

FFE

Energiebilanzen – Über die Vergleichbarkeit statistischer Daten und Ursachen für Unterschiede

Beitrag in der et - Energiewirtschaftliche Tagesfragen, Ausgabe 04/2020

Patrick Dossow, Andrej Guminski, Serafin von Roon (Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH), Simon Pichlmaier und Christoph Pellingner (Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V.)

Energiebilanzen – Über die Vergleichbarkeit statistischer Daten und Ursachen für Unterschiede

Öffentliche Energiebilanzen sind essenzielle Basisdaten für energiewirtschaftliche Analysen. Je nach Version und Quelle treten jedoch zum Teil starke Abweichungen zwischen nationalen und internationalen Endenergieverbrauchsstatistiken auf. Anhand eines Vergleichs der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB) und der Eurostat Energiebilanzen für Deutschland, werden in diesem Artikel Abweichungen für das Jahr 2016 aufgezeigt. Dabei werden sowohl Unterschiede zwischen AGEB und Eurostat als auch zwischen unterschiedlichen Versionen der Eurostat Energiebilanz ausgewertet und deren Ursachen und Wirkung diskutiert. Zwischen AGEB und der aktuellsten Version der Eurostat Energiebilanzen existiert beispielsweise eine Abweichung im gesamten Endenergieverbrauch für Deutschland in Höhe von 7 %. Diese Abweichungen müssen vor dem Hintergrund einer vielfältigen Modelllandschaft in Deutschland, die auf diese Daten zurückgreift, analysiert und bewertet werden.

Relevanz von Energiebilanzen und Problematik der Abweichungen

In Energiebilanzen werden jahresscharfe statistische Daten zu Primärenergieverbrauch, Umwandlungseinsatz und -ausstoß und Endenergieverbrauch für eine Volkswirtschaft methodisch aufbereitet und veröffentlicht. Damit dienen Energiebilanzen häufig als wichtige Eingangsquellen in der Energiesystem-Modellierung. Die Verlässlichkeit der veröffentlichten energiestatistischen Daten stellt somit eine notwendige Bedingung dar, um energiewirtschaftliche Modellergebnisse vergleichen und bewerten zu können.

Im Rahmen der Datenbeschaffung zur Vorbereitung der Modellierungsarbeiten im Projekt eXtremOS [1] wurden an der FfE aufgrund des europäischen Bilanzraums nationale und internationale Energiebilanzen erfasst und verglichen. Dabei fällt auf, dass es zu teilweise gravierenden Abweichungen zwischen den Energiebilanzen der national zuständigen Institutionen und den von international tätigen Behörden erstellten Bilanzen kommt.

Zwar liegt auf der Hand, dass kleinere Abweichungen in der Bilanzierung des Energieverbrauchs ganzer Länder nicht immer zu vermeiden sind. Die Höhe der identifizierten Abweichungen zwischen Energiebilanzen übersteigt allerdings teilweise die in der Vergangenheit festgestellten Differenzen bei weitem. Diese Abweichungen wurden im Rahmen des Vorhabens systematisch erfasst. Im Folgenden werden die grundlegend relevanten Diskrepanzen dargestellt und deren Ursachen anhand von Fallbeispielen erläutert.

Grundlegende Bilanzierungslogik und Abweichungen bei Primärenergie- und Endenergieverbrauch sowie Umwandlungseinsatz und -ausstoß

Die identifizierten Abweichungen sowie Ursachen und Folgen werden exemplarisch anhand der Energiebilanzen für Deutschland diskutiert, um präzise Beispiele für Abweichungen in der Bilanzierung nennen zu können. Auf nationaler Ebene dient die deutsche Energiebilanz erstellt durch die AG Energiebilanzen (AGEB) [2] und auf internationaler Ebene die Energiebilanz des Statistische Amt der Europäischen Union (Eurostat) als Quelle [3].

Da die Methodik zur Erstellung der Eurostat Energiebilanz Anfang 2019 für die Bilanzierungsjahre 1990 bis 2017 aktualisiert und die Bilanz nach der alten Methodik für alle Jahre bis einschließlich 2016 erstellt wurde, existieren zwei verschiedene Eurostat-Bilanzen für die Jahre 1990 bis 2016. Somit stellen die Bilanzen für 2016 die aktuellsten Daten dar, die für alle drei Energiebilanzen (AGEB, Eurostat nach neuer Methodik und Eurostat nach alter Methodik) verfügbar sind.

