabgaben nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) und dem Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz (KWKG) ausgewiesen. Das Statistische Bundesamt weist nachrichtlich den Stromabsatz und die Durchschnittserlöse für die Haushaltskunden aus.

Die Erhebung zum Stromabsatz wird jährlich durchgeführt und der Berichtszeitraum ist das zurückliegende Kalenderjahr. Daher ist die Erhebung als Datenquelle zur Abschätzung von Letztverbraucherausgaben im Stromsektor geeignet. Die Daten werden jeweils ca. zwölf Monate nach abgelaufenem Kalenderjahr veröffentlicht.

**Abbildung 1: Erhebung über Stromabsatz in TWh und Durchschnittserlöse in ct/kWh**

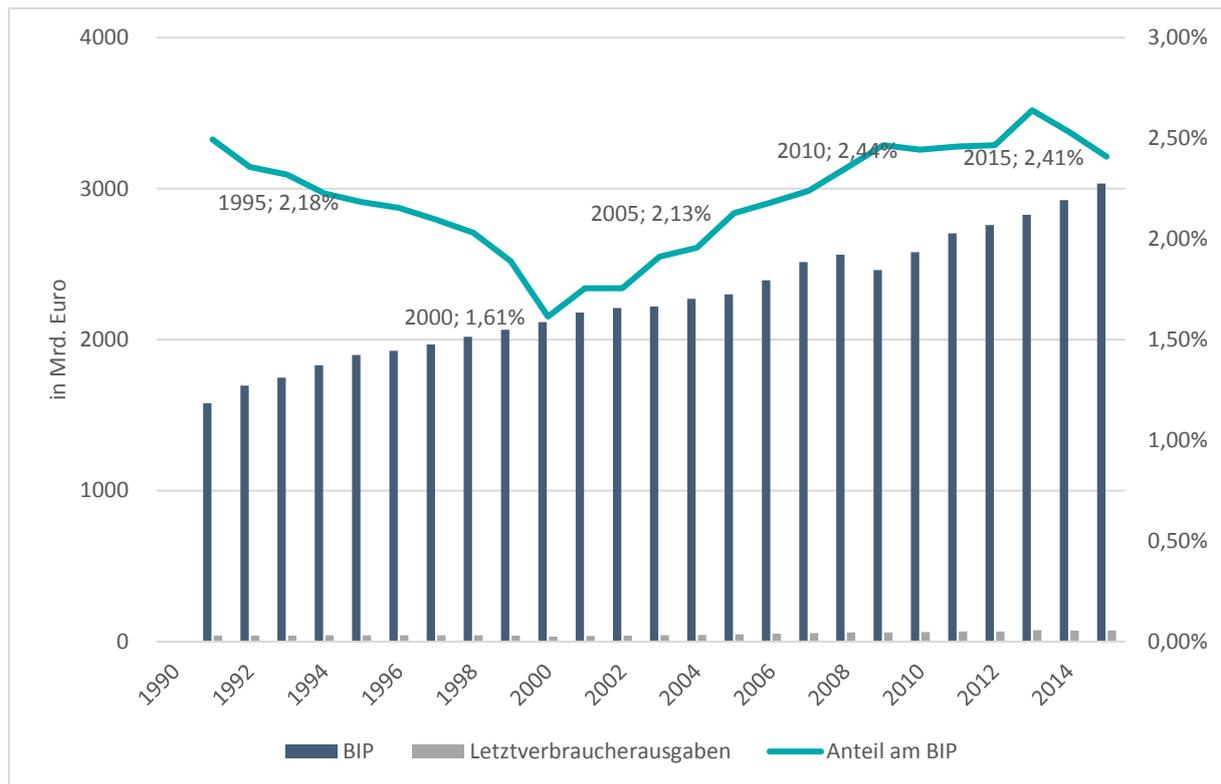


Quelle: Eigene Darstellung auf Basis Destatis (2017a).

Abbildung 1 zeigt die Verteilung des Stromabsatzes auf Sondervertragskunden, Haushalte und sonstige Tarifkunden (linke Achse) sowie die damit verbundenen Durchschnittserlöse und den Durchschnittserlös durch Verkauf an Letztverbraucher insgesamt (rechte Achse). Das letzte vorliegende Jahr ist 2015. Im Vergleich zu 2014 sind die Durchschnittserlöse bei allen Verbrauchergruppen gesunken. Der Absatz in TWh insgesamt liegt derzeit auf der Höhe des Stromabsatzes von 1999, allerdings wurden damals 39 Mrd. Euro Erlöst, gegenüber 73 Mrd. Euro im Jahr 2015.

Bezogen auf das BIP (Destatis 2017b) entsprechen die Letztverbraucherausgaben im Jahr 2015 2,41%. Seit 2013 sind die Letztverbraucherausgaben deutlich langsamer gewachsen als das BIP (vgl. Abbildung 2) und daher ist der Anteil der Letztverbraucherausgaben am BIP gesunken. Der Anteil am BIP liegt damit im Jahr 2015 wieder leicht unter dem Niveau des Jahres 2010.

**Abbildung 2: Anteil der Letztverbraucherleistungen für Strom am BIP**



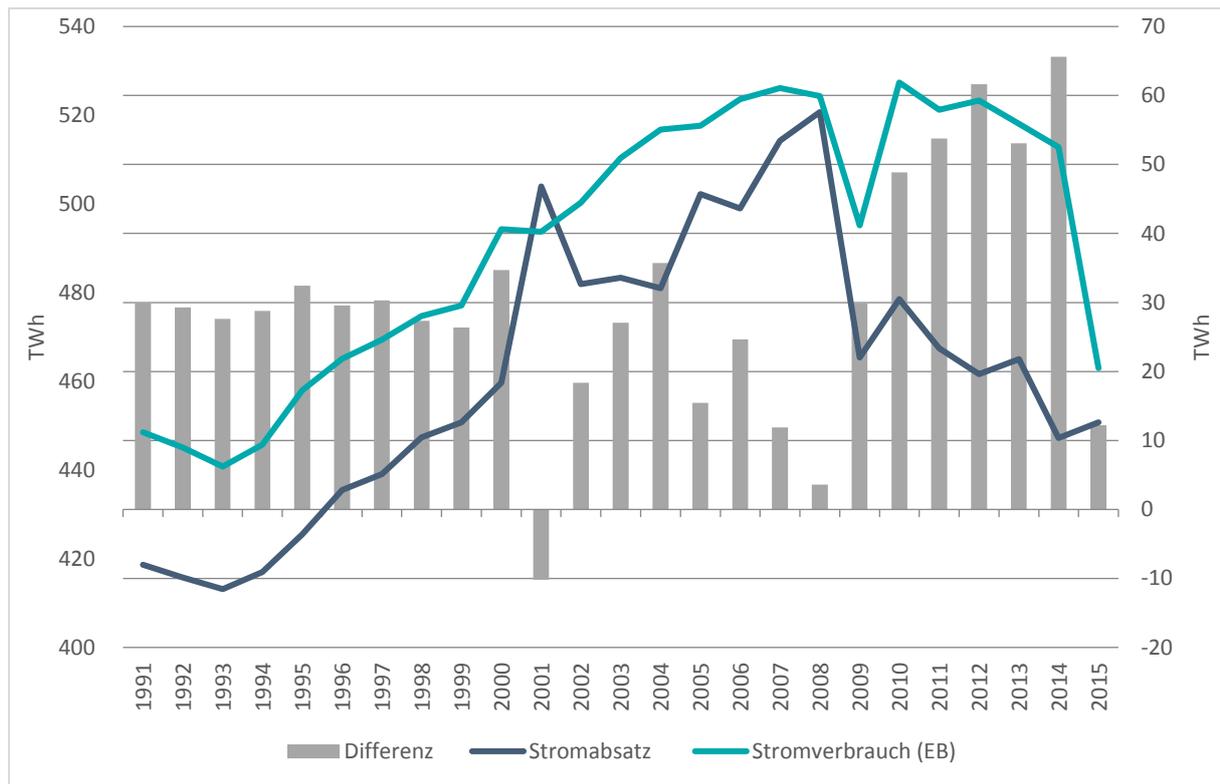
Quellen: Destatis (2017ba), Destatis (2017) und eigene Berechnungen.<sup>1</sup>

Die Expertenkommission weist allerdings auch regelmäßig auf ein Datenproblem hin: „Auch im Berichtsjahr folgen aus den aggregierten Daten des Statistischen Bundesamtes geringere Letztverbraucherleistungen als das Ergebnis des Elektrizitätsverbrauchs (Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen) multipliziert mit den Großhandelspreisen (EEX), den Netzentgelten (Bundesnetzagentur) sowie den Abgaben, Umlagen und Stromsteuern. Entsprechend werden die gesamten Letztverbraucherleistungen für Elektrizität an dieser Stelle unterschätzt, und zwar selbst unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die Kosten der selbst erzeugten Elektrizität hier nicht erfasst sind. Der Bundesregierung wird erneut empfohlen, diesem Problem weiter nachzugehen.“ (EWK 2014b).

Vergleicht man den in den Energiebilanzen ausgewiesenen Stromverbrauch mit dem Stromabsatz nach Destatis (Abbildung 3), zeigt sich die Diskrepanz der beiden Zeitreihen. Auffällig ist, dass diese Lücke sich in den letzten Jahren stark erweitert hat.

<sup>1</sup> Entspricht den Berechnungen in EWK (2015) ohne Korrektur um Steuervergünstigungen aus nachträglichen Entlastungsverfahren.

**Abbildung 3: Vergleich Stromverbrauch nach AG Energiebilanzen mit Stromabsatz**



Quellen: Eigene Darstellung auf Basis AG Energiebilanzen (verschiedene Jahrgänge) und Destatis (2017a).

