

Bestimmung des „Bruttoendenergieverbrauch“ nach den Vorschriften der EU-RL/2009/28/EG auf Basis der Daten der AG-Energiebilanzen (inklusive revidierten Daten für die Jahre 2005 bis 2009)

Kurzstudie im Auftrag des
Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi)

Münster, Berlin, im November 2012

Hans Georg Buttermann
Tina Baten
EEFA – Energy Environment Forecast Analysis GmbH & Co. KG

Windthorststraße 13
48143 Münster
Tel.: +49 251 488 23 13-19
Fax: +49 251 488 23 23

Maybachufer 46
12045 Berlin
+49 30 62 900 476
+49 30 62 900 477

Executive Summary

Der „Bruttoendenergieverbrauch“ umfasst im Sinne der EU-Richtlinie 2009/28/EG zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen Artikel 2(f):

- sämtliche Lieferungen von Energieprodukten an die Sektoren Industrie, Verkehr, Haushalte und Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD-Sektor, einschl. Land-, Forstwirtschaft und Fischerei) zur energetischen Verwendung (Endenergieverbrauch im Sinne der Energiebilanz) zzgl.
- des in der Energiewirtschaft für die Erzeugung von Wärme und Strom anfallenden Eigenverbrauchs sowie
- die bei der Verteilung und Übertragung auftretenden Transport- und Leitungsverluste.

Diese Größe lässt sich vollständig aus den im Rahmen der Energiebilanzierung bereitgestellten Daten herleiten. Die Tabelle fasst die Entwicklung des Bruttoendenergieverbrauchs aus der Energiebilanz für die Zeit ab 2005 zusammen. In die vorliegenden Berechnungen sind Datenrevisionen und Korrekturen der Energiebilanzen für Zeit von 2003 bis 2009 eingeflossen. In Deutschland liegt der Bruttoendenergieverbrauch stets über dem Niveau des Endenergieverbrauchs.

Tabelle: Bruttoendenergieverbrauch in Deutschland nach EU-Richtlinie 2009/28/EG

2005 bis 2011, in PJ

	EBZ- Zeile	2005	2009	2010	2011*
Endenergieverbrauch	45	9 127	8 665	9 310	8 744
Fackel- und Leitungsverluste (Strom)	41	106	90	86	90
Fackel- und Leitungsverluste (Wärme)	41	39	37	39	40
Eigenverbrauch der Kraftwerke und Heizwerke (an Strom)	36	140	128	132	127
Eigenverbrauch der Kraftwerke und Heizwerke (an Wärme)	36	15	19	19	9
Bruttoendenergieverbrauch	ber.	9 427	8 934	9 583	9 019

Eigene Berechnungen nach Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen. *) vorläufig, teilweise geschätzt.

Der Bruttoendenergieverbrauch, der für die Berechnung des Anteils erneuerbarer Energiequellen herangezogen werden soll, muss unter Beachtung der Vorgaben der EU-Richtlinie auf die Teilbereiche:

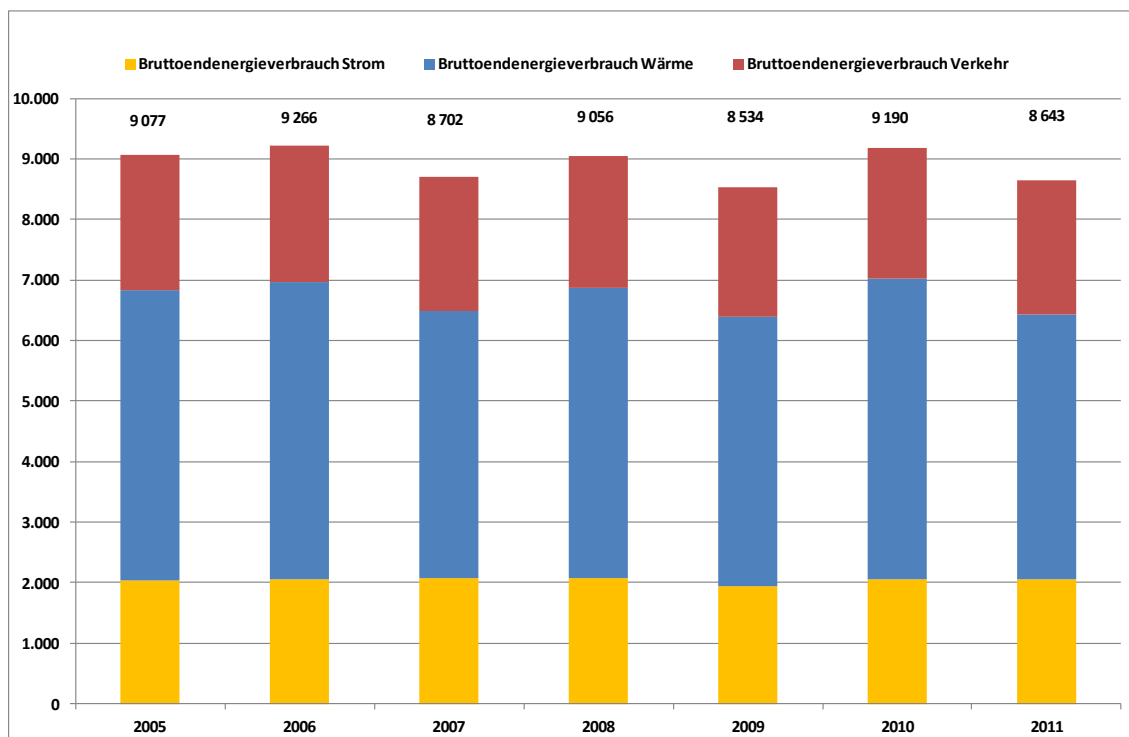
- Bruttoendenergieverbrauch von Elektrizität

- Bruttoendenergieverbrauch von Wärme und Kälte sowie
- Gesamtenergieverbrauch im Verkehr

aufgeteilt werden.

Die strenge Auslegung der Richtlinie lässt einen Widerspruch in den Begriffsbestimmungen erkennen. Folgt man der „top-down“-Definition des Bruttoendenergieverbrauchs gem. Artikel 2 Absatz (f) der Richtlinie schließt der Bruttoendenergieverbrauch alle Energieprodukte ein. Flüssiggas und Erdgas sowie Biotreibstoffe, die in der Binnenschifffahrt eingesetzt werden, sind jedoch nach der „bottom-up“ Definition des Bruttoendenergieverbrauchs im Verkehrssektor (Artikel 3 Absatz 4) explizit ausgenommen, so dass sich die Teilaggregate nicht mehr zu dem Wert des gesamten Bruttoendenergieverbrauchs addieren. Das Schaubild fasst die Berechnungen zu Teilaggregaten des Bruttoendenergieverbrauchs vor diesem Hintergrund zusammen.

Schaubild: Bruttoendenergieverbrauch in Deutschland nach Teilbereichen
2005 bis 2011, in PJ



Eigene Berechnungen AG-Energiebilanzen, *) vorläufig, teilweise geschätzt.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	1
2. Grundlagen der EU-Richtlinie zur Förderung Erneuerbaren Energien	2
3. Datengrundlagen	6
4. Empirische Bestimmung des Bruttoendenergieverbrauchs für Deutschland	8
4.1. Top-Down Berechnungsverfahren nach Artikel 2 der Richtlinie.....	8
4.2. Bottom-Up Berechnungsverfahren.....	11
5. Der Bruttoendenergieverbrauch nach EU-Richtlinie 2009/28/EG für die Jahre 2005 bis 2011	17
6. Schlussfolgerungen und weiteres Vorgehen.....	19

Verzeichnis der Tabellen und Schaubilder

Tabelle 1:	Ziele zur Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland und Europa	2
Tabelle 2:	Komponenten des Bruttoendenergieverbrauch in Deutschland nach EU-Richtlinie 2009/28/EG	11
Tabelle 3:	Bruttoendenergieverbrauch von Wärme und Kälte in Deutschland nach EU-Richtlinie 2009/28/EG.....	14
Tabelle 4:	Bruttoendenergieverbrauch von Strom in Deutschland nach EU-Richtlinie 2009/28/EG	14
Tabelle 5:	Bruttoendenergieverbrauch im Verkehr in Deutschland nach EU-Richtlinie 2009/28/EG	16
Tabelle 6:	Der Bruttoendenergieverbrauch in Deutschland nach EU-Richtlinie 2009/28/EG.....	18
Schaubild 1:	Indikativer Zielpfad für Deutschland - Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch nach Richtlinie 2009/28/EG	3
Schaubild 2:	Energieverbrauch im Luftverkehr (Flugturbinenkraftstoff) und Endenergieverbrauch in Deutschland	9
Schaubild 3:	Endenergieverbrauch im Verkehrssektor in Deutschland	16

I. Einleitung

Die verstärkte Nutzung erneuerbarer Energiequellen ist nicht nur in Deutschland, sondern auch in anderen Mitgliedstaaten und in der Europäischen Union (EU) insgesamt erklärtes Ziel der Umwelt- und Klimaschutzpolitik. Die Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen (vom 23. April 2009) sieht als verbindliches Ziel für die EU insgesamt vor, den Anteil erneuerbarer Quellen am Energieverbrauch bis zum Jahr 2020 auf 20 % zu steigern bzw. im Verkehrssektor einen Anteil regenerativer Energiequellen in Höhe von mindestens 10 % zu erreichen. Für die einzelnen Mitgliedsstaaten legt die EU-Richtlinie differenzierte nationale Zielwerte fest. In Deutschland soll der Anteil erneuerbarer Energiequellen am gesamten Endenergieverbrauch bis zum Jahr 2020 auf 18 % erhöht werden. Im Hinblick auf dieses Gesamtziel hat die Bundesregierung Teilziele für einzelne Bereiche gesetzt. So wird beispielsweise angestrebt den Anteil erneuerbarer Energien am Stromverbrauch bis 2020 auf 30 % und im Wärmebereich auf 14 % zu steigern.