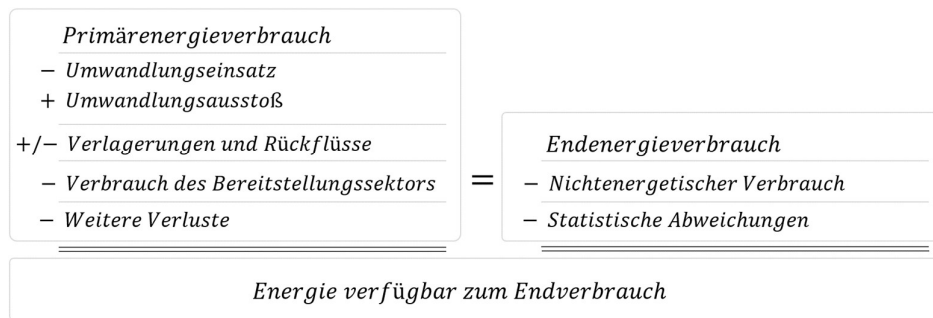


Abbildung 1: Grundlegende Bilanzierungslogik der Energiebilanzen

Der Aufbau der AGEB-Bilanz und der Eurostat-Bilanzen ist grundlegend identisch. Dabei werden statistisch erfasste Energiemengen in Haupt-Kategorien zusammengefasst und in einer Bilanzierungslogik miteinander verrechnet. Wie in der vereinfachten Darstellung der Bilanzierung der Haupt-Kategorien in Abb. 1 dargestellt, werden zwei separate Berechnungen angestellt, die jeweils die zum Endverbrauch verfügbare Energiemenge ausweisen. Der eine Berechnungspfad basiert auf dem erfassten Primärenergieverbrauch (Primärenergie-Pfad), der andere auf dem bilanzierten Endenergieverbrauch (Endenergie-Pfad). Abweichungen zwischen den zwei Berechnungsergebnissen werden unter der Kategorie „Statistische Abweichungen“ subsummiert.

