

Katrin Scharte, Wilhelm Wall

Energiewirtschaft

S. 525 bis 539

URN: urn:nbn:de:0156-5599474



CC-Lizenz: BY-ND 3.0 Deutschland

In:

ARL – Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.):
Handwörterbuch der Stadt- und Raumentwicklung

Hannover 2018

ISBN 978-3-88838-559-9 (PDF-Version)

Energiewirtschaft

Gliederung

- 1 Einführung
 - 2 Energieerzeugung in Deutschland
 - 3 Endenergieverbrauch in Deutschland
- Literatur

Die Energiewirtschaft umfasst die Prozessketten und damit verbundenen Unternehmen und Märkte, die dazu erforderlich sind, die Energienachfrage zur Verrichtung von Arbeit durch ein entsprechendes Angebot zu decken. Der Endenergieverbrauch in Deutschland betrug im Jahr 2012 8.998 Petajoule (PJ), die in den Verbrauchssektoren Industrie, Gewerbe-Handel-Dienstleistungen, Verkehr und private Haushalte eingesetzt wurden.

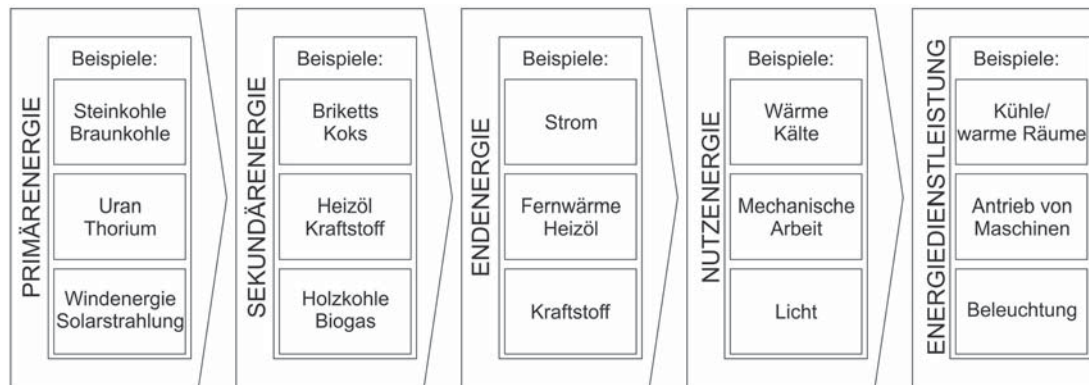
1 Einführung

1.1 Grundlagen der Energieversorgung

Energie wird definiert als Arbeit bzw. Kraft zur Umsetzung einer bestimmten Tätigkeit. Die Energiewirtschaft umfasst alle Prozessketten und damit verbundenen Unternehmen und Märkte, die erforderlich sind, um die Energienachfrage zur Verrichtung von Arbeit durch ein entsprechendes Angebot zu decken.

In der Natur sind unterschiedliche Formen von Energie vorhanden, die die Ausgangsbasis zur Bereitstellung der nachgefragten Energie darstellen. Diese unaufbereiteten Energieformen, zu denen zum Beispiel Rohöl, Braun- und Steinkohle als fossile Energieträger, aber auch Sonnenenergie und Windkraft als *Erneuerbare Energien* zählen, werden als Primärenergie bezeichnet. Insbesondere die Vorkommen fossiler Energieträger sind in der Natur jedoch begrenzt. Auf Basis von Schätzungen wird ermittelt, welche Mengen fossiler Energieträger in der Natur existieren und über welche Zeiträume sie weiterhin zur Verfügung stehen, bevor sie aufgebraucht sind. Energiereserven sind bekannte und unter heutigen Rahmenbedingungen technisch und wirtschaftlich abbaubare Vorkommen. Demgegenüber werden Ressourcen weiter definiert und schließen neben den Reserven auch Rohstoffe ein, die unter derzeitigen technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen nicht gewonnen werden können (vgl. Wagner 2007: 30, 148; Ströbele/Pfaffenberger/Heuterkes 2013: 24 f.).

Abbildung 1: Übersicht der Begriffsdefinitionen unterschiedlicher Energieformen



Quelle: Wagner 2007: 30

Primärenergieträger werden abgebaut und entsprechend den Anforderungen des Energiebedarfs weiterverarbeitet. Die daraus resultierenden aufbereiteten Energieträger werden als Sekundärenergie bezeichnet. Sekundärenergien beinhalten zum Beispiel Holzkohle, Heizöl, Benzin oder Strom. Zum Teil werden diese nochmals weiterverarbeitet oder direkt an die Endverbraucher weitergeleitet, die die erhaltene Energie, sogenannte Endenergie, also zum Beispiel Strom oder Fernwärme, einsetzen, um eine bestimmte Arbeit zu verrichten. Ziel ist die Erzeugung von

Nutzenergie in Form von Kälte, Wärme oder mechanischer Arbeit, um eine Energiedienstleistung wie zum Beispiel die Kühlung, Beheizung oder Beleuchtung von Räumen zu erfüllen (vgl. Wagner 2007: 30; Ströbele/Pfaffenberger/Heuterkes 2013: 16 ff.; s. auch Abb. 1).