Zur Berechnung der anvisierten Zielerreichungsgrade enthält die EU-Richtlinie konkrete Vorgaben. Insbesondere werden als Bezugswerte zur Berechnung des Anteils erneuerbarer Energien nicht die in der nationalen oder internationalen Energiestatistik gebräuchlichen Kennziffern wie der Primär- oder Endenergieverbrauch herangezogen, sondern der sog. „Bruttoendenergieverbrauch“ (oder Gesamtenergieverbrauch).

Um genauere, quantitativ belastbare Aussagen über die Entwicklung dieser Bezugsgröße bzw. die damit verbundenen Beiträge zur Erfüllung der Ausbauziele bei den erneuerbaren Energien zu gewinnen, hat das Bundesministerium Wirtschaft und Technologie das EEFA-Forschungsinstitut (EEFA GmbH & Co. KG) beauftragt, die Entwicklung des „Bruttoendenergieverbrauchs“ nach den Vorgaben der Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen (vom 23. April 2009) aus der nationalen Energiestatistik abzuleiten. Die vorliegende empirische Analyse umfasst den ex-post Zeitraum von 2005 bis 2011.

Mit dem folgenden Bericht werden die Ergebnisse dieser Arbeiten vorgestellt. Im Einzelnen enthält der Bericht eine Darstellung

- zu den Kernelementen der Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen, die für die Bestimmung des nationalen Bruttoendenergieverbrauchs von Bedeutung sind
- eine Darstellung des Bruttoendenergieverbrauchs differenziert nach den einzelnen Verbrauchsbereichen Strom, Wärme und Kraftstoffe

2. Grundlagen der EU-Richtlinie zur Förderung Erneuerbaren Energien

Mit dem Inkrafttreten der Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen (vom 23. April 2009) am 25. Juni 2009 besteht für die Europäische Union als Ganzes erstmals das Ziel, den Anteil erneuerbarer Quellen am Energieverbrauch bis zum Jahr 2020 auf 20 % zu steigern bzw. im Verkehrssektor einen Anteil regenerativer Energiequellen in Höhe von mindestens 10 % zu erreichen. Um das eu-weite Gesamtziel von 20 % zu erreichen, sieht die Richtlinie - unter Berücksichtigung unterschiedlicher Ausgangslagen (Energienmix) bei den Mitgliedsstaaten bzw. den damit verbundenen Potenzialen beim zukünftigen Ausbau Erneuerbarer Energien - individuelle Teilziele vor. Für den Verkehrsbereich hingegen schreibt die Richtlinie vor, dass jeder Mitgliedsstaat bis zum Jahr 2020 mindestens 10 % des Gesamtenergieverbrauchs aus erneuerbaren Energiequellen zu decken hat.

In Deutschland soll der Anteil erneuerbarer Energiequellen am Gesamtenergieverbrauch („Bruttoendenergieverbrauch“) bis zum Jahr 2020 schrittweise auf 18 % erhöht werden (vgl. Schaubild 1). Im Hinblick auf dieses Gesamtziel hat die Bundesregierung Teilziele für einzelne Bereiche gesetzt. So wird beispielsweise angestrebt den Anteil erneuerbarer Energien am Stromverbrauch bis 2020 auf 30 %, im Wärmebereich auf 14 % und am Kraftstoffverbrauch auf 12 % (entspricht Verringerung der Treibhausgasemissionen des Verkehrssektors um 7 %) zu erhöhen (vgl. dazu auch Tabelle 1).¹

Tabelle I: Ziele zur Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland und Europa

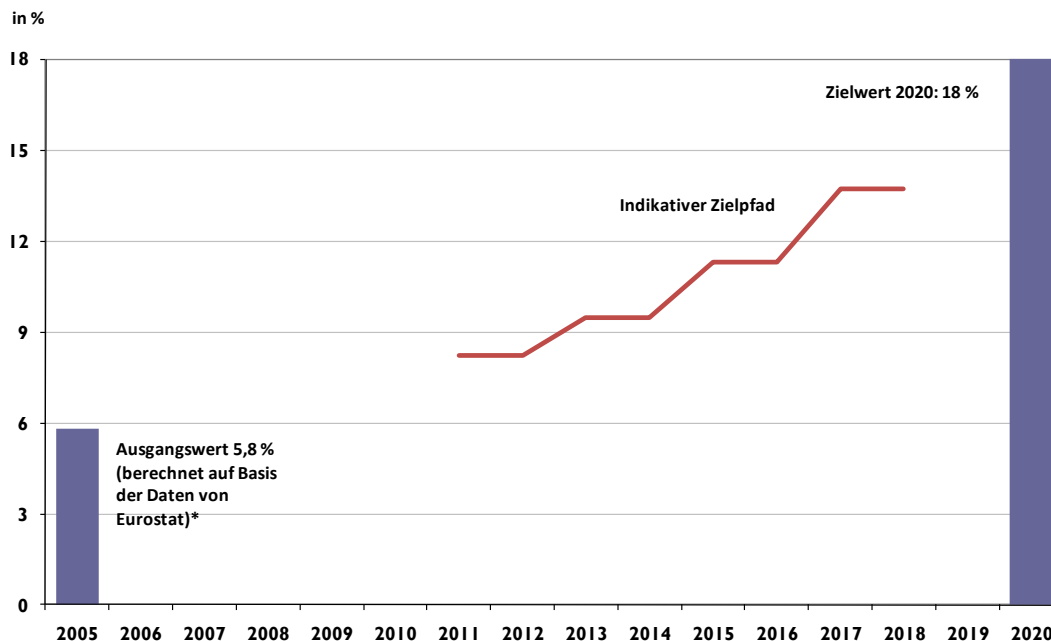
	Deutschland	Europa
Anteil am Brutto-Endenergieverbrauch	18	20
Anteil am Stromverbrauch	30	-
Anteil am Kraftstoffverbrauch	12	10
Anteil am Wärmeverbrauch	14	-

Eigene Darstellung EEFA

¹ Vgl. dazu Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz EEG), § 1 Absatz 2 sowie Gesetz zur Förderung erneuerbarer Energien im Wärmebereich (Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz EEWärmeG), § 1, Absatz 2; sowie Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG bzw. die Umsetzung dieser EU-Richtlinie in Deutschland im Rahmen des Gesetzes zur Änderung der Förderung von Biokraftstoffen (BioKraftFÄndG).

Schaubild I: Indikativer Zielpfad für Deutschland - Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch nach Richtlinie 2009/28/EG

2005 bis 2020, in %



Eigene Berechnungen nach Richtlinie 2009/28/EG. *) Beitrag der Wind- und Wasserkraft normalisiert, vgl. dazu Anhang II Richtlinie 2009/28/EG

Für die Berechnung des Anteils erneuerbarer Energien ist der „Bruttoendenergieverbrauch“ zu verwenden. Diese Größe wird von der Energiestatistik gegenwärtig nicht bereitgestellt. Zur Erfüllung der Berichtspflichten (Nationaler Aktionsplan für erneuerbare Energien) aber zur Evaluierung der Fortschritte bei der Zielerreichung im Zusammenhang mit der EU-Richtlinie zur Förderung der Erneuerbaren Energien muss der Bruttoendenergieverbrauch folglich in Zukunft regelmäßig bestimmt werden.² Grundsätzlich bestimmt sich der Anteil erneuerbarer Energien am Energieverbrauch nach folgender Formel:

² Neben verbindlichen Zielwerten für das Jahr 2020 gibt die Richtlinie auch (indikative) Zielpfade vor, die nicht unterschritten werden dürfen. Der Zielpfad für Deutschland sieht eine Steigerung des Anteils erneuerbarer Energiequellen am Bruttoendenergieverbrauch von 5,8 % im Jahr 2005 über 8,2 % (2011/12), 9,5 % (2013/14), 11,3 % (2015/16), 13,7 % (2017/18) auf den Zielwert von 18 % im Jahr 2020 vor.

$$S_i = \frac{EE_i}{BE_i} \cdot 100$$

mit

S _i :	Anteil erneuerbarer Energie im Jahr i
EE _i :	Erneuerbare Energie (in TJ)
BE _i :	Bruttoendenergieverbrauch (in TJ)

Bei der Interpretation des Zählers ist zu beachten, dass natürliche Schwankungen in der Erzeugung von Strom aus Wind- oder Wasserkraft bei der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen durch Anwendung einer Normalisierungsformel geglättet bzw. ausgeschaltet werden. Hinzu kommt, dass elektrischer Strom der in Pumpspeicherkraftwerken erzeugt wurde oder zum Antrieb von elektrischen Wärmepumpen bei der Beheizung von Wohngebäuden aufgewendet wird nicht zu den erneuerbaren Energiequellen gezählt werden darf.