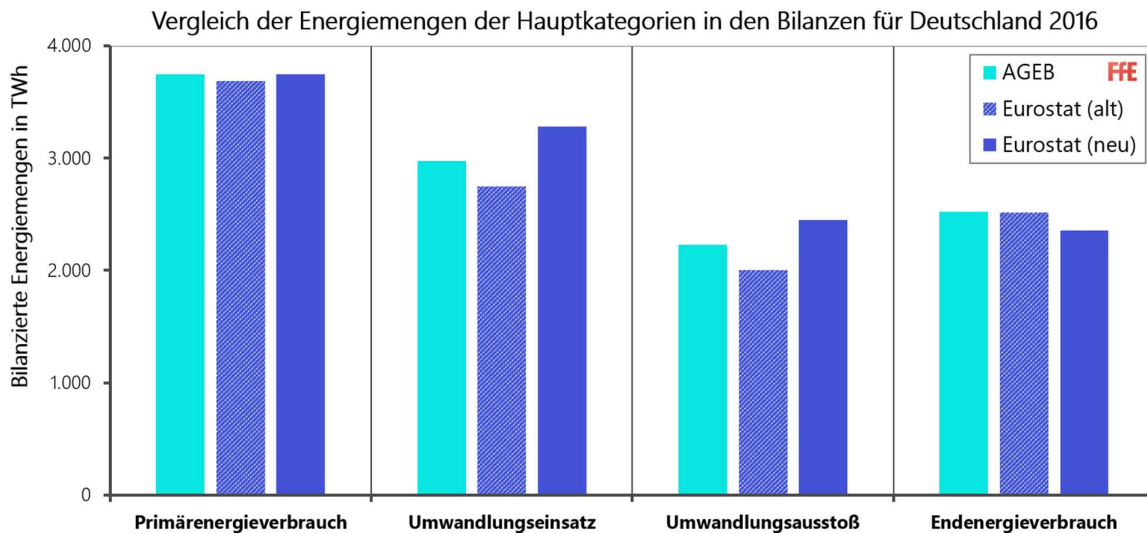


Abbildung 2: Vergleich der Hauptkategorien in den Bilanzen für Deutschland 2016

Um einen ersten Eindruck über die Größenordnungen der Abweichungen zu gewinnen, stellt Abb. 2 die in den drei Quellen bilanzierten Energiemengen für die vier relevantesten Haupt-Kategorien (Primär- und Endenergieverbrauch sowie Umwandlungseinsatz und -ausstoß) dar. Während die Werte der Primärenergieverbräuche in allen drei Bilanzen annähernd identisch sind, weisen insbesondere der Umwandlungseinsatz und -ausstoß große Unterschiede auf. Der Endenergieverbrauch ist für AGEB und alter Eurostat-Bilanz (im Folgenden kurz Eurostat (alt)) vergleichbar. Lediglich in der neuen Eurostat- Bilanz (im Folgenden kurz Eurostat (neu)) wird ein um ca. 7 % geringerer Wert ausgewiesen. Abb. 2 deutet darauf hin, dass sich die Abweichung im Endenergieverbrauch im Endenergie-Pfad durch die Abweichungen im Umwandlungseinsatz und -ausstoß im Primärenergie-Pfad ausgleichen (siehe Bilanzierungslogik in Abb. 1). Generell lässt sich festhalten, dass die Werte der Eurostat (neu) im Vergleich zur Eurostat (alt) stark verändert sind.

Abweichungen auf Ebene der Energieträger

Zusätzlich zu der Unterscheidung nach Haupt-Kategorien wird in den Bilanzen nach Energieträgern unterschieden. Dabei werden mehrere Energieträger durch die Definition eines in der Folge als Haupt-Energieträger bezeichneten übergeordneten Energieträgers zusammengefasst. Auch bezüglich der Haupt-Energieträger ergeben sich Veränderungen durch den neuen Bilanzierungsansatz bei der Eurostat (neu). Die Abweichungen zwischen Eurostat (alt) und AGEB werden in der Eurostat (neu) teilweise ausgeglichen. Dafür entstehen jedoch neue Abweichungen oder existierende Abweichungen werden verstärkt. Dieser Effekt der Eurostat (neu) wird in Abb. 3 veranschaulicht, indem die tatsächlichen Abweichungen zwischen je zwei Bilanzen für die drei relevanten Haupt-Kategorien je Haupt-Energieträger ausgewiesen werden.