Zum Teil entspricht die Lücke dem Eigenverbrauch, zu dem allerdings nur begrenzt statistische Daten vorliegen. Eine im Jahr 2014 vom Institut der deutschen Wirtschaft und dem Energiewirtschaftlichen Institut durchgeführte Untersuchung führt die statistischen und methodischen Schwierigkeiten der quantitativen Abschätzung des Eigenverbrauchs auf (IW & EWI 2014). Mit Schätzungen identifizieren die Autoren den Eigenverbrauch in der Größenordnung von 44,9 TWh (2008) bis 56,7 TWh für das Jahr 2012. So bemessen könnte der Eigenverbrauch einen großen Teil der Abweichungen in Abbildung 3 erklären. Betrachtet man allerdings die gesamte Zeitreihe, so stellt sich heraus, dass die Eigenerzeugung in der Industrie über die letzten zehn Jahre nahezu konstant blieb und die Abweichungen nicht gut erklärt (vgl. hierzu auch Chrischilles 2016).

**Tabelle 1: Vergleich Stromverbrauch (AGEB), Stromabsatz und Eigenerzeugung der Industrie**

	EB EEV Strom [TWh]	Destatis Stromabsatz [TWh]	Differenz [TWh]	Differenz in Prozent	Stromerzeugung Industrie [TWh]
2005	517,7	502,2	15,5	3%	50
2006	523,6	498,9	24,7	5%	51
2007	526,1	514,2	11,9	2%	53
2008	524,3	520,7	3,6	1%	49
2009	495,2	465,3	29,8	6%	46
2005	517,7	502,2	15,5	3%	53
2010	527,4	478,5	48,9	10%	51
2011	521,2	467,4	53,8	12%	44
2012	523,3	461,6	61,6	13%	45
2013	518,1	465,0	53,1	11%	45
2014	512,8	447,2	65,6	15%	50
2015	486,1	450,8	35,3	8%	50

Quelle: AG Energiebilanzen (verschiedene Jahrgänge), Destatis (2017a), .

Darüber hinaus stellt sich die Frage, ob zunehmender Eigenverbrauch ein Erfolg der Energiewende ist. Die Anreizstruktur in den verschiedenen Instrumenten der Energiewende ist sehr gemischt. Die im EEG 2014 eingeführte Umlagepflicht eigenverbrauchten Stroms wurde beispielsweise als negativer Anreiz für den Eigenverbrauch diskutiert, im EEG 2017 wird „Mieterstrom“ hingegen wie Eigennutzung mit einer verringerten EEG-Umlage belegt.

Gerade für den Monitoring-Prozess ist die Veränderung von einem zum anderen Jahr von Bedeutung. Richtungssicherheit ist eine zentrale Anforderung. Unglücklich ist daher das letzte Jahr, in welchem der Stromverbrauch sinkt (laut AGEB) und der Stromabsatz steigt. Für eine Aktualisierung dieser Berechnungen sollten mehr Datenquellen zum Stromverbrauch verglichen werden.

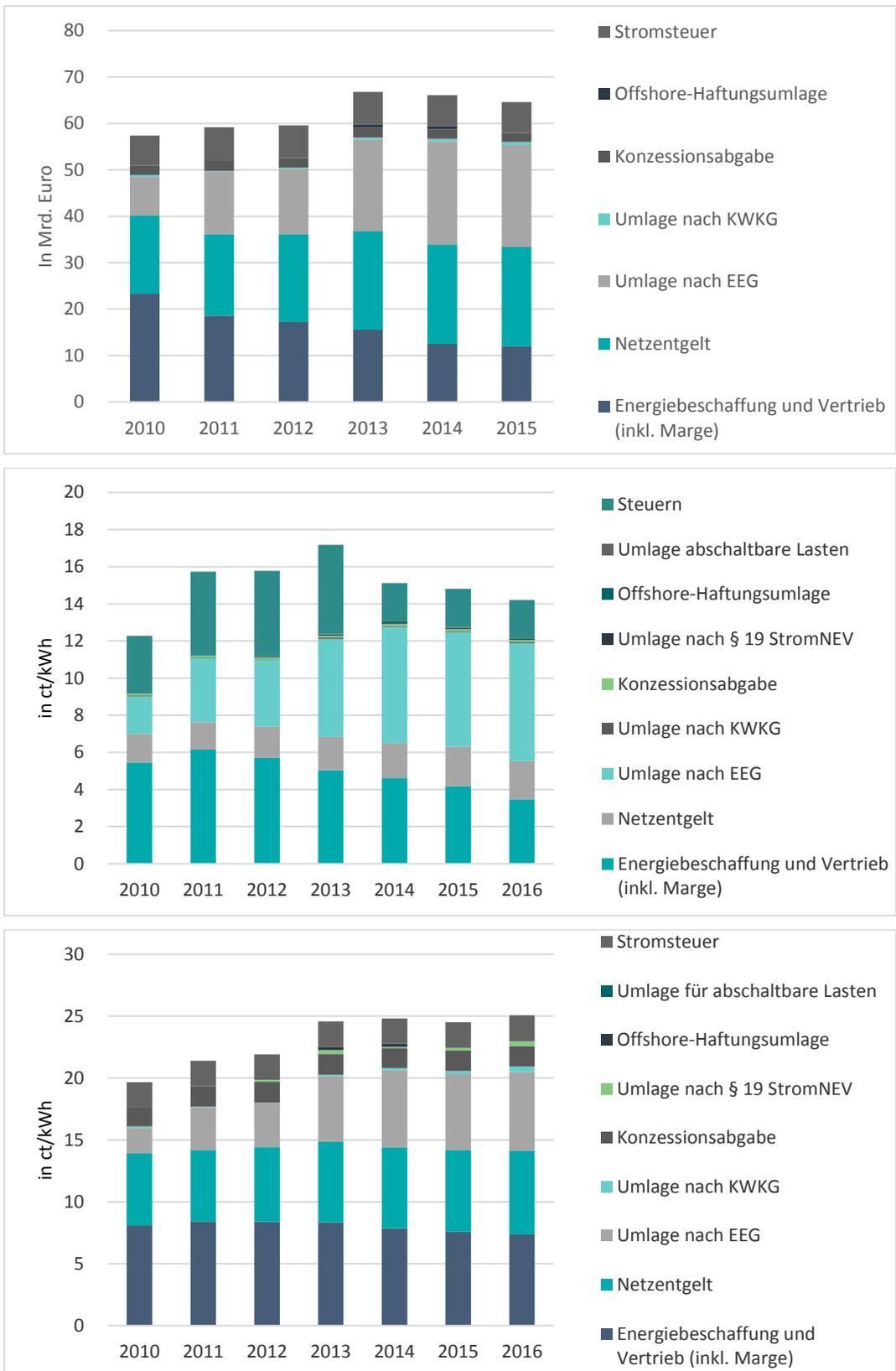
Auch in der Darstellung der marktlichen und nicht-marktlichen Anteile der Strompreise schlägt die Expertenkommission die Darstellung in Aggregaten vor. Die Bundesregierung weist diese als Preiskomponenten aus, die Expertenkommission stellt die auf die jeweilige Kategorie entfallenden Letztverbraucherausgaben dar und macht sie in ihren ökonomischen Funktionen deutlich. Während die Preiskomponenten in den jeweiligen Verordnungen und Gesetzen festgelegt sind, ist die dazu gehörige Menge unsicher und speist sich auch bei der Expertenkommission aus einer Vielzahl von Quellen bis hin zu privaten Mitteilungen. Der Zusatznutzen

dieser Vorgehensweise erschließt sich nur dann, wenn die Aggregate eine völlig andere Dynamik aufweisen als die Komponenten.

Abbildung 4 stellt die verschiedenen Vorgehensweisen gegenüber. Der obere Teil zeigt die Tabelle 11 der Stellungnahme zum Monitoringbericht (EWK 2016) als Grafik. Die Ausgaben in EWK 2016 beziehen sich auf alle Verbraucher zusammen. Der Anteil der Ausgaben für Beschaffung geht sowohl anteilig als auch absolut über den beobachteten Zeitraum zurück, Netzentgelte und EEG-Umlage gewinnen an Bedeutung als Ausgabenkomponenten. Diese Verschiebung der Gewichte von Strombeschaffung, Umlagen und Entgelten lässt sich auch zeigen, indem man die Strompreiskomponenten für die einzelnen Verbrauchsgruppen (in Abbildung 4 für die Industrie und die Haushalte gezeigt) abbildet. Interessant ist hierbei, dass die Preise für die Industrie gefallen sind, die Preise für die Haushalte im Zeitverlauf jedoch gestiegen sind. Dies kann eine Reihe von Ursachen haben. Untersuchungen haben gezeigt, dass die Preise bei den Haushalten, die innerhalb der Grundversorgung bleiben, höher sind als bei solchen, die entweder den Lieferanten oder den Tarif wechselten. Die Monitoringberichte der Bundesnetzagentur weisen diese Unterschiede ebenfalls aus. Selbst in der Betrachtungsweise der Bundesnetzagentur von mengengewichteten Durchschnitten liegen die Preise der Grundversorgung um bis zu 7% höher.

Die Darstellung der Preiskomponenten ist nach Haushalts- und Industriepreisen differenziert. Sie zeigt im Vergleich die Bedeutung verschiedener Preiskomponenten. Die aggregierte Darstellung lässt diese Differenzierung beiseite und zeigt den Verlauf der tatsächlichen Belastung nach den verschiedenen Komponenten. Insgesamt scheint die größere Aktualität und Nachvollziehbarkeit jedoch für eine Darstellung der Preise an dieser Stelle zu sprechen.

**Abbildung 4: Darstellung der Komponenten der Letztverbraucherausgaben in Mrd. Euro (oberes Bild), der nicht-privilegierten Industriepreise in ct/ kWh (Mitte) und der Haushaltspreise in ct/kWh für Strom (unten)**



Quellen: Eigene Darstellung nach EWK (2016) und BMWi (2016).