1.2 Energiewirtschaft im globalen Kontext

Die Lagerstätten der Primärenergieträger sind global ungleich verteilt. Große Mengen der fossilen Energieträger Erdgas und Erdöl konzentrieren sich auf eine geringe Anzahl an Lagerstätten, im Wesentlichen auf den Nahen und Mittleren Osten, die Gemeinschaft unabhängiger Staaten (GUS), der die meisten Nachfolgestaaten der ehemaligen Sowjetunion angehören, sowie einige Gebiete in Amerika und Afrika. Die Kohlen (Stein- und Braunkohle) hingegen sind homogener verteilt, so dass in vielen Regionen Reserven vorhanden sind (vgl. Ströbele/Pfaffenberger/Heuterkes 2013: 96, 150). Für die Energiewirtschaft wichtige Energieträger sind zudem der Primärenergieträger Uran sowie die erneuerbaren Energien. Die Nutzung der erneuerbaren Energien wird maßgeblich durch die geographischen Gegebenheiten der Länder beeinflusst. So können einige Länder, z. B. Brasilien und Norwegen, bereits sehr hohe Anteile der erneuerbaren Energien an der gesamten Primärenergienutzung vorweisen (vgl. BMWi 2014a: 31a).

Neben der geographischen Verteilung der Lagerstätten fossiler Energieträger sind besonders die Gewinnungskosten entscheidend für die Nutzung. Die Förderkosten werden im Wesentlichen durch die geologische Lage der Energieträger bestimmt. So kann z. B. Erdöl, das auf dem Weltmarkt eine Preisleitfunktion für Energieträger einnimmt (vgl. Panos 2013: 12), am günstigsten an den Orten erschlossen werden, wo die Lagerstätte in geringer Tiefe liegt. Das ist im Nahen und Mittleren Osten der Fall (IEA 2008: 218). Kohle kann dort am günstigsten gefördert werden, wo sie im Tagebau abgetragen werden kann (▷ *Bergbau*). Die Preisbildung der Energieträger setzt sich aus weiteren Faktoren zusammen, z. B. den politischen Entscheidungen, den Transportkosten, der ▷ *Infrastruktur* sowie den Währungsverhältnissen und der Qualität des Energieträgers (vgl. Panos 2013: 11 ff.; Ströbele/Pfaffenberger/Heuterkes 2013: 131).

Tabelle 1: Globale Reserven und Ressourcen nicht erneuerbarer Energierohstoffe 2011

Energieträger	Reserven [EJ]	Ressourcen [EJ]	Förderung [EJ]	Statische Reichweite [a]
Erdöl	9.032	15.427	167	54
Erdgas	7.415	21.938	127	58
Steinkohle	18.692	424.553	162	115
Braunkohle	3.260	49.340	10	313
Uran	1.061	6.254	27	39

Quelle: Eigene Zusammenstellung auf Grundlage von DERA 2012: 38 f.

Energiewirtschaft

Es ist aufgrund der \triangleright *Globalisierung* und des steigenden Lebensstandards davon auszugehen, dass der Energiebedarf auch in Zukunft zunehmen wird und somit auch Ressourcenlagerstätten zu tatsächlichen Förderstätten werden. Der globale Primärenergieverbrauch im Jahr 2011 betrug 549.000 Petajoule (PJ), davon entfällt ein Anteil von ca. 2,5 % auf Deutschland (vgl. BMWi 2014a: 31). Dieser Verbrauch steht den auf der Erde vorhandenen Reserven und Ressourcen gegenüber, die in Verbindung mit der Förderung sowie der statischen Reichweite endlicher Energieträger in Tabelle 1 dargestellt sind.

Mit 54 bzw. 58 Jahren sind die statischen Reichweiten von Erdöl und von Erdgas annähernd identisch. Hohe Reichweiten mit über 100 Jahren und beträchtliche Ressourcen verzeichnen die Kohlen. Die kürzeste Reichweite der aufgeführten Energieträger weist mit 39 Jahren das Uran auf. Die statische Reichweite in Jahren (a) ist der Quotient aus Reserven und Förderung (jeweils angegeben in Exajoule – EJ).

Fossile Energieträger werden heutzutage zumeist über weite Strecken transportiert. Dadurch können Länder mit geringen Energiereserven ihre Energieversorgung sicherstellen, beispielsweise Deutschland aufgrund der hohen Importabhängigkeit (vgl. Schiffer 2010). Der Transport erfolgt auf unterschiedliche Art. Erdöl und Steinkohle werden überwiegend über den Seeweg (\triangleright *Seeverkehr*) auf Tankern und Frachtschiffen befördert. Erdgas hingegen wird in Rohrleitungen, sogenannten Pipelines, über weite Strecken – von den Lagerstätten zu den Verbrauchsregionen – transportiert und oft als netzgebundener Primärenergieträger bezeichnet (vgl. Ströbele/Pfaffenberger/Heuterkes 2013: 98 ff., 131 f., 153).