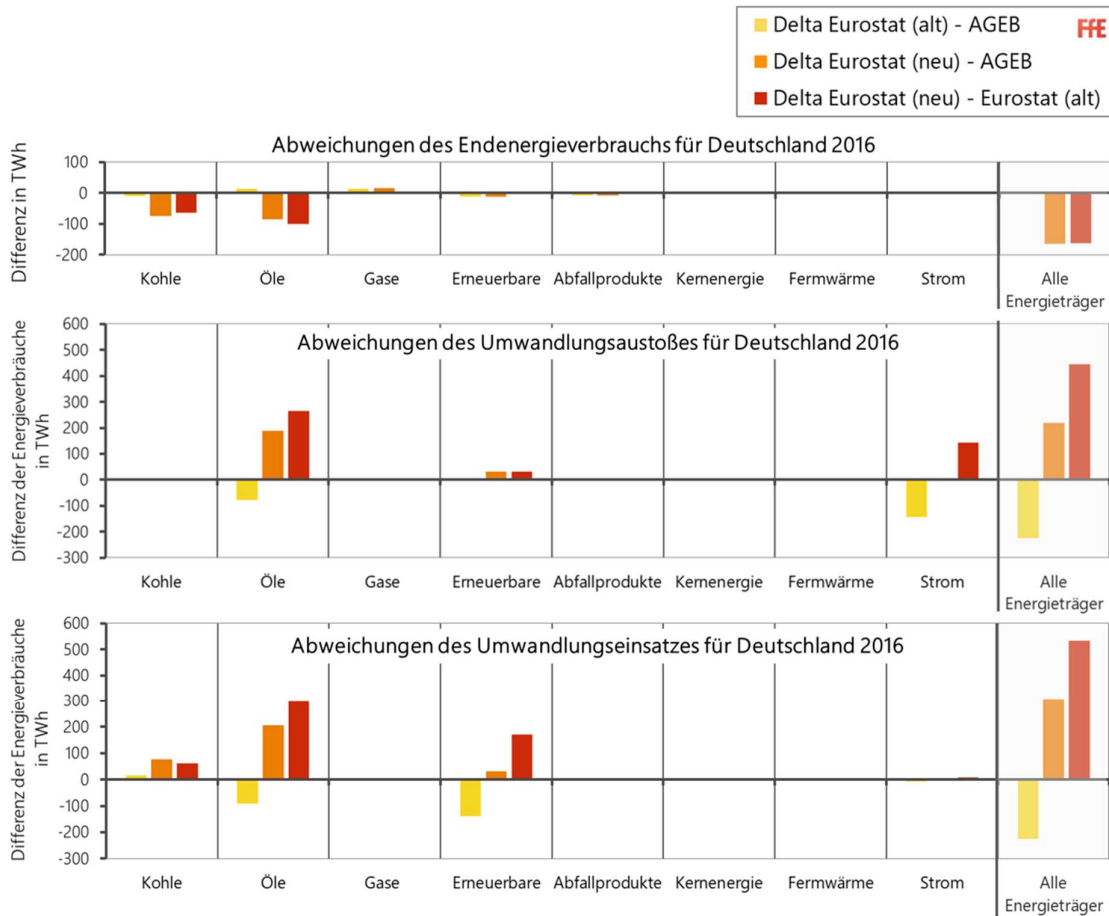


Abbildung 3: Energieträgerspezifische Abweichungen zwischen den Bilanzen je relevantem Haupt-Kategorie für Deutschland 2016

Aus der Summe aller Energieträger (jeweils auf der rechten Seite der Grafiken) ist ersichtlich, dass sich für den Endenergieverbrauch Abweichungen ergeben, die zwischen Eurostat (alt) und AGEB nicht auftragen. Diese Abweichung resultiert zu etwa 40 % aus der Bilanzierung des Haupt-Energieträgers „Kohle“ und zu etwa 60 % aus der Bilanzierung des Haupt-Energieträgers „Öle“. Im Umwandlungseinsatz ändert sich der Absolutwert von Eurostat (alt) zu Eurostat (neu) so stark, dass für die Eurostat (neu) ein größerer Wert als für die AGEB vorliegt, während zuvor ein geringerer Wert ermittelt wurde. Dieser Effekt ist vor allem auf den Haupt-Energieträger „Öle“ zurückzuführen. Eine ganz ähnliche Aussage gilt für den Umwandlungsausstoß. Auch hier wird in der Eurostat (neu) ein deutlich größerer Wert ermittelt als zuvor.

Die festgestellten Abweichungen je Haupt-Energieträger sind je nach Haupt-Kategorie gravierend und lassen sich meist spezifischen Einzel-Kategorien in der Bilanzierung zuordnen. Der Großteil der Abweichungen entsteht demnach aufgrund veränderter Bilanzierungslogiken. An dieser Stelle sollen zwei verständliche Beispiele für solche Unterschiede in der Bilanzierung einzelner Kategorien erfolgen. Andere als die im nachfolgenden dargestellten Ergebnisse weisen häufig eine deutlich größere Komplexität auf und sind nicht direkt aus den Bilanzen ableitbar, was das zeitgleiche Arbeiten mit mehreren Energiebilanzen zusätzlich erschwert.

Fallbeispiele Bilanzabweichungen – Hochöfen und internationaler Flugverkehr

Ein anschauliches Beispiel für die Änderung in der Bilanzierung zwischen Eurostat (alt) und Eurostat (neu) ist die Verortung der in Hochöfen verwendeten Brennstoffe. Wie Abb. 4 zeigt, kommt es beim Umwandlungseinsatz von Brennstoffen auf Kohlebasis in Hochöfen zu einer deutlich positiven Differenz zwischen der Eurostat (neu) und den beiden anderen Bilanzen. Gleichzeitig ist die Differenz für die Summe der üblicherweise in Hochöfen eingesetzten fossilen Brennstoffe (Bestandteile des Hauptenergieträgers Kohle) in der Kategorie Endenergieverbrauch für die Eurostat (neu) erheblich weiter im negativen Bereich als für die Eurostat (alt). Die dargestellten Differenzen im Umwandlungseinsatz sind nahezu identisch zum Betrag der Differenzen im Endenergieverbrauch. Es ist ersichtlich, dass sich die Bilanzierungslogik der Eurostat (neu) geändert hat und nun die in Hochöfen verwendeten Energiemengen dem Umwandlungseinsatz und nicht mehr dem Endenergieverbrauch zugeordnet werden.