## 2.2 LETZTVVERBRAUCHERAUSGABEN IM WÄRMEBEREICH

Die Berechnung der Letztverbraucherausgaben stützt sich auf die Energiebilanz, die Anwendungsbilanzen und die Preisinformationen des BMWi (Energiedaten). Auch hier liegt, ebenso wie weiter oben für den Strom beschrieben, die größere Unsicherheit in den Preisen. Überraschenderweise gibt es bezüglich der Letztverbraucherausgaben für Wärme viel weniger öffentliche Diskussionen und Kommentare, obwohl die Ausgaben höher sind und sich über Jahre hinaus trotz aller Maßnahmen und Versuche der Effizienzsteigerung nicht wesentlich verändert haben. Preisänderungen auf den internationalen Rohstoffmärkten hingegen wirken sich auf die Wärmerechnung von Haushalten, Industrie und GHD erheblich aus, liegen aber nicht unmittelbar im Handlungsbereich der deutschen Energiewende. Ebenso wirken sich die jeweiligen Temperaturen eines Jahres auf die Heizenergiebedarfe aus.

Die Expertenkommission weist die Letztverbraucherausgaben für Wärme nach Sektoren aus. Dabei unterscheidet sie nicht in Ausgaben für Raumwärme und Ausgaben für Prozesswärme, obwohl die Treiber dieser beiden Wärmearten und ihres Einsatzes unterschiedlich sind und von verschiedenen Instrumenten politisch adressiert werden können.

Zur Berechnung der Letztverbraucherausgaben für Wärme wird ebenfalls auf das Konzept Letztverbraucherausgaben = Preis \* Menge zurückgegriffen und nach den Verbrauchergruppen Haushalte, GHD und Industrie differenziert.

Zur Bestimmung der verbrauchten Menge an Energieträgern werden die Energiebilanz (AG Energiebilanzen, verschiedene Jahrgänge) und die zugehörige Satellitenbilanz (AG Energiebilanzen, 2016b) für erneuerbare Energien herangezogen, welche eine sehr disaggregierte Betrachtungsweise der Endenergieverbräuche ermöglichen. Aus den Anwendungsbilanzen (AG Energiebilanzen, 2016a) bzw. den „Zahlen und Fakten Energiedaten“ (BMWi 2017a) kann man den Anteil der lediglich für Wärmeanwendungen verbrauchten Energieträger für die großen Oberkategorien der Energiebilanzaufgliederung berechnen (z. B. Mineralöl für die Gruppe schweres Heizöl, leichtes Heizöl und sonstige Mineralöle). Überträgt man diese Anteile auf die Gesamtverbräuche aus der Energiebilanz, erhält man den Endenergieverbrauch für Wärme, aufgeteilt nach Haushalten, GHD und Industrie sowie nach 21 Energieträgern der Energiebilanz/Satellitenbilanz. Strom wird an dieser Stelle nicht betrachtet, da eine Doppelzählung im Hinblick auf die elektrizitätswirtschaftliche Gesamtrechnung vermieden werden soll.

Im zweiten Schritt muss für die nach o. g. Prinzip bestimmten Mengen ein Preis ermittelt werden. Für die Haushalte und die Industrie stellen die „Zahlen und Fakten Energiedaten“ (BMWi 2017a) die Ausgangsbasis, GHD wird mit einem Ansatz daraus errechnet. Für einige Energieträger liefert diese Quelle keine Preise, weswegen Zusatzinformationen herangezogen werden müssen: Die Preise für Fernwärme werden der Fernwärme-Preisübersicht der AGFW (2016) (Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V.) entnommen. Dabei wird der Preis (Mischpreis, gewichtet nach Anschlusswert) für eine Abnahmemenge von 15 kW den Haushalten zugeordnet, 160 kW dem Sektor GHD und 600 kW der Industrie.

Feste biogene Stoffe und Klärschlamm werden wie Holzpellets bepreist, da die Preise für andere Holzprodukte, beispielsweise Hackschnitzel, in ähnlicher Größenordnung liegen (vgl. Lehr et al. 2011). Dieser Preis wird vom Deutschen Pelletinstitut (2016) veröffentlicht. Manche Holzprodukte zur Wärmeerzeugung stehen den Nutzern unentgeltlich zur Verfügung (selbstgeschlagenes Holz etc.), daher kann der Wert hier leicht überschätzt sein. Jedoch enthält diese Energieträgergruppe verschiedene Stoffe wie Schwarzlauge, Sägespäne, Holzmehl etc.

Klärschlamm wird ca. zur Hälfte energetisch genutzt, das entspricht einem Energiegehalt von um die 10.500 TJ oder weniger als 5% des gesamten Einsatzes an festen biogenen Brennstoffen etc. Schwarzlauge fällt bei der Papierherstellung an und wird eben dort wieder zur Herstellung von Prozesswärme eingesetzt. Sie hat einen deutlich höheren Brennwert als Pellets (23,4 MJ/kg gegenüber 18,5 MJ/kg bei Pellets (AGEB, Energieeinheitenrechner). Daher wird für das weitere Vorgehen vorgeschlagen, dass der Energieeinsatz fester biogener Stoffe nur im Sektor private Haushalte bewertet wird, dort aber mit dem Pelletpreis.

In dem Bereich der flüssigen biogenen Stoffe und Biokraftstoffe existiert eine Vielzahl an verschiedenen Energieträgern. Das Statistische Bundesamt (Destatis, 2017c) stellt in seiner Außenhandelsstatistik die Mengen und den Wert bestimmter Palmölarnten zu industriellen Zwecken zur Verfügung. Der daraus errechnete Preis wird als Proxy für diese Energieträger verwendet.

Für Umweltwärme und Solarthermie wird der Preis auf null gesetzt, da hier in der Regel Eigenverbräuche vorliegen und die Energie nicht weiterverkauft wird. Sonstige Mineralöle erhalten ebenfalls einen Preis von Null, weil es sich hierbei hauptsächlich um Abfallprodukte handelt. Und letztlich wird auch die Geothermie nicht bepreist. Wärme aus Geothermie wird vom Betreiber oftmals im Rahmen von Wärmecontracting verkauft. Ein einheitlicher Preis liegt jedoch nicht vor, da sich die Preise projektspezifisch und kostenbasiert berechnen. Aufgrund der geringen Mengen werden hier keine Preise angesetzt. Wie bereits von der Expertenkommission vorgeschlagen, erhalten die Kategorie der nicht-erneuerbaren Abfälle, Abwärme u.a. sowie biogener Anteil des Abfalls ebenfalls einen Preis von null. Angesichts fehlender Zusatzinformationen wird für die sonstigen Gase der Erdgaspreis verwendet.

Falls für einen Energieträger nur ein Preis für eine oder zwei der vorhandenen Verbrauchergruppen verfügbar ist, werden die Lücken durch folgende Regeln geschlossen:

1. Haushalte müssen Mehrwertsteuer bezahlen, die Unternehmen nicht (sie erhalten Vorsteuerabzug vom Finanzamt), weswegen die Preise für Industrie und GHD um die Mehrwertsteuer als durchlaufender Posten reduziert sind.
2. Die Expertenkommission schlägt für die GHD-Betriebe einen Mischpreis vor, dem hier gefolgt wird.

Insgesamt ergeben sich nach eigenen Berechnungen (Tabelle 2) für das Jahr 2015 Letztverbraucherenausgaben für Wärme von gut 53 Mrd. Euro, was einem Anteil von 1,76% am BIP entspricht.<sup>2</sup> Die EWK (2016, S. 115) ermittelt einen Wert von rund 52 Mrd. Euro.

Will man die Veränderung der Letztverbraucherenausgaben über die Zeit betrachten, lohnt es sich, die Daten temperaturbereinigt heranzuziehen, um den Einfluss kühlerer und wärmerer Jahre von den Wirkungen von Energiewendemaßnahmen trennen zu können. Die Temperaturbereinigung für das Jahr 2015 im Vergleich zum langjährigen Mittel entspricht der Division durch 0,91. Das Umweltbundesamt weist allerdings in den Daten zur Umwelt darauf hin, dass es für die Belastung mit Emissionen durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe keine Rolle spielt, ob der Verbrauch bei einer anderen Temperatur geringer gewesen wäre. Zur Bemessung des Energiewendefortgangs wird hier jedoch die Temperaturbereinigung vorgeschlagen.

---

<sup>2</sup> Das BIP basiert auf Destatis (2017b).

**Tabelle 2: Energiebedingte Letztverbraucherausgaben für Wärme im Jahr 2015 in Mio. Euro für die fünf Hauptenergieträgergruppen und gesamt**

	Haushalte	GHD	Industrie	gesamt
Mineralöl, gesamt	7.582	1.608	445	9.635
Gase, gesamt	16.959	6.049	4.278	27.285
Fernwärme	3.238	1.042	3.180	7.460
Kohle, gesamt	206	5	1.218	1.429
Erneuerbare Energien, gesamt	3.260	3.236	1.046	7.541
<b>gesamt</b>	<b>31.245</b>	<b>11.939</b>	<b>10.167</b>	<b>53.351</b>

Quelle: Eigene Berechnungen.

Darüber hinaus bezieht die EWK (2016) auch Investitionen in Energieeffizienz und höhere Kosten für Anlagen zur Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien mit in die Letztverbraucherausgaben für Wärmedienstleistungen mit ein. Angaben zu den energetisch bedingten Sanierungsausgaben werden den jährlich erhobenen Strukturdaten zu Produktion und Beschäftigung im Baugewerbe entnommen (DIW 2016). Für das Jahr 2013 hat die EWK (2015, S. 87–89) das Berechnungsverfahren ausführlicher dargestellt: Danach werden Investitionsausgaben für energetische Sanierungsmaßnahmen in Wohngebäuden (29,7 Mrd. Euro) und Nichtwohngebäuden (14,3 Mrd. Euro) mitberücksichtigt, wobei kalkulatorische Investitionen in konventionelle Heizungssysteme (4,6 Mrd. Euro) und Ausgaben für Photovoltaiksysteme (3 Mrd. Euro) sowie Programmkosten für die KfW-Programme „Energieeffizientes Bauen und Sanieren“ (1,4 Mrd. Euro) sowie das Marktanreizprogramm (0,3 Mrd. Euro) abgezogen werden. Die gemeinsame Betrachtung von Wärmeausgaben und Investitionen erfüllt eine wichtige Funktion: Sie verknüpft die aktuelle Belastung mit auf die Zukunft gerichteten Investitionskosten, die im Zuge der Energiewende im aktuellen Jahr anfallen. Beide Ausgaben sind von den Endverbrauchern zu tragen. Zukünftig ist eine Verbesserung der Datensituation bei den Investitionen zu erwarten. Zum einen werden die Arbeiten von O’Sullivan et al. (2018) Zeitreiheninformationen liefern. Zum anderen wird mit „Energieeffizienz in Zahlen“ des BMWi (2017b) ein weiterer Prozess verstetigt, in dem diese Zusammenhänge erfasst betrachtet werden.