2 Energieerzeugung in Deutschland

Als Energieerzeugung wird die Gewinnung und Umwandlung von Primärenergie in die für den Zweck der Energieversorgung nutzbare Endenergie bezeichnet. Endenergie wird vor allem verwendet, um Niedertemperaturwärme zur Beheizung sowie Prozesswärme und -kälte für die Industrie zu erzeugen, um elektrische Geräte zu nutzen und Fahrzeugmotoren anzutreiben. Endenergien, die zur Deckung dieser Energiebedarfe angeboten werden, sind unter anderem Strom, Kraftstoffe, Heizöl, Erdgas und Fernwärme. Um sie zu erzeugen, sind unterschiedliche Prozessketten zur Gewinnung, Aufbereitung und Umwandlung der Primärenergieträger erforderlich.

2.1 Primärenergiegewinnung

Im Jahr 2012 wurden in Deutschland 13.757 PJ Primärenergie zur Energieerzeugung eingesetzt. Den größten Anteil daran hatte Mineralöl mit 33 %, gefolgt von Erdgas mit 21 %. Erneuerbare Energien, Braunkohle und Steinkohle machten jeweils einen Anteil zwischen 11 % und 13 % des Primärenergieeinsatzes aus, während der Anteil der Kernenergie 8 % betrug (vgl. BMWi 2014a: 4).

Die in Deutschland vorhandenen Energiereserven bestehen hauptsächlich aus Kohle sowie geringen Mengen von Erdöl und Erdgas. Nach WEC (2012: 72) wird zudem die in Deutschland eingesetzte Kernenergie wegen großer inländischer Uranvorräte als heimische Ressource gewertet. Die Braunkohle-Reserven Deutschlands hatten gemäß den aktuell verfügbaren Daten im Jahr 2011 einen Umfang von 40.500 Mio. t, also etwa 14 % der weltweiten Reserven. Die entsprechenden Ressourcen umfassten mit einer Masse von 36.500 Mio. t einen deutlich geringeren Anteil von

0,88 % an den weltweiten Ressourcen. Die Vorkommen werden im Rheinischen Revier in Nordrhein-Westfalen, im Lausitzer Revier in Sachsen und Brandenburg, im Mitteldeutschen Revier in Sachsen und Sachsen-Anhalt sowie im Helmstedter Revier in Niedersachsen abgebaut (▷ *Braunkohlenplanung*). Die Steinkohle-Reserven Deutschlands betragen im Jahr 2011 48 Mio. t. Das entspricht etwa 0,01 % der weltweiten Steinkohle-Reserven, während die Steinkohle-Ressourcen Deutschlands mit 82.961 Mio. t und 0,48 % der weltweiten Ressourcen einen deutlich größeren Umfang hatten. Der Abbau der Steinkohle erfolgt im Ruhrrevier in Nordrhein-Westfalen sowie im Revier Ibbenbüren bei Osnabrück. Die Erdöl-Vorräte Deutschlands betragen im Jahr 2011 35 Mio. t und machten somit einen Anteil von 0,02 % der weltweiten Vorräte aus, während die inländischen Erdgasvorkommen im gleichen Jahr 133 Mrd. m³, also 0,1 % der weltweiten Vorkommen umfassen. Der größte Anteil der Gewinnung inländischer Erdöl- und Erdgasvorkommen entfällt auf Niedersachsen, Sachsen-Anhalt, Thüringen und Schleswig-Holstein (vgl. WEC 2012: 73; BMWi 2014a).

Entsprechend den in Deutschland vorhandenen Reserven wurden im Jahr 2012 im Rahmen der Primärenergiegewinnung 97 % des Rohöls und 89 % des Erdgases sowie 80 % der Steinkohle importiert, während Braunkohle vollständig aus inländischer Förderung gewonnen werden konnte (vgl. AGE 2012). Wichtigster deutscher Energie-Rohstoffimporteur für Erdöl, Erdgas und Steinkohle ist die Russische Föderation, aus der 2011 über ein Drittel der importierten Energieträger stammte. Weitere relevante Lieferländer für die Energieträger Erdöl und Erdgas im Jahr 2011 waren Norwegen, die Niederlande und Großbritannien (vgl. WEC 2012: 72).

2.2 Stromerzeugung

Die Stromerzeugung erfolgt in Deutschland größtenteils durch die Erzeugung mechanischer Arbeit mittels einer Turbine und die Umsetzung dieser Arbeit durch einen Generator in elektrische Energie. Im Fall der Nutzung von fossilen Energieträgern wird die Turbine durch Verbrennungsdampf angetrieben, während in Kernreaktoren der zum Antrieb erforderliche Dampf durch Wärmeenergie aus der Kernspaltung von Uran entsteht. Die kinetische Energie (Bewegungsenergie) des Windes und die kinetische oder potenzielle Energie (Lageenergie) des strömenden oder fallenden Wassers werden ebenfalls genutzt, um Rotorblätter bzw. Turbinen anzutreiben, die mit einem Generator verbunden sind. Des Weiteren kann Sonnenenergie zur Stromerzeugung entweder direkt durch Halbleiter in Fotovoltaik-Anlagen bzw. solarthermische Kraftwerke oder indirekt durch Verbrennung von Biomasse zur Stromerzeugung genutzt werden. Je nach Eigenschaften der Biomasse, zum Beispiel aufgrund hoher Feuchtigkeit, ist es zum Teil erforderlich, aus dem Material vor der Verbrennung einen Sekundärenergieträger, wie beispielsweise Biogas, zu erzeugen. Zudem ist Erdwärme durch geothermische Kraftwerke nutzbar (vgl. Strauß 2009).