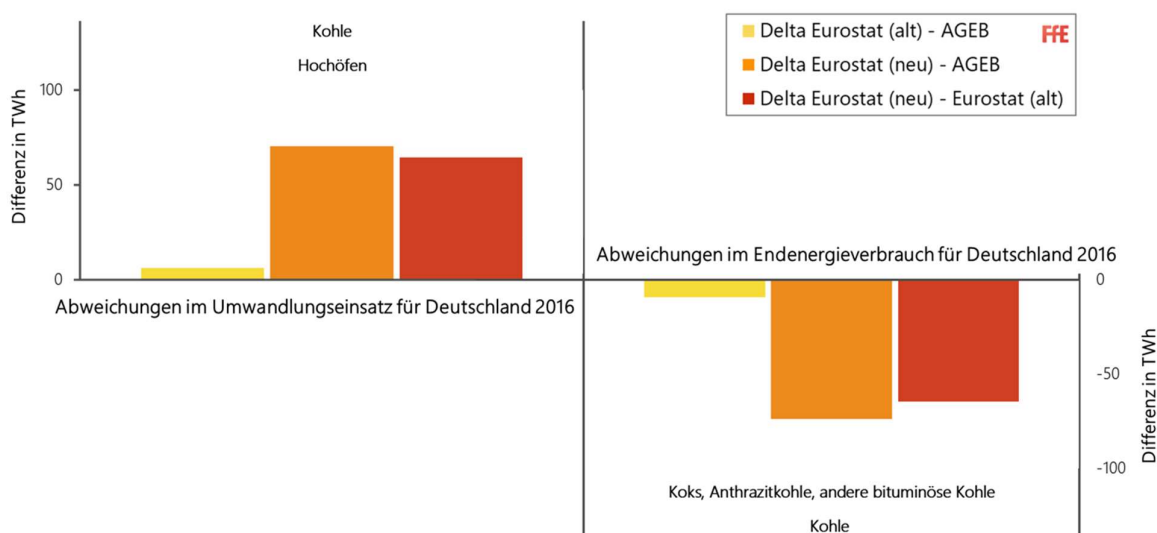


Abbildung 4: Abweichungen im Umwandlungseinsatz von Kohle in Hochöfen (links) und im Endenergieverbrauch von Kohleprodukten (rechts) für Deutschland 2016

Ein weiteres Beispiel stellt die Verortung des internationalen Flugverkehrs dar. In der AGEB und der Eurostat (alt) wurde der internationale Flugverkehr der innerhalb der Staatsgrenzen startenden Flieger in der Haupt-Kategorie Endenergieverbrauch (Verkehrssektor) verortet. Mit Blick auf die rechte Grafik in Abb. 5 zeigt sich, dass in der Eurostat (neu) für die Energieträger Flugbenzin und Kerosin in dieser Kategorie eine deutliche Differenz zu den Werten der beiden anderen Bilanzen vorliegt. Im Bilanzbereich internationaler Energieverbräuche sind Abweichungen feststellbar, die links in Abb. 5 dargestellt sind. Diese Abweichungen von 100 TWh sind im Betrag nahezu identisch zu den Abweichungen im Endenergieverbrauch (108 TWh). Zieht man den Anteil des Kerosinverbrauchs der Inlandsflüge von allen in Deutschland startenden Flügen von diesem Betrag ab (laut UBA liegt der Anteil bei 8,17 %), so unterscheiden sich die Werte um weniger als 1 TWh. Es ist somit wie im Fallbeispiel zuvor sehr offensichtlich, dass in der Eurostat (neu) der Energieverbrauch des internationalen Flugverkehrs an eine andere Stelle geschoben wird.