Der Nenner, also der durch alle Energiequellen gedeckte „Bruttoendenergieverbrauch“, umfasst im Sinne der EU-Richtlinie zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen Artikel 2(f):

- sämtliche Lieferungen von Energieprodukten an die Sektoren Industrie, Verkehr, Haushalte und Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD-Sektor, einschl. Land-, Forstwirtschaft und Fischerei) zur energetischen Verwendung (Endenergieverbrauch im Sinne der Energiebilanz) zzgl.
- des in der Energiewirtschaft für die Erzeugung von Wärme und Strom anfallenden Eigenverbrauchs sowie
- die bei der Verteilung und Übertragung auftretenden Transport- und Leitungsverluste.

Der Indikator „Anteil erneuerbarer Energiequellen am Gesamtenergieverbrauch“ (Zähler) setzt sich aus der Summe des Bruttoendenergieverbrauchs:

- von Strom aus erneuerbaren Quellen
- von Wärme und Kälte sowie
- dem Endenergieverbrauch von erneuerbaren Energien im Verkehrssektor

zusammen. Es liegt auf der Hand, dass die Berechnung des Anteils von Energie aus erneuerbaren Quellen in den genannten Einzelbereichen (im Sinne der EU-Richtlinie) eine geeignete Bezugsgröße herangezogen werden muss. Aus diesem Grund wird der Bruttoendenergieverbrauch nach den einzelnen Verbrauchsbereichen Strom, Wärme und Kraftstoffe differenziert. Diese Unterteilung ist auch notwendig, um die Zielfort-

schritte beim Ausbau der erneuerbaren Energien in den einzelnen Teilsektoren evaluieren zu können.

Bei der Berechnung des Bruttoendenergieverbrauchs sind für spezifische Bereiche besondere Ausnahmeregelungen zu beachten:

- Im Flugverkehr sind dem Einsatz von Biotreibstoffen enge technische und ordnungsrechtliche Grenzen gesetzt. Vor diesem Hintergrund bleibt diejenige Menge an Flugtreibstoffen bei der Festlegung des Bruttoendenergieverbrauchs unberücksichtigt, die den eineinhalbfachen Wert des durchschnittlichen gemeinschaftlichen Bruttoendenergieverbrauchs im Flugverkehr auf Gemeinschaftsebene im Jahr 2005 laut Eurostat überschreitet. Nach Artikel 5 Abs. 6 der Richtlinie darf der Energieverbrauch des Luftverkehrs nicht über 6,18 % des Bruttoendenergieverbrauchs des Mitgliedstaates liegen.
- Nach Artikel 3 Absatz 4 dürfen bei Berechnung des Bruttoendenergieverbrauchs im Verkehrssektor nur konventionelle Treibstoffe (Vergaser- und Dieselmotorkraftstoff) sowie im Straßen- und Schienenverkehr verbrauchte Biotreibstoffe und elektrische Energie berücksichtigt werden. Hingegen werden zur Berechnung des Anteils erneuerbarer Energiequellen im Verkehrssektor alle Arten erneuerbarer Energien berücksichtigt, wobei alle Biotreibstoffe, die unter die Bestimmung der Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates fallen strenge Nachhaltigkeitskriterien zu erfüllen haben.³

Die strenge Auslegung der Richtlinie lässt einen Widerspruch in den Begriffsbestimmungen erkennen. Folgt man der „top-down“-Definition des Bruttoendenergieverbrauchs gem. Artikel 2 Absatz f) der Richtlinie schließt der Bruttoendenergieverbrauch alle Energieprodukte (also auch die Lieferungen von Flüssiggas und Erdgas an den Straßenverkehr) ein. Nicht berücksichtigt sind nach der „bottom-up“-Definition des Bruttoendenergieverbrauchs im Verkehrssektor (Artikel 3 Absatz 4) der Energieverbrauch im Luftverkehr, Biotreibstoffe die in der Binnenschifffahrt eingesetzt werden, sowie

³ Zur Bestimmung des Beitrags von elektrischem Strom aus erneuerbaren Quellen eröffnet die Richtlinie den Mitgliedstaaten Wahlmöglichkeiten für die Berechnung des Zählers. Hier kann entweder der durchschnittliche Anteil von Strom aus erneuerbaren Energiequellen in der Gemeinschaft oder im eigenen Hoheitsgebiet (zwei Jahre vor dem Berichtsjahr) zugrunde gelegt werden. Eine Sonderrolle bei der Erreichung der Ausbauziele im Verkehrssektor nimmt der Strom ein. Hier sieht die Richtlinie grundsätzlich eine primärenergetische Bewertung der Elektrizitätsmenge vor, die aus regenerativen Energiequellen stammt und in Straßenfahrzeugen mit Elektroantrieb verbraucht wird. Dieser Verbrauch wird mit einem Stromfaktor von 2,5 gewichtet (Stromfaktor von 1 entspräche einer endenergetischen Betrachtung, also einem Beitrag erneuerbarer Energie von 3 600 kJ je bzw. zusätzlicher Kilowattstunde elektrischer Energie aus erneuerbaren Energiequellen). Der Stromfaktor von 2,5 entspricht einem durchschnittlichen Wirkungsgrad der Stromerzeugung von 40 %. Im Jahr 2009 betrug der durchschnittliche Wirkungsgrad der ungekoppelten (Netto)Stromerzeugung in Wärmekraftwerken der allgemeinen Versorgung nach Angaben des Statistischen Bundesamtes 35,8 % (ohne Kernenergie) und 34,7 % (mit Kernenergie) (vgl. dazu DESTATIS, Monatsbericht über die Elektrizitätsversorgung).

sonstige Energieträger (Erdgas, Flüssiggas), so dass sich die Teilaggregate nicht mehr zu dem Wert des gesamten Bruttoendenergieverbrauchs addieren.

3. Datengrundlagen

Ausgangspunkt zur Berechnung des Bruttoendenergieverbrauchs im Sinne der Richtlinie sind alle Lieferungen von Energie zur energetischen Verwendung in den Sektoren des Endverbrauchs (Endenergieverbrauch). Der Endenergieverbrauch im Sinne der Energiebilanz muss zur Bestimmung des Bruttoendenergieverbrauchs um die bei der Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung anfallenden Verteilungs- und Übertragungsverluste erhöht werden. Gleichzeitig soll der Bruttoendenergieverbrauch – unter Berücksichtigung der im vorausgegangenen Abschnitt skizzierten besonderen Bestimmungen der Richtlinie detailliert für die Teilbereiche Strom, Wärme und Kälte sowie Verkehr quantifiziert werden.

Grundsätzlich bieten Energiebilanzen, die in Form einer Matrix die vollständige Verflechtung der Energiewirtschaft eines Landes im dazu benötigten disaggregierten Analyse Rahmen darstellen, dazu eine geeignete empirische Datenbasis. Energiebilanzen für Deutschland werden von der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB) in regelmäßigem Abstand publiziert. Für Deutschland liegt eine geschlossene Zeitreihe von Energiebilanzen für die Jahre von 1990 bis 2010 vor (für das Berichtsjahr 2011 existiert eine vorläufige Energiebilanz).