Die Leistung gibt die Kapazität eines Kraftwerks zur Stromerzeugung an. Für die beschriebenen Prozessketten der Stromerzeugung standen in Deutschland im Jahr 2012 Kraftwerke mit einer Bruttoleistung, also der Stromerzeugungskapazitäten inklusive der erforderlichen Leistung zum eigenen Betrieb, von 184,4 Gigawatt (GW) zur Verfügung (vgl. BMWi 2014a).

Einen großen Anteil an den Bruttostromerzeugungskapazitäten der Kraftwerke in Deutschland haben erneuerbare Energien mit einer Bruttoleistung von über 80 GW. Auf Basis des im Jahr 2000 in Kraft getretenen Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) wurde die Anzahl der Anlagen zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in den letzten Jahrzehnten verstärkt ausgebaut (▷ *Energiepolitik*). Demgegenüber haben Steinkohlekraftwerke eine Bruttoleistung von knapp

Energiewirtschaft

30 GW, während Braunkohle- und Gas-Kraftwerke eine Bruttostromerzeugungskapazität von jeweils ca. 25 GW umfassen. Aufgrund des 2011 von der Bundesregierung beschlossenen Ausstiegs aus der Kernenergie betrug die Kraftwerksleistung der Kernreaktoren im Jahr 2012 knapp 13 GW (vgl. BMWi 2014a; WEC 2012: 12 f.; s. auch Tab. 2).

Tabelle 2: Bruttostromerzeugungskapazitäten in Deutschland

Energieträger	Bruttoleistung 2012 [GW]	Anteile [%]
Steinkohlen einschl. Mischfeuerung	29,8	16,2
Braunkohlen	24,2	13,1
Gase	26,4	14,3
Kernenergie	12,7	6,9
Regenerative Energien	80,5	43,6
Sonstige	10,8	5,9
Insgesamt	184,4	100,0

Quelle: Eigene Zusammenstellung auf Grundlage von BMWi 2014a: 22

Die Kraftwerksleistungen sind in unterschiedlichem Maße auf die Bundesländer verteilt. In Nordrhein-Westfalen sind mit einer installierten Leistung von 33,2 GW etwa 40 % der fossilen Kraftwerksleistung angesiedelt. Demgegenüber befindet sich ein Großteil der Kernkraftwerke mit einer Leistung von etwa 8 GW in Baden-Württemberg und Bayern, während die Mehrheit der Windkraftanlagen mit einer Leistung von etwa 23 GW im Jahr 2012 im Norden von Deutschland in den Bundesländern Niedersachsen (7,3 GW), Brandenburg (4,8 GW), Schleswig-Holstein (3,4 GW), Sachsen-Anhalt (3,8 GW) und Nordrhein-Westfalen (3,2 GW) standen (vgl. BMWi 2014b: 47; BDEW 2014: 25).

Die Zahlen verdeutlichen, dass im Süden von Deutschland, wo aufgrund zahlreicher Industriestandorte eine hohe Stromnachfrage besteht, vorrangig Kernkraftwerke die regionalen Bedarfe decken. Durch den Ausstieg aus der Kernenergie werden diese Kraftwerksleistungen mittelfristig nicht mehr zur Verfügung stehen. Pläne der Bundesregierung zum Ausbau der Stromnetze (*Netz- ausbauplanung*) sollen unter anderem die Versorgungssicherheit in Süddeutschland gewährleisten (vgl. BMWi 2014b: 46).

Auf Basis der Leistungen der Stromerzeugungsanlagen lassen sich keine Aussagen dahin gehend treffen, wie viel Strom im Jahr durch diese Anlagen erzeugt wird. Insbesondere bei den erneuerbaren Energien haben sich ändernde Umwelteinflüsse, wie zum Beispiel die Windstärke oder Sonnenscheindauer, einen großen Einfluss auf das Maß der Stromerzeugung. Entsprechend kann die installierte Leistung nicht immer in vollem Umfang zur Stromerzeugung eingesetzt

werden. Daher ist der Anteil der erneuerbaren Energien an der Bruttostromerzeugung geringer als der Anteil der installierten Leistung an der Leistung aller Stromerzeugungsanlagen. Die gesamte Bruttostromerzeugung in Deutschland betrug im Jahr 2012 etwa 630 Terawattstunden (TWh) bzw. 2.268 PJ. Braunkohlekraftwerke hatten daran den größten Anteil, während Stein- und Braunkohlekraftwerke zusammen etwa 44 % erzeugten. Strom aus Kernkraftwerken deckte einen Anteil von knapp 16 %, Strom aus Erdgaskraftwerken ca. 12 %. Der Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien umfasste 22 %. (s. Tab. 3). Daran hatten Windkraftanlagen mit 50,7 TWh in 2012 den größten Anteil, gefolgt von Biomasse mit 39,7 TWh (vgl. BMWi 2014a).