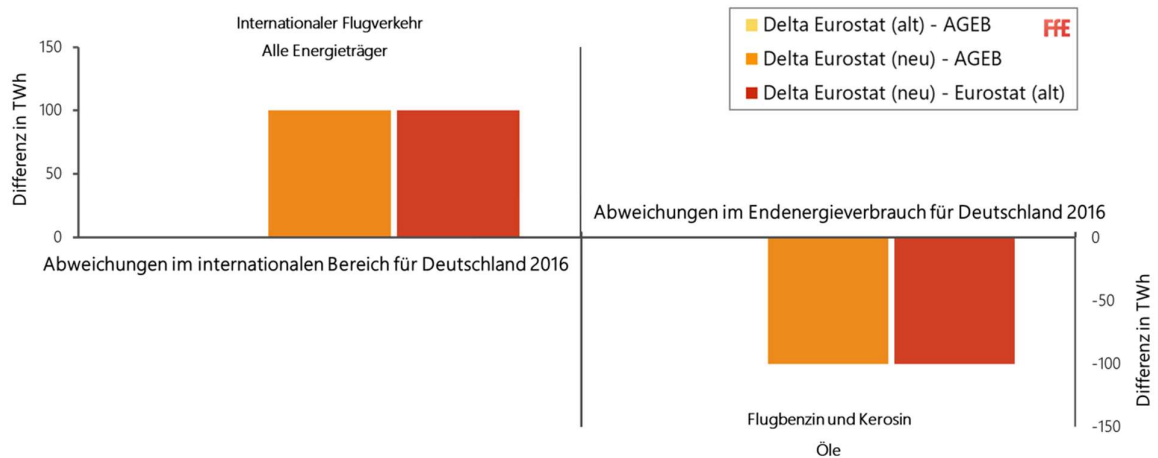


Abbildung 5: Abweichungen in internationalen Kategorien (links) und im Endenergieverbrauch von Flugbenzin und Kerosin (rechts) für Deutschland 2016

Gründe für Bilanzabweichungen

Die beschriebenen Fallbeispiele spiegeln eine der wichtigsten Ursachen für die festgestellten Abweichungen wieder. Sie zeigen, wie unterschiedliche Buchungsmethoden zu Verschiebungen der Verbräuche zwischen Hauptkategorien führen können. Die relevanten **Unterschiede in den Bilanzierungslogiken** sind in vereinfachter Form in der oberen Darstellung in Abb. 6 zusammengefasst. Neben dem internationalen Flugverkehr, der in der Eurostat (neu) separat erfasst wird, sind andere Kategorien wie die Verlagerungen und Rückflüsse oder die Verteilungsverluste unterschiedlich definiert. In der Literatur finden sich darüber hinaus weitere Erklärungsansätze, die je nach Fall einen gewissen Anteil an der Problematik haben [4]. Eurostat hat zwar ein offizielles Dokument zur Erklärung der neuen Methodik veröffentlicht [5], allerdings lässt sich hieraus nicht auf die vorgenommenen Änderungen im Vergleich zur alten Methodik oder zu anderen Statistikämtern schließen.

So ist eine weitere mögliche Ursache für Abweichungen zwischen den Bilanzen die **Fehleranfälligkeit der Erstellungsprozesse**. Der untere Teil von Abb. 6 zeigt, dass der Prozess zur Erstellung der Eurostat-Bilanzen zwei Schritte beinhaltet und somit Teile des Prozesses außerhalb der nationalen Einflussnahme liegen. Auch wenn durch die standardisierte Form der „Joint Annual Questionnaires“ ein gewisses Maß an Vergleichbarkeit erreicht werden kann, ist die Aufteilung in zwei unterschiedliche Bilanzierungsprozesse dennoch fehleranfällig. So können Übertragungsfehler beispielsweise nicht ausgeschlossen werden.

Darüber hinaus liegen in Deutschland Erhebungen über Energieverwendung und –verbrauch nach Energieträgern zum **Zeitpunkt der Berichterstattung** an Eurostat in der Regel noch nicht vor. Dieser Teil des Energieverbrauchs wird demnach in den Fragebögen vollständig geschätzt. Hinzu kommt, dass vorläufige Meldungen an Eurostat aufgrund des hohen Koordinierungsaufwandes nur für ausgewählte Jahr durchgeführt werden. Es existiert folglich allein aufgrund der Erhebungssystematik ein Unterschied zwischen Eurostat und AGEB-Bilanzen.

Eine Zusammenstellung aller möglicher Gründe für die auftretenden Abweichungen kann [6] und [4] entnommen werden.

Konsequenzen

Die hier beschriebenen Statistiken werden für die Kalibrierung von einer Reihe bedeutsamer Energieverbrauchs- und -systemmodelle (z.B. [7, 8, 9, 10]) verwendet. Veränderungen bei der Bilanzierung einzelner Emittenten wie dem internationalen Flugverkehr oder den zur Stahlproduktion verwendeten Hochöfen können folglich Auswirkungen auf Modellergebnisse und die daraus abgeleiteten Schlussfolgerungen mit sich bringen.