Die gemeinsame Darstellung von Ausgaben für Wärmeanwendungen und Energieeffizienzinvestitionen im Bestand ist aus zwei Gründen aber auch kritisch zu sehen: Erstens ist die Höhe der Energieeffizienzinvestitionen allenfalls grob abgeschätzt und teilweise rückwirkend deutlich revidiert worden. Dass die Höhe dieser Investitionen im Jahr 2010, also vor Verabschiedung des Energiekonzepts, deutlich höher lag als 2015, sowohl absolut als auch bezogen auf die Modernisierungs- und Instandhaltungsinvestitionen insgesamt, wirft verschiedene Fragen nach der Qualität und Verlässlichkeit der Daten auf (ggfs. auch nach dem Erfolg der Energiewende im Wärmebereich). Die Höhe der Effizienzinvestitionen ist um Größenordnungen unsicherer als die im Vergleich genau berechenbaren Ausgaben für Wärmeanwendungen. Tatsächlich erfolgen energetische Sanierungen in der Regel aufgrund verschiedener Motive und lohnen sich einzelwirtschaftlich in der Regel nur, wenn „ohnehin“ anfallende Kosten der Pinselsanierung nicht der energetischen Sanierung zugerechnet werden. Zweitens stellt sich die Frage nach der Berücksichtigung von energetisch bedingten Mehrkosten im Neubau, die dazu führen, dass die Kosten für Wärmeanwendungen im Zeitverlauf zurückgehen bzw. trotz zunehmender Wohnflächen nicht weiter steigen. Spätestens mit der Verbreitung von Plus-Energie-Häusern ergeben sich zukünftig Fragen, die mit der Berücksichtigung von Eigenverbrauch

oder Mieterstrommodellen im Bereich Elektrizität vergleichbar sind. Der Zeitpunkt der Investition und die Veränderung im Wärmeverbrauch fallen nicht zusammen, sodass für eine Gesamtrechnung die Aufwendungen über die Jahre annuisiert werden müssen oder die Kosten diskontiert und Kumuliert. Bei unveränderter Ermittlung werden sonst die Wärmearaufwendungen in Zukunft zurückgehen, ohne dass die damit verbundenen Kosten gegengerechnet werden. Wichtig ist, dass Wärmeausgaben und Effizienzinvestitionen eines Jahres nicht ohne genauere Analyse und Kommentierung addiert werden sollten.

## 2.3 LETZTVORBRUCHERAUSGABEN IM BEREICH VERKEHR

Im Verkehrsbereich betrachtet die EWK (2016, S. 113) bisher ausschließlich die Letztverbraucherenausgaben im Straßenverkehr als Indikator. Nur für die Treibstoffe ist die Entwicklung im Zeitverlauf in Tabelle 3 dargestellt. Im Jahr 2015 entsprechen die Treibstoffausgaben 2,59% des BIP, 2014 lag der Anteil wegen der höheren Weltmarktpreise noch bei 3,08%. Anders als bei der Expertenkommission, die für 2015 einen Anteil von 2,4% des BIP ermittelt, ist hier die Mehrwertsteuer mit enthalten. Da Unternehmen die Mehrwertsteuer absetzen können, wäre die Mehrwertsteuer richtigerweise nur auf den Anteil der privaten Haushalte zu berechnen. Die tatsächlichen Letztverbraucherenausgaben liegen somit zwischen den Zahlen der Expertenkommission und den hier ausgewiesenen Größen.

Ähnlich wie oben für die Investitionen im Wärmebereich sollte hier verfahren werden, indem die Mehrkosten effizienterer Fahrzeuge in einer separaten Analyse den Einsparungen gegenübergestellt werden. Allerdings ist die Anreizlage bei Fahrzeugen noch schwieriger, denn ein Fahrzeug wird aus einer Vielzahl von Gründen ersetzt und die größere Effizienz ist oftmals ein zufälliger Zusatznutzen.

Für eine exakte Aufteilung des Kraftstoffverbrauchs auf Unternehmen und private Haushalte liegen verschiedene Informationen des Statistischen Bundesamtes (Destatis 2016, 2017d) vor, die allerdings unregelmäßig aktualisiert werden. Aus regelmäßigen Angaben in „Verkehr in Zahlen“ (BMVI 2016) lässt sich die Trennung nicht genau vornehmen. Entsprechend besteht an dieser Stelle noch Recherchebedarf.

**Tabelle 3: Letztverbraucherenausgaben für Treibstoffe im Straßenverkehr inkl. Mehrwertsteuer in Mio. Euro**

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Motorenbenzin	32.814	34.669	38.027	37.857	36.594	35.316	30.772
Dieselmotorenkraftstoff	34.437	40.697	48.335	51.572	51.847	49.890	43.124
Erdgas, Erdölgas	130,9	166,5	189,3	201,1	148,7	138,9	115,6
Erneuerbare Energien	3.137	4.510	3.936	4.966	5.077	4.742	4.546
<b>Kraftstoffe, gesamt</b>	<b>70.520</b>	<b>80.042</b>	<b>90.487</b>	<b>94.596</b>	<b>93.667</b>	<b>90.087</b>	<b>78.556</b>

Quelle: Eigene Berechnungen.

Ähnlich wie bei der Wärme werden neben den Treibstoffkosten auch höhere Anschaffungskosten für Fahrzeuge mit anderen Antriebstechnologien von der Expertenkommission berücksichtigt, die aus ihrer Sicht wegen der geringen Stückzahlen aber bisher nicht ins Gewicht fallen. Aktuell erscheint der Indikator grundsätzlich angemessen, allerdings wirft das Konzept

langfristig mit Blick auf die notwendigen Änderungen im Verkehrsbereich verschiedene konzeptionelle Fragen auf:

- Wie können die Mehr- oder ggfs. Minderkosten alternativer Antriebs-/Kraftstoffkombinationen auch langfristig vergleichbar ermittelt werden und wie können Mehrkosten bei konventionellen Antriebs-/Kraftstoffkombinationen berücksichtigt werden?
- In welcher Form sind weitere Kosten wie Ausgaben für Ladeinfrastruktur und notwendiger Ausbau der Verteilnetze mit einzubeziehen, soweit sie über die Kosten für die fossile Treibstoffbereitstellung hinausgehen?
- Ist das vorgeschlagene Messkonzept über die Gesamtdauer der Energiewende mit Blick auf die Sektorkopplung tragfähig, wenn im Jahr 2050 der Straßenverkehr überwiegend oder zumindest in bedeutendem Umfang direkt oder indirekt auf Strombasis funktioniert, wovon ein nicht unbedeutender Teil eigen erzeugt sein könnte?
- (Wie) sind die Verkehrsträger Schiene, Wasser und Luft zu berücksichtigen?

Die EWK (2016) hat Mehrkosten für Fahrzeuge mit alternativen Antrieben auf Basis von Listenpreisvergleichen des ADAC pauschal für reine Elektrofahrzeuge (7.000 Euro in 2015 nach 9.200 Euro in 2014) und Benzin-Hybridfahrzeuge (4.200 Euro nach 5.000 Euro) berechnet. Da die Verbrauchs- und Emissionsanforderungen für Fahrzeuge mit konventionellen Antriebs-/Kraftstoffkombinationen in Zukunft ebenfalls steigen werden, dürften die Differenzen zukünftig kleiner werden, wenn alternative Antriebe zur Erreichung der Ziele des Energiekonzepts (6 Mio. Elektrofahrzeuge im Jahr 2030) einen bedeutenden Anteil an den Neuzulassungen erreichen müssen. Das bedeutet aber nicht, dass die Anschaffungskosten dieser Fahrzeuge dann nicht höher sein werden als sie es für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor ohne nationale Energiewende und vor allem ohne EU-Gesetzgebung im Fahrzeugbereich wären. Diese höheren Fahrzeugkosten als Zusatzkosten der Energiewende sollten zumindest grob abgeschätzt und in die Gesamtrechnung miteinbezogen werden.

Für eine umfassende Darstellung der Kosten der Energiewende sind weitere Ausgaben wie Investitionen in Aufbau und Erhalt einer Ladeinfrastruktur und der Ausbau der Verteilernetze ebenfalls mit zu berücksichtigen. Sie sind das Analogon zu den Tankstellen- und Anlieferkosten für Benzin, Diesel, Erdgas, Biokraftstoffe sowie Wasserstoff für die Brennstoffzellenfahrzeuge (vgl. O'Sullivan, M. et al. 2018). Die Förderung alternativer Antriebe erfolgt daneben derzeit u.a. über Vergünstigungen bei der Kfz-Steuer und Parkgebühren oder kostenloses Laden, die ebenfalls Kosten der Energiewende sind.

Mit Blick auf eine wachsende Sektorkopplung werden zukünftig die Letztverbrauchsausgaben für Strom und Verkehr zunehmend zusammen betrachtet werden müssen. Die Letztverbrauchsausgaben im Verkehr könnten durch den Wechsel zu E-Mobilen somit deutlich sinken. Allerdings kann dies je nach Fahrzyklus sehr unterschiedlich ausgeprägt sein. Bei in Fahrzeugen genutztem, eigenerzeugtem Strom (und den dahinter stehenden Ausgaben für die Erzeugungsanlagen) könnte es außerdem Erfassungsprobleme geben, wodurch die Kosten der Energiewende unterschätzt würden.