Tabelle 3: Bruttostromerzeugung in Deutschland

Energieträger	Bruttostromerzeugung 2012 [TWh]	Anteile [%]
Steinkohlen	116,4	18,5
Braunkohlen	160,7	25,5
Erdgas	76,4	12,1
Kernenergie	99,5	15,8
Regenerative Energien	138,5	22,0
Sonstige	38,3	6,1
Insgesamt	629,8	100,0

Quelle: Eigene Zusammenstellung auf Grundlage von BMWi 2014a: 22

2.3 Erzeugung von Kraftstoffen und Heizenergie

Erdölprodukte, wie beispielsweise Benzin, Dieselkraftstoff und Heizöl, werden entweder importiert oder innerhalb Deutschlands aus Rohöl gewonnen. Im Jahr 2012 betrug die Importe von Erdölprodukten 32,3 Mio. t. Werden die Erdölprodukte nicht importiert, dann wird die Destillation des Rohöls in Raffinerien innerhalb Deutschlands vorgenommen. In Konversionsanlagen wird das Zwischenprodukt durch Spaltung von Kohlenstoffketten zu den am Markt nachgefragten Endprodukten weiterverarbeitet. In Deutschland sind 14 Raffinerie-Standorte vorhanden, an denen im Jahr 2012 106,6 Mio. t Rohöl verarbeitet wurden (vgl. BMWi 2014a: 14; Ströbele/Pfaffenberger/Heuterkes 2013: 134; Schiffer 2010: 68).

Gas kann vielseitig zur Deckung von Energiebedarfen eingesetzt werden – sowohl zur Stromerzeugung als auch zur Wärmebereitstellung und als Kraftstoff. Dabei werden neben Erdgas in geringfügigem Maße auch andere gasförmige Energieträger, wie zum Beispiel Grubengas oder Stadtgas, genutzt. Das Gas wird durch die Gasversorger nach Import bzw. Förderung oder Erzeugung über ein etwa 445.000 km langes Rohrnetz innerhalb Deutschlands zu den Verbrauchern befördert (vgl. Schiffer 2010: 200).

Energiewirtschaft

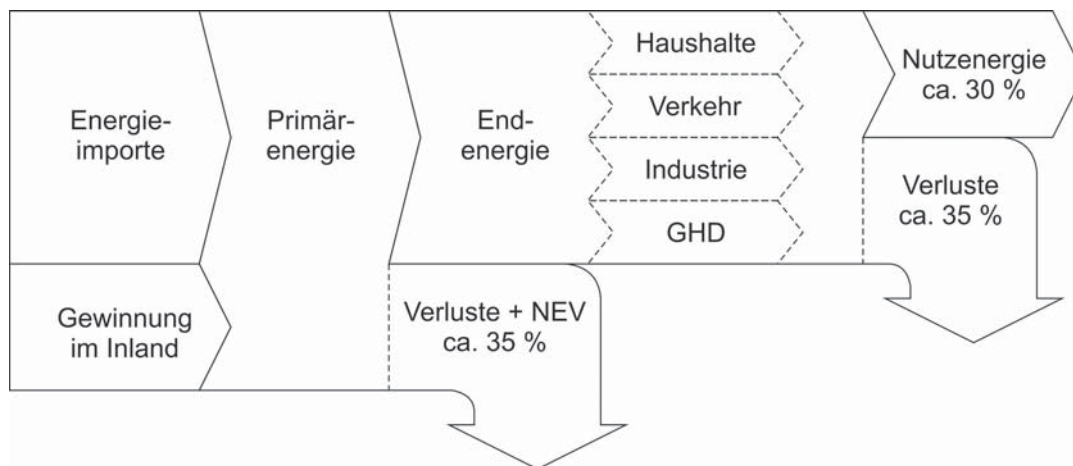
Die Erzeugung von Heizwärme erfolgt größtenteils durch dezentrale Heizkessel in dem jeweiligen zu beheizenden Gebäude. Einzelne Siedlungen oder Stadtteile können jedoch auch über Nah- oder Fernwärmenetze mit Heizenergie versorgt werden. Dies geschieht häufig durch Kraft-Wärme-Kopplung, z. B. in Heizkraftwerken, indem neben Strom als Endprodukt des Kraftwerksprozesses Heizenergie bereitgestellt wird. Im Jahr 2012 betrug die auf Basis von Kraft-Wärme-Kopplung erzeugte Heizenergie 212,5 TWh (vgl. BMWi 2014a: 22a).

Im Hinblick auf erneuerbare Energien nimmt Biomasse zur Herstellung von Kraftstoffen und Heizenergie einen wichtigen Stellenwert ein. In Deutschland wurden 2013 etwa 2,4 Mio. ha Fläche zum Anbau nachwachsender Rohstoffe eingesetzt. Mit über 2,1 Mio. ha hatte der Anbau von Energiepflanzen daran den größten Anteil (vgl. FNR 2013: 8). Des Weiteren wird holzartige Biomasse in Heizkraftwerken sowie in Form von Hackschnitzeln und Pellets in Einzelfeuerungsanlagen zur Wärme- und ggf. Stromerzeugung verwendet.