Alternativ dazu veröffentlichen internationale Organisationen wie die International Energy Agency (IEA) mit Sitz in Paris oder das statistische Amt der Europäischen Union (Eurostat) mit Sitz in Luxemburg Energiebilanzen für die Bundesrepublik Deutschland. Empirische Grundlage der zuletzt genannten Energiebilanzen, die sich hinsichtlich der Disaggregationstiefe, den angewandten energiestatistischen Methoden sowie der Aktualität und Genauigkeit des zugrundeliegenden Energiedatenmaterials von Energiebilanz der Arbeitsgemeinschaft unterscheiden. Primäre Datenquelle zur Erstellung der Energiebilanzen durch die IEA und Eurostat bilden tief disaggregierte Energiedaten, die von den Mitgliedsstaaten im Rahmen der sog. „Joint Annual Questionnaires“ jeweils Ende November eines laufenden Jahres für das Vorjahr bereitgestellt werden müssen. Die Joint Annual Questionnaires erfassen für einzelne Energieträger in den Bereichen Kohle (einschl. Kohlegase), Gas, Öl, Strom und erneuerbare Energiequellen überwiegend natürliche Energiemengen (Tonnen Kohle, Kubikmeter Gas, GWh Strom). Die Darstellung reicht für jeden Energieträger vom Aufkommen (Gewinnung, Importe, Bestandsveränderung), über Umwandlung (Strom- u. Wärmeerzeugung, Kraft-Wärme-Kopplung, Kokerei, Raffinerie, Sonstige Bereiche) bis hin zum Endverbrauch in den einzelnen Sektoren. Darüber hinaus erfassen die „Joint Annual Questionnaires“ die spezifischen Energiegehalte (Heizwerte) der betrachteten Energieträger, die allerdings wesentlich weniger detailliert hinterlegt sind als in der Energiebilanz.

Sowohl die Meldungen energiestatistischer Daten an die IEA/Eurostat als auch die Erstellung der Energiebilanz Deutschland basiert im Wesentlichen auf folgenden Informationen:

- Amtliche Statistiken zum Brennstoffeinsatz, Stromerzeugung und Wärmeerzeugung der Industriekraftwerke und der Kraftwerke der allgemeinen Versorgung (Monatsbericht über die Elektrizitätsversorgung Statistik Nr. 066 sowie Stromerzeugungsanlagen der Betriebe im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe, Statistik Nr. 067) sowie die Erhebungen über die Energieverwendung (Statistik Nr. 060)
- Daten zum Aufkommen von Erdgas und Mineralölprodukten für das jeweilige Berichtsjahr publiziert das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) mit den amtlichen Mineralölstatistiken (siehe: http://www.bafa.de/bafa/de/energie/mineraloel/amtliche_mineraloel/2006/min0612.pdf) bzw. das Wirtschaftsministerium im Rahmen der monatlichen Gasstatistiken bzw. Erdgasbilanzen (vgl. dazu im Einzelnen: <http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Energie/Energiestatistiken/gasstatistiken.html>). Die Energiebilanz verwendet seit dem Berichtsjahr 2003 die Erhebung über das Aufkommen, Verwendung und Abgabe von Erdgas und Erdölgas (Statistik Nr. 068)
- Daten zum Aufkommen und zur Verwendung von Stein- und Braunkohle stammen aus der Statistik der Kohlenwirtschaft, die vom Gesamtverband Steinkohle und DEBRIV bereitgestellt wird (vgl. dazu <http://www.kohlenstatistik.de>).

Trotz weitgehend identischer Datenquellen unterscheiden sich „Joint Annual Questionnaires“ und die Energiebilanz für Deutschland – auch in Abhängigkeit vom Berichtsjahr – teilweise deutlich. Die Ursachen dafür sind vielfältig und reichen von:

- formalen und inhaltlichen Unterschieden der Bilanzschemata (Abgrenzung der Wirtschaftszweige sowie Aufteilung der Energieträger, unterschiedliche Buchungsmethoden, die zu Verschiebungen zwischen den Umwandlungssektoren und dem Endenergieverbrauch führen können) über den
- zum jeweiligen Veröffentlichungstermin verfügbaren Datenstand (beispielsweise liegt die Erhebung über die Energieverwendung – Energieverbrauch nach Energieträgern, Statistik Nr. 060 zum Zeitpunkt der Berichterstattung an die IEA/Eurostat i.d.R. nicht vor, so dass dieser wichtige Teil der Energiestatistik in den Fragebögen deshalb vollständig geschätzt ist). Hinzu kommt, dass die vorläu-

figen Meldungen an die IEA/Eurostat aufgrund des großen Koordinierungsaufwandes bislang nur für ausgewählte Jahre revidiert bzw. der endgültigen statistischen Datenlage angepasst wurden (Berichtsjahr 2007).⁴ Insbesondere das für die EU Richtlinie 2009/28/EG bedeutsame Basisjahr 2005 ist gegenwärtig nicht revidiert

- bis hin zu organisatorischen Gründen (insbesondere erfolgt die Aufbereitung der Daten je nach Energieträger in der Energiebilanz und im Rahmen der Arbeiten am „Joint Annual Questionnaire“ durch verschiedene Personen bzw. Institutionen).

Welche Datengrundlage zur Berechnung des Bruttoendenergieverbrauchs zugrunde gelegt werden soll, ist in der Richtlinie explizit nicht vorgegeben. Allerdings gelten mit der neuen Richtlinie verbindliche Mengenziele für den Anteil erneuerbarer Energien am gesamten Energieverbrauch in allen europäischen Mitgliedstaaten. Zur Evaluierung der Zielerreichungsfortschritte ist grundsätzlich eine international vergleichbare Energiestatistik unerlässlich. Darauf deutet ein von Eurostat entwickeltes Berechnungswerkzeug hin, dass die in der Richtlinie genannten Zielgrößen zum Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch automatisch aus den Daten der „Joint Annual Questionnaires“ berechnet.

In Anbetracht der skizzierten Schwachstellen in den internationalen Datenmeldungen wird der Bruttoendenergieverbrauch in dieser Studie aus der Energiebilanz Deutschland abgeleitet. Die Energiebilanz der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. stellt nicht nur die beste verfügbare Datenbasis dar, sie wird auch in anderen internationalen Politikfeldern etwa zur Berechnung der Treibhausgasemissionen im Rahmen der Nationalen Emissionsinventare eingesetzt.

4. Empirische Bestimmung des Bruttoendenergieverbrauchs für Deutschland

4.1. Top-Down Berechnungsverfahren nach Artikel 2 der Richtlinie

Ausgangspunkt der Berechnung des Bruttoendenergieverbrauchs ist zunächst die Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Deutschland, wie er von der Arbeitsgemeinschaft in jährlichem Abstand in den Energiebilanzen bzw. Auswertungstabellen publiziert wird. Der Endverbrauch von Energie umfasst alle Lieferungen von Strom, Gas, Öl (inkl. Kraftstoffen), Stein- und Braunkohle sowie erneuerbaren Energie an die Privaten

⁴ Hingegen liegen der Energiebilanz, die mit einer Zeitverzögerung von etwa zwei Jahren publiziert wird, stets die endgültigen amtlichen Statistiken und Verbandserhebungen zugrunde.

Haushalte, die Industrie, den Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) und den Verkehr. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass Veränderungen der Verbraucherbestände bei den lagerfähigen Energieträgern (z.B. Heizöl, Kohle, Holz) nur in den Sektoren des Produzierenden Gewerbes und in der Elektrizitätswirtschaft statistisch erhoben werden. Daraus folgt, dass bei den Privaten Haushalten und im GHD-Sektor die abgelieferten Energiemengen (Absatzzahlen), in der Industrie hingegen die um Lagerbestandseffekte bereinigten Verbrauchsangaben ausgewiesen werden.^{5 6}

Der genaue Wortlaut der Richtlinie legt fest, dass der Bruttoendenergieverbrauch alle Energieprodukte umfasst, die den Endverbrauchern „... zu energetischen Zwecken geliefert ...“ werden. Folgt man dieser Definition müssten die in der Energiebilanz für die einzelnen Wirtschaftszweige des „Bergbaus, der Gewinnung von Steinen und Erden sowie des Verarbeitenden Gewerbes“ (Industrie) ausgewiesenen Verbrauchsangaben um die Veränderungen der Lagerbestände bei festen und flüssigen Energieträgern korrigiert werden, um zu Absatzzahlen bzw. den Lieferungen an diese Sektoren zu gelangen. Die Lagerbestandsveränderungen werden in der Energiebilanz differenziert nach Energieträgern in der Primärenergiebilanz erfasst (Energiebilanzzeile 3: Bestandsentnahmen und Energiebilanzzeile 7: Bestandsaufstockungen). Eine Aufschlüsselung der Lagerbestandsveränderungen nach Wirtschaftszweigen erfolgt allerdings in der Energiebilanz selbst nicht (dazu sind amtliche Erhebungen und Verbandsstatistiken heranzuziehen, die der Energiebilanz zugrunde liegen). Um vor diesem Hintergrund die Transparenz bei der Ableitung des Bruttoendenergieverbrauchs nicht über Gebühr zu strapazieren, erfolgen die Berechnungen in dieser Kurzstudie auf der Grundlage des Endenergieverbrauchs im Sinne der AG-Energiebilanzen (also ohne Berücksichtigung statistisch nicht erfasster Verbraucherbestände bei Privaten Haushalten und im GHD-Sektor, jedoch unter Berücksichtigung lagerbestandsbereinigter Absatzzahlen in der Industrie).