AGEB	Eurostat (alt)	Eurostat (neu)
Primärenergieverbrauch - Umwandlungseinsatz + Umwandlungsausstoß - Hochseebunkerungen - Verbrauch des Bereitstellungssektors - Fackel & Verteilungsverluste = Energie verfügbar zum Endverbrauch	Primärenergieverbrauch - Umwandlungseinsatz + Umwandlungsausstoß + Verlagerungen und Rückflüsse - Hochseebunkerungen - Verbrauch des Bereitstellungssektors - Verteilungsverluste = Energie verfügbar zum Endverbrauch	Primärenergieverbrauch - Umwandlungseinsatz + Umwandlungsausstoß - Hochseebunkerungen - Internationaler Flugverkehr - Verbrauch des Bereitstellungssektors - Verteilungsverluste = Energie verfügbar zum Endverbrauch

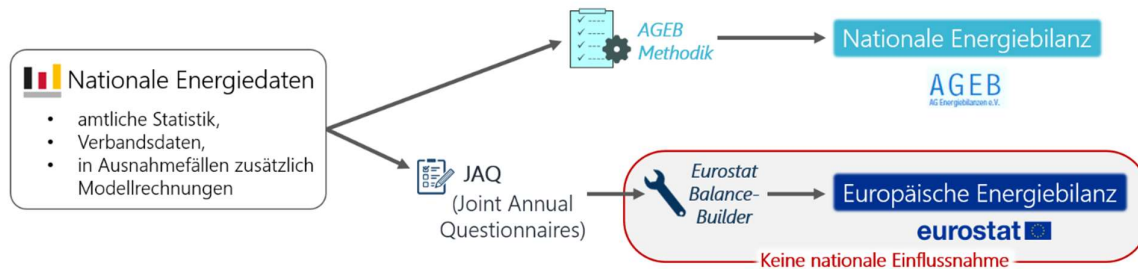


Abbildung 6: Vereinfachte Darstellung der unterschiedlichen Bilanzierungsschemata und der Entstehungsprozesse der Energiebilanzen [5]

Sowohl Eurostat als auch AGEB stellen die angewendeten Methoden jeweils auf ihren Webseiten dar. Es fehlt jedoch eine explizite Darstellung der sich ergebenden Unterschiede im Vergleich zu Vorgängerversionen und anderen Statistiken. Das Fallbeispiel des internationalen Flugverkehrs lässt sich mit vergleichsweise wenig Aufwand durch den direkten Vergleich der alten und neuen Eurostat Bilanzierungslogik erklären. Die Ursache der Abweichungen im Fallbeispiel der Hochöfen und ein Großteil der anderen Abweichungen ist jedoch nur durch eine zeitaufwendige Detailanalyse zu identifizieren.

Durch die Veränderung der Buchungsmethode für Stein- und Koks Kohleverbräuche des Hochofens im Rahmen der Aktualisierung der Eurostat-Energiebilanz kommt es zu einer Verringerung des Endenergieverbrauchs im Wirtschaftszweig Metallherzeugung i. H. v. 63 TWh im Jahr 2016. Dies entspricht ca. 23 Mio. t_{CO2}. Wird dies bei der Modellierung von Klimapfaden in der Industrie nicht berücksichtigt, so kann es zu falschen Schlussfolgerungen mit Bezug zu den für die Erreichung der Sektorziele benötigten Maßnahmenumsetzung kommen.

Im Verkehr ergibt sich durch die geänderte Buchungsmethode des in Deutschland startenden internationalen Flugverkehrs eine Differenz von 100 TWh zwischen Eurostat (alt) und Eurostat (neu). Wenngleich die damit einhergehenden Emissionen von ca. 28 Mio. t CO₂ nicht den deutschen Emissionen im Sinne der Erreichung der Ziele für das Paris Klimaschutzabkommens zugeordnet werden, wäre dies eine deutliche Unterschätzung der Klimawirkung des von Deutschland verursachten Emissionen im Verkehr.