3 Endenergieverbrauch in Deutschland

Von den im Jahr 2012 eingesetzten 13.757 PJ Primärenergie kommen 8.998 PJ als Endenergie in den Verbrauchssektoren an. Die Differenz in Höhe von 4.759 PJ (ca. 35 %) ergibt sich aus Umwandlungs- und Transportverlusten sowie aus dem nicht energetischen Verbrauch (NEV), der durch die Summe des Energiegehaltes der nicht energetisch eingesetzten Energieträger gebildet wird, z. B. Kunststoff aus Erdöl (Schiffer 2010: 463). Weitere 35 % entfallen auf die Verluste bei der Nutzung der Endenergie (vgl. Abb. 2).

Abbildung 2: Schematisches Energieflussbild



Quelle: Ströbele/Pfaffenberger/Heuterkes 2013: 16

Die 8.998 PJ Endenergie teilen sich wiederum auf vier Verbrauchssektoren auf (s. Tab. 4.). Die vier üblichen Verbrauchssektoren sind private Haushalte, Verkehr, Industrie und Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD). Der größte Anteil mit 28,9 % am Endenergieverbrauch entfällt auf

den Sektor Industrie. Fertigungs- und Produktionsschritte erfordern oft einen höheren Energieeinsatz als Dienstleistungen, die mit 15,5 % den kleinsten Verbrauchssektor bilden. Der Verkehr ist mit 28,6 % der zweitgrößte Sektor. Dieser Anteil ist seit 1990 am meisten gewachsen. Die privaten Haushalte stellen den drittgrößten Sektor dar (vgl. BMWi 2014a: 6a).

Tabelle 4: Endenergieverbrauch der Verbrauchssektoren in 2012

Sektor	Endenergie [PJ]	Anteile [%]
Haushalte	2.431	27,0
Verkehr	2.571	28,6
GHD	1.397	15,5
Industrie	2.599	28,9
Gesamt	8.998	100,0

Quelle: Eigene Zusammenstellung auf Grundlage von BMWi 2014a: 6a

3.1 Private Haushalte

Es gibt diverse Haushaltsformen, die in Größe und Form variieren (▷ *Wohnen*). Energie ist für alle Haushalte zur Erfüllung der alltäglichen Pflichten notwendig. Der größte Anteil mit 70,3 % des Haushaltsenergieverbrauchs entfällt auf die Bereitstellung von Raumwärme (s. Tab. 5) durch Erdgas (49,2 %), Heizöl (29 %), Fernwärme (12,8 %) sowie elektrische Energie und sonstige Energieträger (9 %) (AGEB 2013a: 10). Die Warmwasserbereitung für Küche und Bad, mit 12,7 % am Endenergieverbrauch beteiligt, wird, ähnlich wie bei der Raumwärme, mehrheitlich durch Erdgas, Heizöl und Fernwärme gedeckt, wobei die elektrische Energie hier mit ca. 28 % einen großen Anteil an der Warmwasserbereitung stellt. Der Anteil der erneuerbaren Energien liegt im Wärmebereich der Haushalte (Raumwärme und Warmwasser) in der Größenordnung von 5 bis 6 %. Die Hausgeräte mit einem Anteil von 8,9 % am Endenergieverbrauch dieses Sektors werden ausschließlich durch elektrische Energie betrieben. Dazu zählen z. B. Kühl- und Gefriergeräte. Ebenso erfolgt die Beleuchtung (2 %) und das Kochen, Trocknen und Bügeln (6 %) fast komplett elektrisch (vgl. BDEW 2010).

Die Haushalte werden in großem Maße durch leitungsgebundene Energieträger (Fernwärme, Erdgas, elektrische Energie) versorgt. Lediglich das Heizöl muss durch Transporte zu den Haushalten befördert werden.

Tabelle 5: Endenergieverbrauch der privaten Haushalte 2012

Anwendungsbereich	Endenergie [PJ]	Anteile [%]
Raumwärme	1.709	70,3
Warmwasser	308	12,7
Kochen, Trocknen, Bügeln	150	6,2
Haushaltsgeräte	216	8,9
Beleuchtung	48	2,0
Gesamt	2.431	100,0

Quelle: Eigene Zusammenstellung auf Grundlage von Destatis 2013a

3.2 Verkehr

Der Verkehrssektor kann in Personen- und Güterverkehr unterteilt werden (vgl. DIW 2009). Entscheidend für den Energieverbrauch im Personenverkehr ist der motorisierte Verkehr. Dazu werden der öffentliche Personennahverkehr (ÖPNV), der motorisierte Individualverkehr (MIV; ▷ *Motorisierter Individualverkehr*), der ▷ *Luftverkehr* sowie der Bahnverkehr (▷ *Öffentlicher Personenverkehr*) gezählt (vgl. DIW 2009: 214 ff.). Es entfallen ca. 55 % (1.414 PJ) des Endenergieverbrauchs des Personenverkehrs auf den Personenstraßenverkehr, an dem der MIV einen großen Anteil einnimmt (DIW 2009: 297). Grund für den hohen Energieverbrauch des Personenstraßenverkehrs ist die zunehmende Bedeutung von ▷ *Mobilität* in der heutigen Gesellschaft. Viele Freizeitaktivitäten sind mit der Nutzung des Pkw verbunden. Einkäufe erfolgen oft in Einkaufszentren außerhalb der Städte (vgl. Eickelkamp/Wall/Koch 2014: 45).