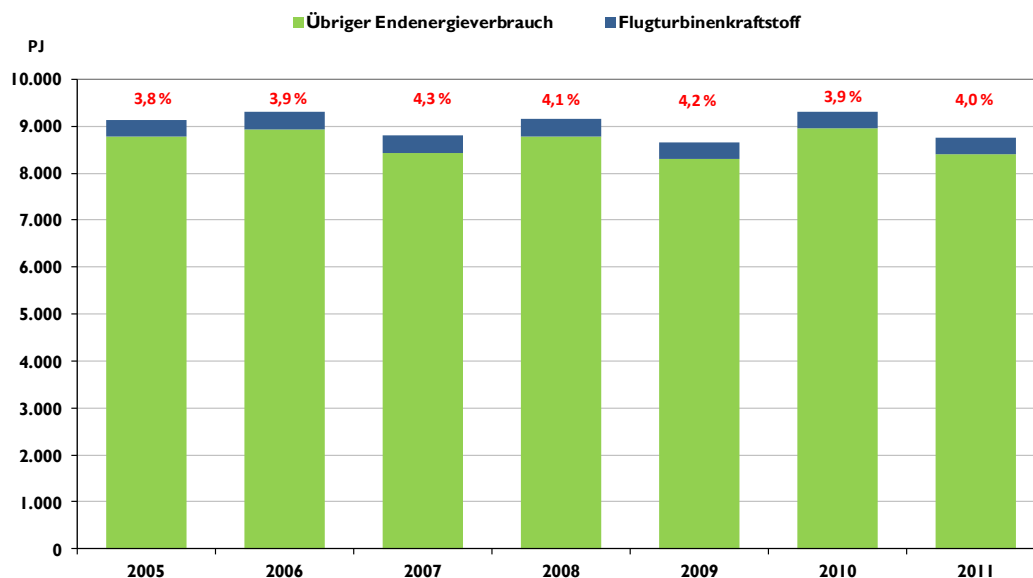
Zunächst ist daran zu erinnern, dass bei der Berechnung des Bruttoendenergieverbrauchs, diejenige Menge (an Flugturbinenkraftstoff) unberücksichtigt bleibt, die den eineinhalbfachen Wert des durchschnittlichen gemeinschaftlichen Bruttoendenergieverbrauchs erreicht.

⁵ Ein ebenfalls ungelöstes empirisches Problem bei der Analyse des Energieverbrauchs ist die Unterscheidung von Absatz und Verbrauch, der bei Kraftstoffen unter dem Stichwort „Tanktourismus“ bekannt ist. Die Preisdifferenzen zu angrenzenden EU-Mitgliedstaaten sind inzwischen so hoch, dass sich für das Betanken eines Pkws mit einem Durchschnittsverbrauch von 8 l/100 km eine Fahrt von rund 50 km lohnt, um diesen Preisvorteil auszunutzen. Noch ausgeprägter dürfte dieser Anreiz im Gütertransport mit schweren Lastkraftwagen sein. Eine genaue empirische Quantifizierung dieses Phänomens ist noch nicht möglich, so dass der konkrete Einfluss des Tanktourismus auf den Inlandsabsatz von Kraftstoffen ebenfalls im Dunklen bleibt.

⁶ Eine einheitliche statistische Behandlung der Bestandsveränderungen bei den Verbrauchern scheitert in Deutschland bislang an der Datenverfügbarkeit. Aus diesem Grunde können die hier am Beispiel der Energiebilanz Deutschland skizzierten Problem ohne Einschränkungen auf die internationalen Meldungen („Joint Annual Questionnaire“) bzw. die damit verbundenen Energiebilanzen übertragen werden.

Schaubild 2: Energieverbrauch im Luftverkehr (Flugturbinenkraftstoff) und Endenergieverbrauch in Deutschland

2005 bis 2011, in PJ und Anteile des Flugturbinenkraftstoffes in %



Eigene Berechnungen nach AG-Energiebilanzen. *) vorläufig, teilweise geschätzt.

gieverbrauchs im Flugverkehr im Jahr 2005 überschreitet (nach Angaben von Eurostat liegt diese Schwelle bei 6,18 %). Nach Angaben der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen verbrauchte der Flugverkehr im Jahr 2011 in Deutschland rund 346 PJ an Flugturbinenkraftstoff und Flugbenzin.⁷ Dies entspricht bezogen auf den gesamten Endenergieverbrauch einem Anteil von 4,0 %. Im Jahr 2005 lag der Anteil der für den Flugverkehr aufgebrauchten Kraftstoffe noch bei 3,8 % (vgl. Schaubild 2)⁸. Damit liegt der Energieverbrauch im nationalen Luftverkehr hierzulande unter der in der Richtlinie angegebenen Schwelle von 6,18 % und ist im Bruttoendenergieverbrauch voll anzurechnen.

⁷ Die Energiebilanz erfasst im Sektor Luftverkehr die Inlandsablieferungen von Flugkraftstoffen (ohne Lieferungen an das Militär). Dieser Verbrauch (bzw. die Inlandsablieferungen) umfasst alle Tankmengen für gewerbliche und nichtgewerbliche Motorflüge. Dazu zählen Linienverkehre aber auch Gelegenheitsverkehre mit Personen (Pauschalflugreiseverkehr), Luftverkehre mit Fracht und Post aber auch Arbeitsflüge sowie gewerbliche Schulflüge. Ausgehend vom Standortprinzip sind für den Flugturbinenkraftstoffverbrauch in Deutschland alle Flugverkehrsleistungen ursächlich, die von inländischen Flughäfen ausgehen. Dazu zählen Flugbewegungen innerhalb der Landesgrenzen sowie alle Luftverkehre, die von Deutschland zu einem ausländischen Zielflughafen (inkl. Auslandsstrecken) starten.

⁸ Die Angaben von Eurostat weichen nur geringfügig von diesem Werten ab.

Tabelle 2: Komponenten des Bruttoendenergieverbrauch in Deutschland nach EU-Richtlinie 2009/28/EG

2005 bis 2011, in PJ

	EBZ-Zeile	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011*
Endenergieverbrauch	45	9 127	9 297	8 796	9 159	8 665	9 310	8 744
Fackel- und Leitungsverluste (Strom)	41	106	104	106	108	90	86	90
Fackel- und Leitungsverluste (Wärme)	41	39	39	36	37	37	39	40
Eigenverbrauch der Kraftwerke und Heizwerke (an Strom)	36	140	142	139	138	128	132	127
Eigenverbrauch der Kraftwerke und Heizwerke (an Wärme)	36	15	14	14	16	19	19	9
Bruttoendenergieverbrauch	ber.	9 427	9 597	9 097	9 091	8 939	9 587	9 009

Eigene Berechnungen nach Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen. *) vorläufig, teilweise geschätzt.

Nach Klärung der empirischen Grundlagen lässt sich der Bruttoendenergieverbrauch gemäß Artikel 2 Absatz f vollständig aus den im Rahmen der Energiebilanzierung bereitgestellten Daten herleiten. Tabelle 2 fasst die Entwicklung des Bruttoendenergieverbrauchs aus der Energiebilanz für die Zeit ab 2005 zusammen. In Deutschland liegt der Bruttoendenergieverbrauch stets über dem Niveau des Endenergieverbrauchs (in Mitgliedsstaaten, die von den Sonderregelungen im Flugverkehr Gebrauch machen, könnte der Bruttoendenergieverbrauch auch geringer ausfallen als der Endenergieverbrauch).

4.2. Bottom-Up Berechnungsverfahren

Nach Artikel 5 Absatz 1 der Richtlinie 2009/28/EG soll der Bruttoendenergieverbrauch (Zähler) als Summe aus:

- dem Bruttoendenergieverbrauch von Elektrizität aus erneuerbaren Quellen (Wind und Wasserkraft normalisiert)
- Bruttoendenergieverbrauch von Wärme und Kälte aus erneuerbaren Quellen sowie
- Endenergieverbrauch von aus erneuerbaren Quellen im Verkehrssektor

berechnet werden.

Zum Zwecke der Evaluierung von Zielfortschritten in den genannten Teilbereichen ist es notwendig auch den Bruttoendenergieverbrauch (Nenner) nach den genannten Anwendungsbereichen also Elektrizität, Wärme und Kälte sowie Kraftstoffe zu untergliedern.