Schließlich stellt sich die Frage, ob und wie die anderen Verkehrsträger miteinbezogen werden sollten. Der EWK ist zuzustimmen, dass der im Schienenverkehr genutzte Strom in der Elektrizitätswirtschaftlichen Gesamtrechnung berücksichtigt wird. Allerdings ist eine deutliche Ausweitung des Schienenverkehrs nur über zusätzliche Infrastrukturinvestitionen möglich, die als Kosten der Energie-, genauer Verkehrswende einbezogen werden könnten. Gleiches gilt für Ausgaben, die den Fahrradverkehr oder weitere Mobilitätsformen stärken. Eine Zurechnung

zur Energiewende ist aber natürlich nicht einfach, weil die Energiewende nicht alleiniges Motiv entsprechender Ausgaben sein wird. Im Luftverkehr ist zu erwarten, dass deutliche (CO<sub>2</sub>-) Preissteigerungen notwendig sein werden, um die Emissionen des Luftverkehrs zu begrenzen. Der Luftverkehr, zumindest der nationale Anteil, ist entsprechend längerfristig in die Letztverbrauchsausgaben miteinzubeziehen. Der Schiffsverkehr dürfte keine bedeutende Rolle für die Kosten der Energiewende spielen. Im Sinne einer vollständigen Betrachtung könnten die Treibstoffkosten aber mit in die Berechnung der Letztverbrauchsausgaben einbezogen werden.

Zukünftig könnte der Staat durch alternative Antriebe einen größeren Teil der Energiesteuereinnahmen verlieren, weil Strom derzeit deutlich niedriger besteuert wird als Benzin und Diesel, was für sich genommen kein ökonomischer Vorteil der Energiewende wäre, weil die Steuern ggfs. an anderer Stelle erhöht werden müssten.<sup>3</sup> Außerdem muss berücksichtigt werden, dass Biokraftstoffe als Teil der Energiewende genauso hoch besteuert werden wie die fossilen Kraftstoffe.

### 3 ENERGIESTÜCKKOSTEN

Die Energiekostenbelastung der Industrie kann über verschiedene Indikatoren gemessen werden. Naheliegender ist die Betrachtung der Preise für die einzelnen Energieträger für Industriekunden sowie die Multiplikation mit den Energieverbrauchsmengen zu Gesamtausgaben, wie dies im Monitoring der Energiewende erfolgt (BMW i 2016). Der Ausweis dieser Angaben ist für das Monitoring der Energiewende sinnvoll.

Zusätzlich befürwortet die Expertenkommission die regelmäßige Darstellung von Energiestückkosten im Rahmen des Monitoring, um die Energiekostenbelastung in den internationalen Zusammenhang zu stellen. Der Monitoring-Bericht (BMW i 2016) äußert sich dazu eher zurückhaltend und sieht noch Forschungs- und Diskussionsbedarf, was im Folgenden kurz aufgegriffen wird.

#### 3.1 DIREKTE ENERGIESTÜCKKOSTEN

Die Industrie ist anders als andere Verbrauchergruppen durch sehr große Unterschiede der Energiepreise charakterisiert. Einerseits erzielen einzelne Industrieunternehmen durch die Höhe der Energienachfrage (Mengenrabatt), das Verbrauchsprofil (dauerhafte, planbare Abnahmemengen) oder technische und regulatorische Vorteile (höhere Verteilnetzebene) günstigere Preise für Energieträger als andere Verbraucher. Daneben sind sie nach bestimmten Kriterien, die oft auf Ebene einzelner Anlagen ansetzen, von Steuern, Abgaben und Entgelten teilweise oder vollständig befreit. Die Spannweite ist beim Strompreis u. a. durch die Besondere Ausgleichsregelung beim EEG besonders groß. Nach Agora Energiewende (2017, S. 27) kann ein Industriekunde mit einem Jahresverbrauch von 24 GWh Strompreise zwischen 4,3 und 14,2 ct/kWh bezahlen, je nachdem ob er alle oder keinerlei Vergünstigungen erhält. An-

---

<sup>3</sup> Vgl. Agora Energiewende (2017) zur unterschiedlichen Kostenbelastung der Energieträger in Deutschland.

gesichts dieser enormen Spanne ist die Frage, wie die dahinter stehende Komplexität angemessen und zugleich möglichst einfach und nachvollziehbar im Rahmen des Monitorings dargestellt werden kann, nicht einfach zu beantworten.

Nun liefert die amtliche Statistik detaillierte Informationen zu den Energiekosten des verarbeitenden Gewerbes. Die Kostenstrukturerhebung des Statistischen Bundesamtes weist die Anteile der Energiekosten am Bruttoproduktionswert in beliebig tiefer Wirtschaftszweiggliederung aus. Auf der Ebene der Wirtschaftsbranchen (2-Steller) zeigen sich bereits deutliche Unterschiede (vgl. Abbildung 5). Sehr viel größer werden die Unterschiede auf der Ebene der 3- und 4-Steller der Wirtschaftszweiggliederung (s. Lutz et al. 2015, S.110 für das Jahr 2012). Problematisch ist, dass Daten im Sommer eines Jahres für den Zeitraum t-2 veröffentlicht werden (im Juni 2017 sind Zahlen für 2015 veröffentlicht worden) und dass keine Unterscheidung in verschiedene Energieträger vorgenommen wird. Möglichkeiten zur besseren Berechnung der direkten Energie(stück)kosten könnten darin bestehen, die Kostenstrukturerhebung um eine Aufteilung auf einzelne Energieträgergruppen (Kohle, Öl, Gas, Strom) zu erweitern, Informationen aus der Energiebilanz zur Aufteilung zu nutzen oder weitergehende Analysen durchzuführen.

Zunächst wird kurz ein Vergleich der direkten Energiestückkosten zur Einordnung vorgelegt. Diese lassen sich berechnen aus den direkten Energiekosten eines Wirtschaftszweigs im Verhältnis zur Bruttowertschöpfung (BWS) oder dem Bruttoproduktionswert (BPW). Der Anteil am Produktionswert ist systematisch niedriger, die Relation zur Wertschöpfung fällt für Wirtschaftszweige mit hohen Kapitalkostenanteilen etwas niedriger aus als die Relation zum Produktionswert. Abbildung 5 gibt eine Übersicht über die Werte aus der Kostenstrukturstatistik des Statistischen Bundesamts für zwei ausgewählte Jahre. Der Energiekostenanteil liegt zwischen 0,3% des Bruttoproduktionswerts bzw. 0,5% der Bruttowertschöpfung bei der Tabakverarbeitung und rund 10% des Bruttoproduktionswerts im Bergbau bzw. knapp 40% bezogen auf die Bruttowertschöpfung.

Zwischen 2012 und 2014 hat sich die Bedeutung der Energiekosten in den Wirtschaftszweigen nach der Kostenstrukturstatistik uneinheitlich entwickelt. Gemessen am Bruttoproduktionswert ist der Energiekostenanteil im Automobilbereich gefallen, ebenso bei der Metallherzeugung und -bearbeitung sowie bei der Papierherstellung und im Textilbereich. Im Bergbau dagegen ist die Bedeutung der Energiekosten gestiegen, trotz fallender Preise zwischen 2012 und 2014.

Gemessen an der Bruttowertschöpfung fiel der Energiekostenanteil von 2012 bis 2014 in den Sektoren Gummi, Textil, Maschinenbau und im Automobilbereich, ebenso wie in der Chemie, der Papierherstellung und der Metallherzeugung. Da die Energiekostenanteile an der Wertschöpfung deutlich höher sind als am Bruttoproduktionswert, fallen die Veränderungen zwischen 2012 und 2014 auch deutlich höher aus. Insgesamt ist jedoch das Ranking der Wirtschaftszweige nach ihrer Energiekostenbelastung auf Basis des Produktionswerts oder der Wertschöpfung sehr ähnlich.

**Abbildung 5: Ranking der Wirtschaftszweige nach dem Energiekostenanteil am Bruttoproduktionswert und an der Bruttowertschöpfung (2012 und 2014)**