Für die zum jetzigen Zeitpunkt aktuellsten AGEB- und Eurostat-Bilanzen existiert ein Delta im Endenergieverbrauch in Deutschland für 2016 i. H. v. 164 TWh (ca. 7 %). Es bleibt zu hoffen und zu vermuten, dass diese Diskrepanz mit der Aktualisierung der nationalen Statistik von AGEB verringert wird, da eine Abweichung in dieser Höhe Anlass dazu gibt, die Sinnhaftigkeit kleinteiliger Maßnahmenumsetzung in Energiemodellen zu hinterfragen. Aufgrund der hohen Relevanz beider Statistiken für Energiemodelle in ganz Europa kann nur an beide Behörden appelliert werden, dass Auftreten solcher Unterschiede durch die zeitliche und inhaltliche Synchronisierung der Bilanzierungsprozess zu verhindern. Mindestens gilt es jedoch drastische Veränderungen bei den Bilanzierungsmethoden klar zu kommentieren, um den Nutzern dieser Daten die Möglichkeit zu geben, die für ihren Zweck genauere Bilanz zu verwenden.

Darüber hinaus gibt es zum jetzigen Zeitpunkt keine von offizieller Seite publizierte Unsicherheitsanalyse, die aufzeigt, wie genau die Statistiken den tatsächlichen Energieverbrauch eines Landes abbilden. Da diese Daten jedoch verwendet werden, um zeitkritische Transformationspfade für die Erreichung der Klimaziele zu berechnen, ist eine solche Unsicherheitsanalyse zwingend notwendig. Insbesondere kann eine zu geringe Ausweisung des Energieverbrauchs zu einer daraus folgenden Unterschätzung des Handlungsbedarfs führen.

Literaturverzeichnis

- [1] Konetschny, C.; Pellingner, C.: Laufendes Projekt: Verbundprojekt eXtremOS – Wert von Flexibilität im Kontext der europäischen Strommarktkopplung bei extremen technologischen, regulatorischen und gesellschaftlichen Entwicklungen. In: www.ffe.de/extremos; München: Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V., 2018.
- [2] Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland 2017: <https://ag-energiebilanzen.de/7-0-Bilanzen-1990-2017.html>; Berlin: AG Energiebilanzen e.V. (AGEB), 2019.
- [3] Eurostat Energiebilanzen – Daten 2017 (Ausgabe 2019): <https://ec.europa.eu/eurostat/de/web/energy/data/energy-balances>; Luxemburg: European Commission – Eurostat, 2019.
- [4] Buttermann, H.-G. et al.: Bestimmung des „Brutto-endenergieverbrauch“ nach den Vorschriften der EU-RL/2009/28/EG auf Basis der Daten der AG-Energiebilanzen – Kurzstudie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi). Münster: EEFA – Energy Environment Forecast Analysis GmbH & Co. KG, 2012.
- [5] Energy balance guide – Methodology guide for the construction of energy balances & Operational guide for the energy balance builder tool. Brüssel: Statistische Amt der Europäischen Union (Eurostat), 2019.
- [6] Buttermann, H. G.: Der Beitrag der amtlichen Energiestatistiken zum Abbau von Divergenzen zwischen nationaler und internationaler Energiestatistik – 2. Nutzertagung Energiestatistiken am 6. September 2018 in Wiesbaden. Münster: Energy Environment Forecast Analysis GmbH & Co. KG (EEFA), 2018.
- [7] Fattler, S.; Conrad, J.; Regett, A. et al.: Dynamis – Dynamische und intersektorale Maßnahmenbewertung zur kosteneffizienten Dekarbonisierung des Energiesystems. München: Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V., Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH, Technische Universität München, 2019.
- [8] dena-Leitstudie Integrierte Energiewende – Zwischenfazit Impulse und Erkenntnisse aus dem Studienprozess. Berlin: Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), 2017.
- [9] Gebert, P. et al.: Klimapfade für Deutschland. München: The Boston Consulting Group (BCG), prognos, 2018.
- [10] Fleiter, T. et al.: Industrial Innovation: Pathways to deep decarbonisation of Industry - Part 2: Scenario analysis and pathways to deep decarbonisation. Karlsruhe: Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, 2019.

Kontakt

Patrick Dossow; Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH; E-Mail: pdossow@ffe.de

Andrej Guminski; Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH; E-Mail: aguminski@ffe.de

Simon Pichlmaier; Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V.; E-Mail: spichlmaier@ffe.de

Dr. Christoph Pellingner; Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V.; E-Mail: cpellingner@ffe.de

Dr. Serafin von Roon; Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH; E-Mail: sroon@ffe.de