Der Energieverbraucher ist nicht unmittelbar am Erwerb bestimmter Energieträger, sondern am Nutzen, den diese Energieträger im Haushalt oder im Produktionsprozess stiften interessiert. Der Prozess der Umwandlung von Energie endet somit nicht mit der Lieferung von Energie an die Letztverbraucher. Vielmehr wandeln diese unter Einsatz bestimmter Kapitalgüter die End- in Nutzenergie um. Auf dieser letzten Stufe werden unterschiedliche Energieträger wie fossile Brennstoffe, Strom oder Kraftstoffe in die gewünschte Nutzenergie z.B. Raumwärme, Warmwasser, Licht, Mobilität oder mechanische Energie umgewandelt (dabei entstehen zwangsläufig weitere Verluste) und somit der eigentliche Anwendungsbereich festgelegt.

Die Energiebilanz liefert die Aufteilung des Endenergieverbrauchs nach Verwendungszwecken nicht. Weiter differenzierte Daten zum Endenergieverbrauch nach Verbrauchssektoren, Energieträgern und Anwendungszwecken werden im Rahmen der amtlichen Statistik in Deutschland nicht erfasst. Um diese Datenlücke zu schließen, hat die „Projektgruppe Nutzenergiebilanzen (beim Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft BDEW (ehemals Verband der Elektrizitätswirtschaft VDEW) und der TU München)“ bis zum Berichtsjahr 2007 auf Grundlage der vorhandenen Eckwerte aus der Energiebilanz (bzw. den Auswertungstabellen) grobe Schätzungen für den Energieverbrauch nach Anwendungszwecken bereitgestellt. Allerdings ist die Datenlage in vielen Sektoren selbst zur Erstellung belastbarer Schätzungen für den Energieverbrauch nach Anwendungszwecken nicht optimal bzw. hat sich in den letzten Jahren weiter verschlechtert. Aus diesem Grunde wurden vom Bundesministerium für Wirtschaft (BMWi) Forschungsprojekte in Auftrag gegeben, mit dem Ziel aus der sehr verstreut und lückenhaft vorliegenden Datenmenge möglichst belastbare Anwendungsbilanzen für den Endenergieverbrauch in Deutschland zu erstellen. Ergebnisse aus diesen Forschungsprojekten liegen für den Endenergieverbrauch für die Jahre 2008 bis 2010 vor.

Um vor diesem Hintergrund zu der von der EU-Richtlinie 2009/28/EG geforderten Aufteilung der Bezugsgröße Bruttoendenergieverbrauch auf die drei Anwendungsarten bzw. Verwendungszwecke zu gelangen, bestehen grundsätzlich zwei Möglichkeiten:

- direkte Verwendung der vorliegenden Schätzungen zum Endenergieverbrauch nach Anwendungszwecken (bis zum Berichtsjahr 2007 Arbeiten der Projektgruppe Nutzenergiebilanzen des BDEW (vormals VDEW), seit dem Berichtsjahr 2008 AG-Energiebilanzen in Kooperation mit dem Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung, dem Lehrstuhl für Energiewirtschaft

und Anwendungstechnik der TU München sowie dem Rheinisch-Westfälischen Institut für Wirtschaftsforschung) oder

- näherungsweise Ableitung der Anwendungszwecke aus den Eckdaten der originären Energiebilanzen.

Angesichts der skizzierten Probleme die Anwendungsbilanzen in der Vergangenheit hinreichend exakt empirisch zu erfassen, werden in dieser Studie zur Ableitung der Bruttoendenergieverbrauches primär die Daten der originären Energiebilanzen genutzt. Zusätzlich wird der Bruttoendenergieverbrauch wie er sich unter Verwendung der Nutzenergiebilanzen ergeben würde in den jeweiligen Tabellen ausgewiesen.⁹

Die Entwicklung des Bruttoendenergieverbrauchs in den drei Teilbereichen wird mit Hilfe der Energiebilanz für die Zeit von 2005 bis 2011 folgendermaßen abgeschätzt.

Der Bruttoendenergieverbrauch an elektrischer Energie ist definiert als der Endenergieverbrauch von Strom zuzüglich des bei der Erzeugung anfallenden Eigenverbrauchs der Kraftwerke sowie der Leitungsverluste bei Verteilung. Diese Größe wird vom gesamten Bruttoendenergieverbrauch abgezogen. Die verbleibende Restgröße wird anschließend um den Endenergieverbrauch des Verkehrssektors (ohne den Einsatz elektrischer Energie) vermindert. Als Ergebnis erhält man überschlägig gerechnet den Bruttoendenergieverbrauch von Wärme und Kälte.

Dabei ist noch nicht berücksichtigt, dass insbesondere elektrischer Strom nicht nur zu Beleuchtungszwecken oder zur Bereitstellung mechanischer Antriebsenergie (z.B. Aufzügen in Wohnungen und gewerblichen Gebäuden) dient, sondern auch zur Beheizung und Klimatisierung von Wohnräumen (Elektrowärmepumpe oder Elektrospeicherheizung, Klimaanlage u.a.), zur Aufbereitung von Warmwasser (Elektro-Durchlauferhitzer u.a.) oder zum Betrieb von Kühl- und Gefriergeräten genutzt wird. Für einen ersten groben Überblick über die Größenordnung des für Kühl- und Wärmezwecke aufgewendeten Stromverbrauchs eignen sich die vorliegenden Nutzenergiebilanzen. Sie geben Hinweise dafür, dass für die Zwecke Kühlen oder Prozesskälte sowie Klimakälte und Raumwärme zur Zeit ein Stromeinsatz von rund 674 PJ erforderlich ist. Unter Berücksichtigung dieses Stromeinsatzes für Wärme und Kühlen errechnet sich für das Berichtsjahr 2010 ein Bruttoendenergieverbrauch von 5 057 PJ, ohne diese Korrektur (allein auf Basis der Eckdaten aus der Energiebilanz) betrug der Bruttoendenergieverbrauch 4 383 PJ (vgl. Tabelle 3).

⁹ Die Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen und ihre Kooperationspartner haben gegenwärtig die Nutzenergie- bzw. Anwendungsbilanzen für die Berichtsjahre 2009 und 2010 publiziert. Vgl. dazu auch AG-Energiebilanzen (2011), Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren in Deutschland in den Jahren 2009 und 2010. Studie beauftragt vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Projektnummer: 23/11.

Tabelle 3: Bruttoendenergieverbrauch von Wärme und Kälte in Deutschland nach EU-Richtlinie 2009/28/EG

2005 bis 2011, in PJ

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011 *
Bruttoendenergieverbrauch („top-down“)	9 427	9 597	9 097	9 091	8 939	9 587	9 009
- Endenergieverbrauch Strom	1 864	1 883	1 894	1 887	1 783	1 899	1 898
- Fackel- und Leitungsverluste (Strom)	106	104	106	108	90	86	90
- Eigenverbrauch der Kraftwerke und Heizwerke (an Strom)	140	142	139	138	128	132	127
- Endenergieverbrauch Verkehr (ohne Strom)	2 528	2 556	2 542	2 512	2 484	2 499	2 511
= Bruttoendenergieverbrauch Wärme und Kälte (Energiebilanz)	4 789	4 912	4 410	4 813	4 454	4 971	4 383
+ Stromverbrauch Wärme und Kälte (Nutzenergiebilanz)	763	757	749	655	633	674	674
= Bruttoendenergieverbrauch Wärme und Kälte (Nutzenergiebilanz)	5 552	5 669	5 159	5 468	5 087	5 645	5 057

Eigene Berechnungen nach Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen. *) vorläufig, teilweise geschätzt.

Der Bruttoendenergieverbrauch von Elektrizität lässt sich aus der Energiebilanz bestimmen, indem zum Endenergieverbrauch die Leitungsverluste bei der Übertragung und Verteilung des elektrischen Stroms und der Eigenverbrauch der Kraftwerke bei der Erzeugung addiert werden. Von dieser Summe ist anschließend die im Schienenverkehr verbrauchte Elektrizität (inkl. der anteiligen Leitungsverluste und Eigenverbräuche) abzuziehen, da die dort verbrauchten Strommengen nach Artikel 3 Absatz 4 bereits bei der Berechnung des Bruttoendenergieverbrauchs im Verkehrssektor berücksichtigt werden.

Tabelle 4 fasst die zeitliche Entwicklung des Bruttoendenergieverbrauchs von Strom unter diesen Prämissen zusammen. Auf der Grundlage der vorläufigen Daten der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen errechnet sich für das Jahr 2011 ein Bruttoendenergieverbrauch von Strom in Höhe von 2 048 PJ (entspricht rund 569 TWh). Bei expliziter Berücksichtigung des Stromeinsatzes, der zur Bereitstellung von Wärme und Kälte verbraucht wird, müsste der Bruttoendenergieverbrauch von Strom um diese Menge reduziert werden, da der Stromverbrauch in diesem Falle im Sektor Wärme und Kälte bilanziert wird. Der Bruttoendenergieverbrauch von Strom läge dann im Jahr 2011 bei etwa 1 374 PJ.