Herstellung von Bekleidung	0,6	Herstellung von Bekleidung	0,7	Herstellung von Bekleidung	2,3	Reparatur u.Installation von Masch.u.Ausrüstungen	2,3
Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen	0,8	Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen	0,7	Reparatur u.Installation von Masch.u.Ausrüstungen	2,5	Herstellung von Bekleidung	2,6
Kokerei und Mineralölverarbeitung	0,8	Kokerei und Mineralölverarbeitung	0,8	Herstellung von sonstigen Waren	2,8	Herstellung von elektrischen Ausrüstungen	2,6
Sonstiger Fahrzeugbau	0,9	Sonstiger Fahrzeugbau	0,8	Kokerei und Mineralölverarbeitung	3,0	Sonstiger Fahrzeugbau	2,8
Reparatur u.Installation von Masch.u.Ausrüstungen	0,9	Reparatur u.Installation von Masch.u.Ausrüstungen	0,8	Herstellung von elektrischen Ausrüstungen	3,1	Herstellung von sonstigen Waren	2,8
Herstellung von Leder, Lederwaren und Schuhen	1,0	Herstellung von Leder, Lederwaren und Schuhen	0,9	Maschinenbau	3,1	Maschinenbau	3,0
Herstellung von elektrischen Ausrüstungen	1,0	Herstellung von elektrischen Ausrüstungen	0,9	Sonstiger Fahrzeugbau	3,1	Kokerei und Mineralölverarbeitung	3,1
Maschinenbau	1,0	Maschinenbau	1,0	H.v. DV-Geräten, elektron. u. opt. Erzeugnissen	3,3	H.v. DV-Geräten, elektron. u. opt. Erzeugnissen	3,1
H.v. DV-Geräten, elektron. u. opt. Erzeugnissen	1,1	H.v. DV-Geräten, elektron. u. opt. Erzeugnissen	1,1	Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen	3,5	Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen	3,2
Herstellung von sonstigen Waren	1,1	Herstellung von sonstigen Waren	1,1	Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen	3,9	Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen	3,3
Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen	1,3	Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen	1,2	Gewinnung von Erdöl und Erdgas	4,0	Herstellung von Leder, Lederwaren und Schuhen	4,0
Herstellung von Möbeln	1,5	Herstellung von Möbeln	1,5	Herstellung von Leder, Lederwaren und Schuhen	4,3	Herstellung von Möbeln	4,7
Gewinnung von Erdöl und Erdgas	2,0	Gewinnung von Erdöl und Erdgas	2,1	Herstellung von Möbeln	4,8	Gewinnung von Erdöl und Erdgas	6,3
Herstellung von Metallerzeugnissen	2,2	Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln	2,3	Dienstleistungen f.d.Bergbau u.Gewinnung v.Steinen	5,7	Herstellung von Metallerzeugnissen	6,5
Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln	2,4	Herstellung von Metallerzeugnissen	2,4	Herstellung von Metallerzeugnissen	6,2	Getränkeherstellung	8,0
H.v. Druckerz., Vervielf.v.Ton-,Bild-,Datenträgern	2,6	H.v. Druckerz., Vervielf.v.Ton-,Bild-,Datenträgern	2,8	H.v. Druckerz., Vervielf.v.Ton-,Bild-,Datenträgern	7,7	H.v. Druckerz., Vervielf.v.Ton-,Bild-,Datenträgern	8,3
Dienstleistungen f.d.Bergbau u.Gewinnung v.Steinen	2,6	Getränkeherstellung	2,8	Getränkeherstellung	8,1	Dienstleistungen f.d.Bergbau u.Gewinnung v.Steinen	8,8
Getränkeherstellung	2,8	Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren	2,8	Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren	9,6	Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren	9,4
Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren	2,8	Herstellung von Textilien	3,3	Herstellung von Textilien	13,3	Herstellung von Textilien	11,0
H.v. Holz-, Flecht-, Korb- u.Korkwaren (ohne Möbel)	3,4	H.v. Holz-, Flecht-, Korb- u.Korkwaren (ohne Möbel)	3,4	Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln	14,0	Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln	13,0
Herstellung von Textilien	3,9	Dienstleistungen f.d.Bergbau u.Gewinnung v.Steinen	3,6	H.v. Holz-, Flecht-, Korb- u.Korkwaren (ohne Möbel)	16,1	H.v. Holz-, Flecht-, Korb- u.Korkwaren (ohne Möbel)	16,1
Herstellung von chemischen Erzeugnissen	4,6	Herstellung von chemischen Erzeugnissen	4,2	Herstellung von chemischen Erzeugnissen	21,2	Herstellung von chemischen Erzeugnissen	18,2
Metallerzeugung und -bearbeitung	5,4	Metallerzeugung und -bearbeitung	4,8	Kohlenbergbau	23,2	H.v.Glas-, wahren,Keramik,Verarb. v.Steinen u.Erden	21,4
Kohlenbergbau	6,3	Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus	6,0	H.v.Glas-, wahren,Keramik,Verarb. v.Steinen u.Erden	24,5	Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus	23,5
Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus	6,8	H.v.Glas-, wahren,Keramik,Verarb. v.Steinen u.Erden	6,9	Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus	28,5	Metallerzeugung und -bearbeitung	25,1
H.v.Glas-, wahren,Keramik,Verarb. v.Steinen u.Erden	7,5	Kohlenbergbau	7,3	Gewinnung von Steinen und Erden, sonstiger Bergbau	28,8	Gewinnung von Steinen und Erden, sonstiger Bergbau	28,7
Gewinnung von Steinen und Erden, sonstiger Bergbau	9,9	Gewinnung von Steinen und Erden, sonstiger Bergbau	10,1	Metallerzeugung und -bearbeitung	31,4	Kohlenbergbau	39,1
2012		2014		2012		2014	
Anteil am BPW				Anteil an der BWS			

Quelle: Eigene Berechnungen.

Das Öko-Institut hat zusammen mit dem DIW einen Energiekostenindex (Öko-Institut & DIW 2016) entwickelt, der von ähnlichen Ansätzen ausgeht und zu ähnlichen Ergebnissen kommt. Energiestückkosten gehen als monatliche Energiekosten und als Anteil am BPW bzw. BWS in den Index ein. Ein Vergleich der Anteile an BWS und BPW zeigt, dass sich im Durchschnitt die Energiekosten je Wertschöpfungseinheit oder Produktionswert verringert haben. Der Energiekostenindex wird mit Modellgrößen und ökonometrischen Schätzansätzen fortgeschrieben, denn er basiert ebenfalls auf den Daten des Statistischen Bundesamts bis 2014.

### 3.2 TOTALE ENERGIESTÜCKKOSTEN

Über die direkten Energiestückkosten hinaus machen sich höhere Energiekosten auch über die Vorlieferstruktur in der Industrie bemerkbar. Wenn die Kosten für eine Vorlieferindustrie deutlich steigen, macht sich dies auch in den Stückkosten der betrachteten Industrie bemerkbar. Hierzu schlägt die Expertenkommission die Berechnung sogenannter indirekter Energiestückkosten vor. (vgl. Löschel et al. 2015). Die Summe aus direkten und indirekten Energiestückkosten ließe sich folgerichtig als totale Energiestückkosten bezeichnen. Für eine belastbare Abschätzung sind Daten zur Vorlieferverflechtung auf disaggregierter Ebene und mit dem In- und Ausland als Zeitreihe notwendig. Da Informationen zur Vorleistungsverflechtung, d. h. zu den Lieferströmen zwischen einzelnen Branchen, nur auf der Ebene der Branchen (2-Steller) vom Statistischen Bundesamt in den Input-Output-Tabellen erfasst werden und mit deutlicher Zeitverzögerung vorliegen (die letzte Tabelle aktuell für 2013), können Zurechnungen der indirekten Energiekosten, d. h. dem monetär bewerteten Energieeinsatz auf vorgelagerten Produktionsstufen, nur auf dieser Ebene und entweder mit deutlicher Verzögerung für das Jahr 2013 oder über Annahmen (z. B. Strukturkonstanz, d. h. die Koeffizienten des Jahres 2013 wird für Folgejahre unterstellt) für neuere Zeitpunkte berechnet werden. Mit der deutschen Input-Output-Tabelle lässt sich der Energiekostenanteil der (inländischen) Vorleistungen bestimmen und hinzurechnen.

Ein weiteres Problem ist, dass ein (zunehmender) Teil der Vorleistungen aus dem Ausland kommt, der ausländische Teil der indirekten Energiekosten also über Energiepreise im jeweiligen Lieferland ermittelt werden muss. Die Expertenkommission (EWK 2015, 2016) hebt insbesondere die Einbeziehung der indirekten Energiestückkosten, die im Ausland anfallen, in die Betrachtung hervor. Dabei handelt es sich um Energieeinsatz auf vorgelagerten Produktionsstufen. Diese indirekten Energiestückkosten sind im Zuge zunehmender nationaler wie internationaler Arbeitsteilung seit 1995 stark gestiegen und lagen nach Berechnungen der EWK (2015) im Jahr 2011 für viele Wirtschaftsbereiche deutlich höher als die direkten Energiekosten. Für die Jahre 2008 bis 2015 zeigt sich ein relativer Anstieg der Stromstückkosten (inklusive in ausländischen Vorleistungen enthaltenen Energiekosten) für viele deutsche Branchen im EU-Vergleich. Mit den totalen Energiestückkosten können die Energiekosten deutscher Unternehmen als Indikator für Wettbewerbsfähigkeit im internationalen Vergleich betrachtet werden. Allerdings erschwert die Einbeziehung internationaler Vorleistungen die Beurteilung der deutschen Energiewende, weil Teile der Energiekosten im Ausland nicht von der deutschen Energiepolitik beeinflusst werden. Möglicherweise könnten nationale Energiestückkosten (d. h. totale Energiestückkosten ohne die Einbeziehung der Energie, die importierten Vorleistungen zugerechnet werden) zusätzliche Informationen liefern, die einen klaren Bezug zur deutschen Energiewende haben.

Die Expertenkommission greift dazu auf internationale Datensätze zurück und berechnet so

die totalen Energiekosten bzw. die totalen Energiestückkosten (vgl. Löschel et al. 2015). Diese Kombination aus indirekten (nationalen und internationalen) und direkten Energiestückkosten ist natürlich größer als die reinen direkten Energiestückkosten. Die Expertenkommission schlägt diese Größe zur Bemessung der Belastung der Unternehmen und der Wettbewerbsfähigkeit vor.

Die Expertenkommission hat den Indikator der totalen Energiestückkosten basierend auf dem WIOD-Datensatz in einer ihrer früheren Stellungnahmen entwickelt und in der letzten Stellungnahme (EWK 2016) umgestellt auf nationale Input-Output- und UGR-Daten, da der WIOD-Datensatz unregelmäßig aktualisiert und in seinen Elementen und Abgrenzungen unvorhersehbar verändert wird. Für die Darstellung der im Ausland anfallenden Energiestückkosten greift sie auf Daten von Eurostat für die EU-Länder zurück und nutzt weiterhin für andere Länder fortgeschriebene WIOD-Daten. Darin sind indirekte Energiekosten in ausländischen Vorleistungen enthalten.

### 3.3 EINORDNUNG

Zum Monitoring der Energiewende sollten grundsätzlich Indikatoren und Größen herangezogen werden, die direkt oder indirekt von den Auswirkungen der Energiewende betroffen sind. Es stellt sich die Frage, inwieweit die Inputstruktur eines industriellen Sektors dazu gehört, wenn man von den direkten Energieinputs absieht. Die Expertenkommission führt dazu an, dass gerade diejenigen Wirtschaftszweige, die energieintensive Vorleistungen beziehen, ein niedrigeres Effizienzpotenzial aufweisen. Dies erfasst in jedem Fall eine weitere Facette der internationalen Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie vor dem Hintergrund der Energiewende. Allerdings ist die Berechnung der totalen Energiestückkosten komplex und mit Schätzungen gerade am aktuellen Rand verbunden.