Der Güterverkehr (▷ *Wirtschaftsverkehr*) in Deutschland teilt sich auf in den ▷ *Straßenverkehr*, den ▷ *Schieneverkehr* und die ▷ *Binnenschifffahrt*. Auf die Binnenschifffahrt und den Schienenverkehr entfallen ca. 30 % des Endenergieverbrauchs des Verkehrs, wobei beide Anteile rückläufig sind. Den größten Anteil bildet jedoch der Straßengüterverkehr (ca. 70 %). Somit umfasst der gesamte Straßenverkehr ca. 80 % des Endenergieverbrauchs des Verkehrs (vgl. DIW 2009: 238 ff.), mehrheitlich getragen durch die Kraftstoffe Diesel und Benzin. Für die Deckung des Energiebedarfs des Flug- und Schiffsverkehrs werden Kerosin und Schweröl eingesetzt. Zusammen basieren somit ca. 97 % des Endenergieverbrauchs auf nicht leitungsgebundenen Kraftstoffen aus Erdöl, die für den Betrieb von Benzin-, Diesel-, Schiffsmotoren und Flugzeugtriebwerken benötigt werden. Lediglich 4 bis 5 % davon werden durch Biokraftstoffe gedeckt.

Absolut betrachtet entfällt der größte Anteil (ca. 65 %) des in Deutschland verwendeten Erdöls auf den Verkehrssektor. Die elektrische Energie ist mit einem Anteil von ca. 2 % im Verkehrssektor vertreten. Der Einsatz erfolgt derzeit fast ausschließlich im Bahnverkehr (vgl. DENA 2012: 27; DIW 2009: 296; Ströbele/Pfaffenberger/Heuterkes 2013: 282).

3.3 Industrie

Unter dem Begriff Industrie werden die Industrie und das verarbeitende Gewerbe zusammengefasst (► *Industrie/Gewerbe*). Zu diesen beiden Bereichen zählen z. B. die Herstellung von Gütern, die Instandhaltung sowie die Reparatur (vgl. Destatis 2013b).

Tabelle 6: Endenergieverbrauch des Sektors Industrie 2012

Anwendungsbereich	Endenergie [PJ]	Anteile [%]
Wärme	260	10,0
Sonstige Prozesswärme	1.663	64,0
Kälteanwendungen	26	1,0
Mechanische Arbeit	572	22,0
Kommunikation, Beleuchtung	78	3,0
Gesamt	2.599	100,0

Quelle: Eigene Zusammenstellung auf Grundlage von AGEB 2013b

Der Großteil des Endenergieverbrauchs (s. Tab. 6), nämlich 64 % (1.663 PJ), entfällt auf die Bereitstellung sonstiger Prozesswärme, z. B. für die Chemieindustrie sowie die Verarbeitung von Grundstoffen wie etwa Metallen. Davon werden ca. 70 % durch Kohle und Gas abgedeckt, der Rest durch die übrigen Energieträger. Die mechanische Arbeit ist mit 22 % des Endenergieverbrauchs ein weiterer großer Anwendungsbereich. Der größte Teil davon (ca. 97 %) wird durch elektrische Energie für den Betrieb von beispielsweise Pumpen und Antrieben aufgewendet. Der übrige Anteil wird durch Gas und Diesel bereitgestellt. Die Warmwasserbereitung und Raumwärme fasst der Anwendungsbereich Wärme zusammen und benötigt mit 260 PJ 10 % des Endenergieverbrauchs. Auf diese beiden Anwendungsbereiche entfallen ca. 4 % des Endenergieverbrauchs in Form von elektrischer Energie (AGEB 2013b). Für die Jahre 2008 bis 2012 können kaum Veränderungen in den Anteilen der Anwendungsbereiche festgestellt werden.

3.4 Gewerbe, Handel, Dienstleistungen

In Deutschland entfallen gemäß Destatis (2009) fast zwei Drittel der Bruttowertschöpfung auf den GHD-Sektor (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen). Dieser Sektor umfasst z. B. die Versorgung von Städten. Für diese Aktivitäten wird ebenfalls Energie benötigt, die sich wie aus Tabelle 7 ersichtlich auf die einzelnen Anwendungsbereiche aufteilen lässt.

Auch im GHD-Sektor wird mit fast 53 % mehr als die Hälfte der Endenergie für die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser verwendet. Hauptsächlich wird dieser Anteil durch Gase, Heizöl sowie Fernwärme bereitgestellt. Zusammen mit der spezifischen Prozesswärme liegt der

Energiewirtschaft

Anteil knapp über 60 % (847 PJ). Die Kälteanwendungen stellen mit 49 PJ einen Anteil von ca. 3,5 %. Eingesetzt wird im Wesentlichen elektrische Energie, die für den Kompressorantrieb der Kältemaschinen notwendig ist. Für Kommunikation und Beleuchtung werden 20,7 % oder 289 PJ durch elektrische Energie verbraucht. Die Endenergieaufwendungen für mechanische Arbeit liegen bei 15,2 %, die im Wesentlichen durch elektrische Energie und durch Kraftstoffe gedeckt werden (vgl. AGEB 2013b).