**Tabelle 4: Bruttoendenergieverbrauch von Strom
in Deutschland nach EU-Richtlinie 2009/28/EG**

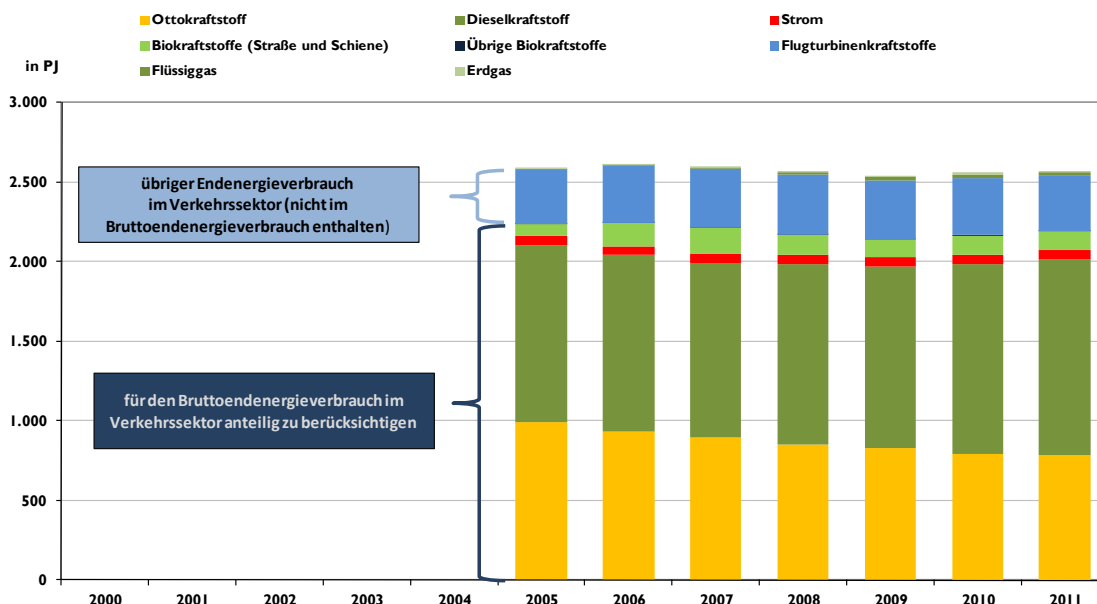
2005 bis 2011, in PJ

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011*
Endenergieverbrauch Strom	1 864	1 883	1 894	1 887	1 783	1 899	1 898
+ Fackel- und Lei- tungsverluste (Strom)	106	104	106	108	90	86	90
+ Eigenverbrauch der Kraftwerke und Heizwerke (an Strom)	140	142	139	138	128	132	127
- Stromverbrauch Schienenverkehr	58	59	59	59	57	60	60
- anteil. Leitungsver- luste/Eigenverbräuc he Schienenverkehr	7	7	7	7	6	6	6
= Bruttoendenergie- verbrauch von Strom (Energiebi- lanz)	2 044	2 064	2 073	2 068	1 937	2 051	2 048
- Stromverbrauch Wärme und Kälte (Nutzenergiebi- lanz)*	763	757	749	655	633	674	674
= Bruttoendenergie- verbrauch von Strom (Nutzener- giebilanz)	1 282	1 307	1 324	1 413	1 305	1 377	1 374

Eigene Berechnungen nach Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen. *) vorläufig, teilweise geschätzt.

Schaubild 3: Endenergieverbrauch im Verkehrssektor in Deutschland

2005 bis 2011*, in PJ



Eigene Berechnungen nach AG-Energiebilanzen. *) vorläufig, teilweise geschätzt.

Tabelle 5: Bruttoendenergieverbrauch im Verkehr in Deutschland nach EU-Richtlinie 2009/28/EG

2005 bis 2011, in PJ

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011*
+ Endenergieverbrauch Ottokraftstoffe im Verkehr	993	931	894	855	830	792	789
+ Endenergieverbrauch Dieselmkraftstoffe im Verkehr	1 109	1 109	1 102	1 128	1 140	1 194	1 226
+ Stromverbrauch Straßen- und Schienenverkehr	58	59	59	59	57	60	60
+ Anteil. Leitungsverluste/Eigenverbräuche Strom	7	7	7	7	6	6	6
+ Biokraftstoffe Straßen- und Schienenverkehr	76	144	157	127	114	120	120
= Bruttoendenergieverbrauch Verkehr	2 243	2 251	2 218	2 177	2 147	2 173	2 202

Eigene Berechnungen nach Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen. *) vorläufig, teilweise geschätzt.

Für die Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs im Verkehrssektor (Nenner) sind nach der EU-Richtlinie nur die Verbräuche von Otto- und Dieselmotoren, sowie die im Straßen- und Schienenverkehr verbrauchten Mengen an elektrischem Strom und an Biotreibstoffen zu berücksichtigen. Der gesamte Endenergieverbrauch im Verkehrssektor umfasst nach den Berechnungen der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen neben den in der Richtlinie genannten Energieträgern, den Einsatz von Flüssiggas (Autogas), Erdgas (CNG, LNG), die Flugturbinenkraftstoffe sowie den Einsatz Anderer Mineralölprodukte (z.B. Motorenöle), sowie schließlich Biotreibstoffe in der Binnenschifffahrt (vgl. Schaubild 3).

Empirisch zeigt sich bei der Bestimmung des Gesamtenergieverbrauchs im Verkehrssektor folgendes Bild (vgl. dazu auch Tabelle 5): Betrachtet man zunächst wegen der größten Bedeutung für den Gesamtenergieverbrauch im Verkehr den Endenergieverbrauch von Otto- und Dieselmotoren im Straßenverkehr. Der Kraftstoffverbrauch des Straßenverkehrs wird in der Energiebilanz direkt nachgewiesen, er umfasst den Diesel- und Ottokraftstoffverbrauch (ohne beigemischte Biotreibstoffe) des Straßenpersonen- (Motorisierter Individualverkehr, Öffentlicher Straßenpersonenverkehr) und des gewerblichen Straßengüterverkehrs (Lkw-Verkehr). Der Ottokraftstoffverbrauch entfällt in Deutschland ausschließlich auf den Straßenverkehr. Hingegen werden rund 96 % (2009) des Dieselmotorenverbrauchs im gesamten Sektor Verkehr (inkl. der Hochseebunkerungen) durch Kraftfahrzeuge verursacht; die übrigen 4 % verteilen sich in der Reihenfolge ihrer Bedeutung auf Hochsee-, Küsten- und Binnenschifffahrt (2,7 %) sowie 1,2 % auf den Schienenverkehr.

Zur Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs im Verkehrssektor im Sinne der EU-Richtlinie muss der Diesel- und Ottokraftstoffverbrauch um die im Straßen- und Schienenverkehr verbrauchte Elektrizität (inkl. anteilige Leitungsverluste und Eigenverbräuche der Kraftwerke) erhöht werden. Darüber hinaus sind die im Straßen- und Schienenverkehr verbrauchten Biotreibstoffe zu berücksichtigen. In Deutschland sind die technisch-wirtschaftlichen Voraussetzungen für die Verwendung reiner Biotreibstoffe im Schienenverkehr (bei der DB AG) derzeit noch nicht gegeben. Für die Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs wurden deshalb die gesetzlich festgelegten („raffinerienseitigen“) Mindestbeimischungsmengen für Biodiesel (4,4 % bezogen auf den Energiegehalt bzw. 5 % Volumen-Prozent) veranschlagt. Unter diesen Rahmenannahmen errechnet sich für die Zwecke der EU-Richtlinie 2009/28/EG im Jahr 2011 ein Gesamtenergieverbrauch im Verkehrssektor in Höhe von 2 202 PJ.

5. Der Bruttoendenergieverbrauch nach EU-Richtlinie 2009/28/EG für die Jahre 2005 bis 2011

Zusammenfassend ergibt sich aus den zur Verfügung stehenden Daten der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen folgendes Bild. Der Bruttoendenergieverbrauch im Sinne des Artikels 2 der Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlaments und des Rates

zur Förderung der Nutz von Energie aus erneuerbaren Quellen, ist in der Zeit von 2005 bis 2011 um rund 4,4 % auf 9 009 PJ gesunken (er folgt damit weitgehend der Entwicklung, die auch beim Endenergieverbrauch - der in den Jahren zwischen 2005 und 2011 um 4,2 % gesunken ist - zu beobachten war).