Umgekehrt lässt sich argumentieren, dass Änderungen von Energiekosten im Ausland zumindest nicht direkt von der deutschen Energiewende beeinflusst werden. Indirekt gibt es etwa auf dem Strommarkt sicherlich Wechselbeziehungen zwischen deutschen Großhandelspreisen und französischen oder tschechischen Industriestrompreisen. Ist es vor diesem Hintergrund angemessen, die totalen Energiestückkosten als zentralen Indikator für die internationale Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie regelmäßig im Monitoring der Energiewende auszuweisen? Angesichts der anspruchsvollen Berechnungen, die nur auf der Ebene der Branchen (2-Steller) erfolgen können, und der großen Heterogenität der Energiekosten auf der 3- und 4-Stellerebene der Wirtschaftsgliederung, scheint hier doch Vorsicht geboten. Ein recht hoch aggregierter Indikator der totalen Energiestückkostenbelastung deutscher Industriebranchen kann für sich alleine leicht zu Fehlinterpretationen führen. Nicht ohne Grund weist die aktuelle Carbon-Leakage-Liste der EU als Basis für Befreiungen im Rahmen des EU-ETS die Gefährdung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit europäischer Industriebereiche auf einer sehr tiefen Ebene der Wirtschaftsklassifikation aus. Untersuchungen zu den internationalen Industriestrompreisen zeigen, dass die Industriestrompreise auch in anderen Teilen der Welt oft große Unterschiede aufweisen (Grave et al. 2015). Zugleich wäre zu prüfen, ob die von der amtlichen Statistik ausgewiesenen direkten Energiestückkosten für das Monitoring der Energiewende nicht zu ganz ähnlichen Erkenntnissen kommend genutzt werden könnten. Umgekehrt bedeutet das nicht, dass die Betrachtung indirekter Energiestückkosten gar keinen Erkenntnisgewinn liefert. Besser erscheint aus unserer Sicht allerdings zu prüfen, mit welchem

Aufwand und unter Nutzung welcher Daten nationale Energiestückkosten (d. h. totale Energiestückkosten ohne die Einbeziehung der Energie, die importierten Vorleistungen zugerechnet werden) berechnet werden können. Hier könnte auf nationale Input-Output-Daten zurückgegriffen werden, wobei Unterschiede im Ausland nicht erfasst würden, oder die von der EWK verwendete Methode angepasst werden. Zusätzlich sollten auch die direkten Energiestückkosten (Abbildung 5) ausgewiesen werden.

Als Fazit ist weiterer Forschungsbedarf in diesem Themenfeld zu konstatieren, der zunächst eher für eine genauere wissenschaftliche Betrachtung für einen der zukünftigen Fortschrittsbericht zur Energiewende als aktuell für eine regelmäßige Darstellung im jährlichen Monitoringbericht spricht. Bis dahin erscheint es als sinnvoll je nach Verfügbarkeit, verschiedene Größen wie direkte Energiestückkosten und indirekte Energiestückkosten mit (totale Energiestückkosten) und/oder ohne den Anteil, der auf ausländischen Vorleistungen liegt, auszuweisen.

## 4 FAZIT UND AUSBLICK

Die EWGR ist ein wichtiger Beitrag zum besseren Verständnis der Kostenbelastung durch Energieverbrauch und Energiewende. In einer engen Definition umfasst die EWGR die Gesamtausgaben der Letztverbraucher als Ausgaben für den Energieeinsatz, in einer weiten Definition fallen darunter auch Ausgaben für eine dauerhafte Verringerung des Energieeinsatzes (Energieeffizienz) oder eine Erzeugung durch erneuerbare Energien. Die Letztverbraucher ausgaben liefern zusätzliche Informationen über die Preisdaten hinaus, welche schneller verfügbar sind. Insofern sind beide Indikatoren komplementär. Die Unterscheidung in die drei Bereiche Elektrizität, Wärme und Verkehr ist nachvollziehbar. Für den Wärmebereich ist eine zusätzliche tiefere Disaggregation auf Prozesswärme und Raumwärme zu prüfen. Differenzierungen nach den Verbrauchergruppen Haushalte, GHD und Industrie bieten sich für Strom und Wärme an. Im Verkehr ist eher die Differenzierung in Haushalte und Unternehmen gefragt. Insgesamt stellt die EWGR ein sehr sinnvolles Konzept dar, das das Monitoring der Energiewende verbessert. Allerdings bleiben verschiedene Punkte genauer zu klären.

Im Strombereich folgen wir der EWK und ziehen die Daten zum Stromabsatz heran. Allerdings muss die Lücke zwischen dem Stromverbrauch laut Energiebilanz und Stromabsatzmenge zukünftig erklärt werden. Dauerhaft besteht ebenfalls Klärungsbedarf zur passenden Erfassung des Letztverbrauchs an Strom, gerade auch vor dem Hintergrund des erwarteten zukünftig wachsenden Eigenverbrauchs.

Für den Wärmebereich liefert der Ansatz der EWK eine gute und nachvollziehbare Methode zur Berechnung der Letztverbraucherausgaben im engeren Sinne, d. h. die Wärmeaufwendungen. Die gemeinsame Darstellung von Ausgaben für Wärmeaufwendungen und Energieeffizienzinvestitionen im Bestand durch die EWK ist kritisch zu sehen. Wärmeausgaben und Effizienzinvestitionen eines Jahres sollten nicht ohne genauere Analyse und Kommentierung addiert werden sollten, weil letztere dauerhaft zur Senkung der eigentlichen Energieausgaben führen. Die EWK (2015, S. 89) weist selbst darauf hin, dass die Sanierungskosten nicht annualisiert werden, weil diese Informationen für die Vergangenheit und damit die auf die Folgejahre entfallende Abschreibungen nicht vorliegen. Die Entwicklung einer informativen und zugleich die Unterschiede hervorhebenden gemeinsamen Darstellung von Letztverbraucheraus-

gaben für Wärme und Investitionen in ihre langfristige Reduktion durch Effizienz und erneuerbare Energien steht aus. In diesem Bereich besteht noch Forschungsbedarf.

Bei den Letztverbraucherabgaben im Verkehr sind die von der EWK vorgeschlagenen Methoden ebenfalls noch weiterzuentwickeln. Einerseits ist die richtige Erfassung der Mehrwertsteuer im Straßenverkehr zu klären. Andererseits bleibt die Frage, ob und wie die anderen Verkehrsträger miteinbezogen werden sollten.

Für die Erfassung und Darstellung der EWGR im engeren und im weiteren Sinne bleiben neben der passenden Darstellungsform verschiedene Punkte zu klären. Konzeptionell ist die Einbeziehung von Investitionen in Energieeffizienz und erneuerbaren Energien noch nicht abschließend geklärt. Warum beim Wohnungsbau Sanierungen eingerechnet werden, aber der Neubau nicht berücksichtigt wird, bleibt offen. Ähnlich sind auch Effizienzinvestitionen in den Bereich Strom (z. B. der Kauf eines effizienten Haushaltsgeräts) und Verkehr (Mehrkosten eines effizienten Dieselfahrzeugs oder Mehrkosten eines Elektroautos) einerseits zu erfassen und andererseits genau einzuordnen.

In einem weiteren Methodenpapier wird auf die Entwicklung der Investitionen in die Energiewende im Zeitraum 2000 bis 2016 im Detail eingegangen (vgl. O'Sullivan et al. 2018). Bei den Investitionen bleibt abzuwarten, inwieweit die verschiedenen Quellen für das Monitoring noch zu vereinheitlichen sind. Da Deutschland zum einen entweder eine Investitionsschwäche attestiert wird oder die Höhe seiner Binnennachfrage in die Kritik gerät, könnten die Investition in den verschiedenen von der Energiewende betroffenen Bereichen weitere Indikatoren für das Monitoring der Energiewende sein.

Generell zu klären bleibt langfristig für die Abgrenzung der drei Sektoren bei fortschreitender Sektorkopplung, ob Stromanwendungen für Wärme und Verkehr dauerhaft nicht doch dem Wärme- und Verkehrsbereich zugerechnet werden müssten. Verschiedene Fragen zu den zu verwendenden Daten und ihrer Qualität sind ebenfalls offen. Zur Auswahl und Güte von Indikatoren stellen Schломann et al. (2016) wichtige Bewertungskriterien dar.

Im Industriebereich liefern Energiestückkosten wichtige Hinweise zur Energiekostenbelastung der deutschen Industrie. Verschiedene methodische Fragen bleiben dabei zu klären. Angesichts der Heterogenität der Energiepreise im Industriebereich und der Komplexität der Beurteilung internationaler Wettbewerbsfähigkeit sollten hierzu im Monitoring der Energiewende verschiedene Indikatoren dargestellt werden. Es ist weiterer Forschungsbedarf in diesem Themenfeld zu konstatieren, der zunächst eher für eine genauere wissenschaftliche Betrachtung, z. B. für einen der zukünftigen Fortschrittsberichte zur Energiewende, als aktuell für eine regelmäßige Darstellung im jährlichen Monitoringbericht spricht. Bis dahin erscheint es als sinnvoll, je nach Verfügbarkeit verschiedene Größen wie direkte Energiestückkosten und indirekte Energiestückkosten auszuweisen.

In Überleitung zu einer Diskussion möglicher Verteilungseffekte der Energiewende stellt sich die Frage nach der Zuordnung von Nutzern und Investoren. Die Darstellung der Gesamtkostenentwicklungen sowie der einzelnen Gesamtausgaben-Komponenten sollte aussagekräftige Hinweise zur prinzipiellen Bezahlbarkeit von Energie aus Sicht der Letztverbraucher liefern, so die Kommission. Wer aber bezahlt was in der Energiewende? Können z. B. Investitionen mit den Heizenergieausgaben der Verbraucher, besonders jedoch der Mieter verrechnet werden, wenn man Aussagen über den Erfolg der Energiewende treffen möchte?

Das Auseinanderfallen von Nutzern und Investoren spielt in verschiedenen Teilbereichen der

Energiewende eine Rolle: Im Mietwohnbereich kommen den Mietern einerseits die möglichen Ersparnisse durch solare Dachanlagen nicht zugute, denn weder Dach noch Anlage sind typischerweise ihr Eigentum. Gleiches gilt für KWK-Anlagen, auch hier wäre der Investor im klassischen Sinne der Vermieter. In den letzten Jahren häufen sich jedoch die Modelle und Vorschläge zum sogenannten Mieterstrom. Ist aber prinzipiell die Eigenerzeugung ein Erfolg der Energiewende oder ist sie gar „unsolidarisch“, wie es in einigen Publikationen dargestellt wird?