Der Bruttoendenergieverbrauch, der für die Berechnung des Anteils erneuerbarer Energiequellen herangezogen werden soll, muss unter Beachtung der Vorgaben der Richtlinie auf die Teilbereiche:

- Bruttoendenergieverbrauch von Elektrizität
- Bruttoendenergieverbrauch von Wärme und Kälte sowie
- Gesamtenergieverbrauch im Verkehr

aufgeteilt werden. Aufgrund der oben skizzierten spezifischen Regelungen und Vorschriften der Richtlinie entspricht die Summe der Teilgrößen nicht dem gesamten Bruttoendenergieverbrauch. Ursächlich dafür sind insbesondere die besonderen Regelungen zur Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs im Sektor Verkehr, die festlegen, dass nicht nur Biotreibstoffe sondern auch Energieträger wie Flüssiggas, Erdgas oder Flugturbinenkraftstoff oder Andere Mineralölprodukte bei der Bestimmung des Nenners außer Acht bleiben.

Tabelle 6: Der Bruttoendenergieverbrauch in Deutschland nach EU-Richtlinie 2009/28/EG

	2005 bis 2011, in PJ						
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011*
Bruttoendenergieverbrauch („top down“ nach Artikel 2 der Richtlinie)	9 427	9 597	9 097	9 091	8 939	9 587	9 009
Bruttoendenergieverbrauch von Elektrizität	2 044	2 064	2 073	2 068	1 937	2 051	2 048
Bruttoendenergieverbrauch von Wärme und Kälte	4 789	4 912	4 410	4 813	4 454	4 971	4 383
Gesamtenergieverbrauch im Verkehrssektor	2 243	2 251	2 218	2 177	2 147	2 173	2 202
Summe der Teilbereiche	9 077	9 226	8 701	9 057	8 538	9 194	8 633
Differenz („top down“ zu „bottom up“)	350	371	390	401	400	393	376

Eigene Berechnungen nach Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen. *) vorläufig, teilweise geschätzt.

Vor diesem Hintergrund fasst Tabelle 6, die empirischen Ergebnisse dieser Kurzstudie noch einmal zusammen. Ergänzt wird diese Darstellung um eine Betrachtung der Differenz, die sich ergibt, wenn der Bruttoendenergieverbrauch nach dem „top-down“-

Konzept des Artikels 2 der EU-Richtlinie mit der Summe der Teilaggregate des Bruttoendenergieverbrauchs verglichen wird.

Die Darstellung verzichtet auf eine Auslegung der EU-Richtlinie, die bei Berechnung des Bruttoendenergieverbrauchs auf Verwendungsarten oder Nutzenergie abzielt. Daraus folgt, dass die im vorangegangenen Abschnitt exemplarisch durchgeführten Umbuchungen zwischen dem Teilssektor Elektrizität (Stromanwendungen im zur Bereitstellung von Wärme und Kälte) in den Sektor „Wärme und Kälte“ in Tabelle 6 nicht dargestellt sind. Unabhängig davon bleibt aber auch zu prüfen, inwieweit die an Anwendungszwecken orientierte Vorgehensweise bei der Festlegung des Bruttoendenergieverbrauchs (Nenner) im Sinne der EU-Richtlinie zu korrekten Ergebnissen bei Berechnung des Anteils erneuerbarer Energiequellen in den Teilssegmenten führt. Umbuchungen vom Elektrizitäts- in den Wärme- und Kältesektor würden unabhängig davon, ob sie sachlich gerechtfertigt sind, zu einer Verschiebung der Anteile erneuerbarer Energien in den betrachteten Segmenten führen, sofern der Zähler nicht entsprechend angepasst wird.

6. Schlussfolgerungen und weiteres Vorgehen

Die vorliegende Kurzstudie hat gezeigt, dass die Ableitung des sog. Bruttoendenergieverbrauchs der zur Berechnung des Anteils erneuerbarer Energien im Sinne der EU-Richtlinie 2009/28/EG herangezogen werden soll, auf der Grundlage der nationalen Energiestatistik bzw. den Daten, die Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen in jährlichem Abstand publiziert werden, ohne größere Problem möglich ist.

Welche Datengrundlage letztlich zur Berechnung des Bruttoendenergieverbrauchs zugrunde gelegt werden soll, ist in der Richtlinie explizit nicht vorgegeben. Allerdings gelten mit der neuen Richtlinie verbindliche Mengenziele für den Anteil erneuerbarer Energien am gesamten Energieverbrauch in allen europäischen Mitgliedstaaten. Zur Evaluierung der Zielerreichungsfortschritte ist grundsätzlich eine international vergleichbare Energiestatistik unerlässlich. Darauf deutet auch ein von Eurostat entwickeltes Berechnungswerkzeug hin, dass die in der Richtlinie genannten Zielgrößen zum Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch automatisch aus den Daten der „Joint Annual Questionnaires“ berechnet. Die Energiebilanz der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. stellt zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht nur die beste verfügbare Datenbasis dar, sie wird auch in anderen internationalen Politikfeldern etwa zur Berechnung der Treibhausgasemissionen im Rahmen der Nationalen Emissionsinventare eingesetzt. Vor diesem Hintergrund wurde der Bruttoendenergieverbrauch in dieser Studie aus der Energiebilanz Deutschland (AGEB) abgeleitet.

Darüber hinaus hat die Kurzstudie gezeigt, dass die strenge Auslegung der EU-Richtlinie 2009/28/EG einen Widerspruch in den Begriffsbestimmungen erkennen lässt. Folgt man der „top-down“-Definition des Bruttoendenergieverbrauchs gem. Artikel 2 Absatz (f) der Richtlinie, schließt der Bruttoendenergieverbrauch alle Energieprodukte ein. Nach der „bottom-up“ Definition des Bruttoendenergieverbrauchs sind jedoch Teilbereiche explizit ausgenommen, so dass sich die Teilaggregate (Bruttoendenergieverbrauch Strom, Wärme und Kälte, sowie Verkehr) nicht mehr zu dem Wert des gesamten Bruttoendenergieverbrauchs addieren.

Unklar ist auch, inwieweit die EU-Richtlinie zum Zwecke der Evaluierung von Zielfortschritten in den genannten Teilbereichen auf eine strikte Aufteilung des Bruttoendenergieverbrauch (Nenner) nach den Anwendungsbereichen abzielt.

Weder die Energiebilanz noch die „Joint Annual Questionnaires“ liefern die Aufteilung des Endenergieverbrauchs nach Verwendungszwecken. Aus diesem Grunde werden vom Bundesministerium für Wirtschaft (BMWi) Forschungsprojekte in Auftrag gegeben, mit dem Ziel aus der sehr verstreut und lückenhaft vorliegende Datenmenge möglichst belastbare Anwendungsbilanzen für den Endenergieverbrauch in Deutschland zu erstellen, deren Ergebnisse aktuell für die Jahre 2008 bis 2010 vorliegen.

Unabhängig von der Datenverfügbarkeit bleibt aber auch zu prüfen, inwieweit eine an Anwendungszwecken orientierte Vorgehensweise bei der Festlegung des Bruttoendenergieverbrauchs (Nenner) im Sinne der EU-Richtlinie zu korrekten Ergebnissen bei Berechnung des Anteils erneuerbarer Energiequellen in den Teilsegmenten führt. Die Aufteilung des Bruttoendenergieverbrauchs orientiert sich deshalb in erster Linie am Energieträger und weniger am Anwendungszweck des Energieeinsatzes. Diese pragmatische Vorgehensweise hat zur Folge, dass beispielsweise Umbuchungen aus dem Bruttoendenergieverbrauch „Elektrizität“ in den Bereich „Wärme und Kälte“ (weil elektrischer Strom zu Heizwecken oder zur Kühlung eingesetzt wird) bei der Darstellung der Gesamtergebnisse nicht berücksichtigt werden. Bei Bedarf lassen sich die an den Anwendungszwecken orientierten Ergebnisse zum Bruttoendenergieverbrauch aus den einzelnen Bottom-up Teiltabellen aufsummieren.

Literaturverzeichnis

Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V., Internet: <http://www.ag-energiebilanzen.de>

Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (2011) Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren in Deutschland in den Jahren 2009 bis 2010, Studie beauftragt vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Projektnummer: 23/11.

Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (2012), Ausgewählte Effizienzindikatoren zur Energiebilanz Deutschland. Daten für die Jahre von 1990 bis 2011.

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), Drittlandskohlebezüge und durchschnittliche Preise frei deutsche Grenze für Kraftwerkssteinkohle.

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), Monatliche Entwicklung der Einfuhr von Rohöl.

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), Monatliche Erdgasbilanz und Entwicklung der Grenzübergangpreise.

Europäisches Parlament und der Rat der Europäischen Union, Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. April 2009 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG

BDEW-Projektgruppe Nutzenergiebilanzen, Struktur des Endenergieverbrauchs in Deutschland nach Sektoren, Energieträgern und Anwendungsarten.

Statistik der Kohlenwirtschaft e.V. (2009), Zahlen zur Kohlenwirtschaft, Essen und Köln.