Insgesamt wäre es zu begrüßen, wenn die Letztverbraucherausgaben für die Bereiche Strom, Wärme und Verkehr regelmäßig im Rahmen des Monitorings erfasst werden und die Ermittlung nach Klärung der oben aufgeführten konzeptionellen Fragen zukünftig angepasst und erweitert wird.

## 5 ANHANG

Tabelle 4: Anteil der Letztverbraucherausgaben für Strom am BIP in %

Jahr	BIP in Mrd. Euro	Stromerlöse abzgl. Steuervergünstigungen, Letztverbraucher in Mrd. Euro	Anteil Strom
1991	1.579,8	39,4	2,49%
1992	1.695,3	40,0	2,36%
1993	1.748,6	40,6	2,32%
1994	1.830,3	40,8	2,23%
1995	1.898,9	41,5	2,18%
1996	1.926,3	41,5	2,16%
1997	1.967,1	41,2	2,10%
1998	2.018,2	41,0	2,03%
1999	2.064,9	39,0	1,89%
2000	2.116,5	34,2	1,61%
2001	2.179,9	38,3	1,76%
2002	2.209,3	38,8	1,75%
2003	2.220,1	42,5	1,91%
2004	2.270,6	44,4	1,96%
2005	2.300,9	49,0	2,13%
2006	2.393,3	52,2	2,18%
2007	2.513,2	56,3	2,24%
2008	2.561,7	60,2	2,35%
2009	2.460,3	58,5	2,38%
2010	2.580,1	60,9	2,36%
2011	2.703,1	63,6	2,35%
2012	2.758,3	64,3	2,33%
2013	2.826,2	71,0	2,51%
2014	2.923,9	70,3	2,40%
2015	3.032,8	69,4	2,29%

Quellen: Destatis (2017a), Destatis (2017b) und eigene Berechnungen.

**Tabelle 5: Letztverbraucherausgaben für Wärme im Jahr 2015 in Mio. Euro**

	Haushalte	GHD	Industrie	Gesamt
<b>Mineralöl, gesamt</b>	<b>7.582</b>	<b>1.608</b>	<b>445</b>	<b>9.635</b>
Schweres Heizöl	0	0	125	125
Leichtes Heizöl	7.582	1.608	320	9.510
Sonstige	0	0	0	0
<b>Gase, gesamt</b>	<b>16.959</b>	<b>6.049</b>	<b>4.278</b>	<b>27.285</b>
Naturgase, Erdgas, Erdölgas	16.449	5.684	3.842	25.975
LPG	510	365	266	1.141
Sonstige	0	0	170	170
<b>Fernwärme</b>	<b>3.238</b>	<b>1.042</b>	<b>3.180</b>	<b>7.460</b>
<b>Kohle, gesamt</b>	<b>206</b>	<b>5</b>	<b>1.218</b>	<b>1.429</b>
Braunkohle	91	0	329	420
Steinkohle	115	5	890	1.009
<b>Erneuerbare Energien, gesamt</b>	<b>3.260</b>	<b>3.236</b>	<b>1.046</b>	<b>7.541</b>
Wasserkraft	0	0	0	0
Windkraft	0	0	0	0
Photovoltaik	0	0	0	0
Feste biogene Stoffe, Klärschlamm	2.831	368	923	4.122
Flüssige biogene Stoffe, Biokraftstoffe	346	2.086	112	2.544
Klärgas einschl. Biogas	83	782	11	875
biogener Anteil des Abfalls, Deponiegas	0	0	0	0
Geothermie	0	0	0	0
Solarthermie	0	0	0	0
Umweltwärme	0	0	0	0
<b>Sonstige, gesamt</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Nicht-erneuerbare Abfälle, Abwärme u. a.	0	0	0	0
Kernenergie	0	0	0	0
<b>Gesamt</b>	<b>31.245</b>	<b>11.939</b>	<b>10.167</b>	<b>53.351</b>

Quelle: Eigene Berechnungen.

## 6 LITERATUR UND QUELLEN

- ADAC (2016): Monatliche Durchschnittspreise Kraftstoffe seit 2000.
- Agora Energiewende (2017): Neue Preismodelle für Energie. Grundlagen einer Reform der Entgelte, Steuern, Abgaben und Umlagen auf Strom und fossile Energieträger. Hintergrund. Berlin, April 2017.
- AG Energiebilanzen (verschiedene Jahrgänge): Energiebilanzen.
- AG Energiebilanzen (2016a): Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren in Deutschland.
- AG Energiebilanzen (2016b): Satellitenbilanz.
- AG Energiebilanzen (2016c): Auswertungstabellen zur Energiebilanz für Deutschland 1990 bis 2015.
- AGFW [Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V.] (2016): Fernwärme-Preisübersicht, Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V.
- BMVI (2016): Verkehr in Zahlen. 2016/2017.
- BMWi (2017a): Zahlen und Fakten Energiedaten - Nationale und Internationale Entwicklung.
- BMWi (2017b): Energieeffizienz in Zahlen, Berlin.
- BMWi (2016): Fünfter Monitoring-Bericht „Energie der Zukunft“. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), Berlin.
- Chrischilles, E. (2016): Eigenerzeugung: Immer mehr Verbraucher erzeugen selber Strom. IW-Kurzberichte, No. 66.2016. <https://www.econstor.eu/handle/10419/157572>
- Destatis (2016): Umweltökonomische Gesamtrechnungen - Transportleistungen und Energieverbrauch im Straßenverkehr 2005 – 2014, Wiesbaden.
- Destatis (2017a): Erhebung über Stromabsatz und Erlöse der Elektrizitätsversorgungsunternehmen und Stromhändler, 43331-0001.
- Destatis (2017b): VGR des Bundes - Bruttowertschöpfung, Bruttoinlandsprodukt (nominal/preisbereinigt), 81000-0001.
- Destatis (2017c): Außenhandelsstatistik, Palmöl, 51000-0013. Destatis (2017c): Daten zur Energiepreisentwicklung - Lange Reihen bis April 2017.
- Destatis (2017d): Fahrleistungen und Kraftstoffverbrauch der privaten Haushalte mit Personenkraftwagen von 2008 bis 2015. <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesamtwirtschaftUmwelt/Umwelt/UmweltoekonomischeGesamtrechnungen/MaterialEnergiefluesse/Tabellen/FahrleistungenHaushalte.html>
- Deutsches Pelletinstitut (2016): Jahresdurchschnittspreis von Holzpellets.
- DIW (2016): Strukturdaten zur Produktion und Beschäftigung im Baugewerbe – Berechnungen für das Jahr 2015. Endbericht. Im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) sowie des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR), Berlin.

- EWK [Experten-Kommission zum Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“] (2014a): Stellungnahme zum zweiten Monitoring-Bericht der Bundesregierung für das Berichtsjahr 2012. Expertenkommission zum Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“, Berlin, Mannheim, Stuttgart.
- EWK [Experten-Kommission zum Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“] (2014b): Stellungnahme zum ersten Fortschrittsbericht der Bundesregierung für das Berichtsjahr 2013. Berlin, Münster, Stuttgart.
- EWK [Experten-Kommission zum Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“] (2015): Stellungnahme zum vierten Monitoring-Bericht der Bundesregierung für das Berichtsjahr 2014. Berlin, Münster, Stuttgart.
- EWK [Experten-Kommission zum Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“] (2016): Stellungnahme zum fünften Monitoring-Bericht der Bundesregierung für das Berichtsjahr 2015. Berlin, Münster, Stuttgart.
- Grave, K., Breitschopf, B., Lutz, C., Hazrat, M., Boeve, S., von Blücher, F., Bourgault, C., Bader, N., Friedrichsen, N., Arens, M., Aydemir, A., Pudlik, M., Duscha, M., Ordonez, J., Großmann, A. & Flaute, M. (2015): Stromkosten der energieintensiven Industrie - Ein internationaler Vergleich - Zusammenfassung der Ergebnisse. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, Berlin, Karlsruhe, Osnabrück.
- Lehr, U., Lutz, C., Edler, D., O’Sullivan, M., Nienhaus, K., Nitsch, J., Breitschopf, B., Bickel, P. & Ottmüller, M. (2011): Kurz- und langfristige Auswirkungen des Ausbaus der erneuerbaren Energien auf den deutschen Arbeitsmarkt. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Osnabrück, Stuttgart, Berlin, Februar 2011.
- Löschel, A., Kaltenegger, O., Balkowski, M. (2015), Die Rolle der indirekten Energiekosten im deutschen Produzierenden Gewerbe., Wirtschaftsdienst 2015/12.
- Lutz, C., Grave, K., Breitschopf, B., Großmann, A., Flaute, M., von Blücher, F., Hazrat, M., Friedrichsen, N., Arens, M. & Aydemir, A. (2015): Wettbewerbsfähigkeit und Energiekosten der Industrie im internationalen Vergleich. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, Berlin.
- IW & EWI (2014): Eigenerzeugung und Selbstverbrauch von Strom. Stand, Potentiale und Trends. Gutachten im Auftrag des BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V. Köln, 2014.
- Öko-Institut & DIW (2016): EKI – Der Energiekostenindex für die deutsche Industrie. Bericht 2016/10 für die European Climate Foundation (ECF), Berlin, 20. Dez. 2016.
- O’Sullivan, M., Edler, D., Lehr, U. (2018): Ökonomische Indikatoren des Energiesystems: Methode, Abgrenzungen und Ergebnisse für den Zeitraum 2000 - 2016, Stuttgart, Berlin. Unveröffentlichter Entwurf.
- Schlomann B., Reuter, M. Eichhammer, W. Ziesing, H. J. (2016): Methoden- und Indikatorentwicklung für Kenndaten zum Klimaschutz im Energiebereich. Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes, Climate Change 12/2016, Karlsruhe, Berlin.