Tabelle 7: Endenergieverbrauch des Sektors GHD 2012

Anwendungsbereich	Endenergie [PJ]	Anteile [%]
Wärme	738	52,8
Sonstige Prozesswärme	109	7,8
Kälteanwendungen	49	3,5
Mechanische Arbeit	212	15,2
Kommunikation, Beleuchtung	289	20,7
Gesamt	1.397	100,0

Quelle: Eigene Zusammenstellung auf Grundlage von AGEB 2013b

Auch im GHD-Sektor wird mit fast 53 % mehr als die Hälfte der Endenergie für die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser verwendet. Hauptsächlich wird dieser Anteil durch Gase, Heizöl sowie Fernwärme bereitgestellt. Zusammen mit der spezifischen Prozesswärme liegt der Anteil knapp über 60 % (847 PJ). Die Kälteanwendungen stellen mit 49 PJ einen Anteil von ca. 3,5 %. Eingesetzt wird im Wesentlichen elektrische Energie, die für den Kompressorantrieb der Kältemaschinen notwendig ist. Für Kommunikation und Beleuchtung werden 20,7 % oder 289 PJ durch elektrische Energie verbraucht. Die Endenergieaufwendungen für mechanische Arbeit liegen bei 15,2 %, die im Wesentlichen durch elektrische Energie und durch Kraftstoffe gedeckt werden (vgl. AGEB 2013b).

3.5 Städtischer Energieverbrauch

In ökonomisch entwickelten Ländern leben ca. 75 % der Bevölkerung in Städten, die somit einen hohen Anteil am Endenergieverbrauch aufweisen (vgl. bpb 2010). Der Energieverbrauch und die Stadtform sind von Stadt zu Stadt verschieden (\triangleright *Stadttypen*). Damit gehen auch Unterschiede in den Anteilen der vier Verbrauchssektoren einher. Als Stadtformen können z. B. Industrie- und Dienstleistungsstädte genannt werden. In diesen Stadtformen weisen die Verbrauchssektoren Industrie und GHD größere Unterschiede auf, wodurch sich die Anteile der Verbrauchssektoren einer Stadt von denen für Deutschland insgesamt ermittelten unterscheiden können. Dienstleistungsstädte mit einem niedrigeren Energieverbrauch sind oft große Städte (z. B. Köln,

Berlin, Hamburg), während Industriestädte häufig in Industrieregionen zusammengefasst werden, z. B. das Ruhrgebiet, das Rhein-Main-Gebiet, Baden-Württemberg sowie der Münchner Raum. Der erhebliche Anteil der Industrie ist für den insgesamt hohen Endenergieverbrauch in West- und Süddeutschland verantwortlich.

Aufgrund der forcierten Energiewende und den damit einhergehenden Veränderungen im Energiesektor erarbeiten immer mehr deutsche Städte kommunale Energiekonzepte (▷ *Energiekonzept*) (vgl. BMVBS 2011). Dennoch gibt es keine energieautarken Städte in Deutschland (vgl. UBA 2013). Das bedeutet, dass auch in Zukunft Städte meist nicht als Insellösungen bestehen können, da die in den Städten benötigte Energie zur Bedarfsdeckung aufgrund der Fluktuation der erneuerbaren Energien nicht immer vorhanden ist. Um eine flächendeckende Versorgung zu realisieren, ist ein Energiebezug, z. B. von elektrischer Energie, Fernwärme oder Kraftstoffen, über die Stadtgrenzen erforderlich (vgl. Panos 2013).

Literatur

- AGEB – Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (Hrsg.) (2012): Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland 2012. www.ag-energiebilanzen.de/index.php?article_id=29&fileName=bilanz12d.xlsx (25.02.2015).
- AGEB – Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (Hrsg.) (2013a): Energieverbrauch in Deutschland: Daten für das 1. Quartal 2013. Berlin.
- AGEB – Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (Hrsg.) (2013b): Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren in Deutschland in den Jahren 2011 und 2012 mit Zeitreihen von 2008 bis 2012. Berlin.
- BDEW – Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V. (Hrsg.) (2010): Energieinfo: Energieverbrauch im Haushalt. Berlin.
- BDEW – Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V. (Hrsg.) (2014): Erneuerbare Energien und das EEG: Zahlen, Fakten, Grafiken (2014). Berlin.
- BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.) (2011): Strategische Einbindung Regenerativer Energien in Regionale Energiekonzepte: Folgen und Handlungsempfehlungen aus Sicht der Raumordnung. http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/Online/2011/DL_ON232011.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (24.07.2014).
- BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.) (2014a): Zahlen und Fakten. Energiedaten. Nationale und Internationale Entwicklung. Version vom 03.03.2014. <http://bmwi.de/DE/Themen/Energie/Energiedaten-und-analysen/energiedaten.html> (20.07.2015).
- BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.) (2014b): Zweiter Monitoring-Bericht „Energie der Zukunft“. Paderborn.
- bpb – Bundeszentrale für politische Bildung (Hrsg.) (2010): Zahlen und Fakten. <http://www.bpb.de/nachschlagen/zahlen-und-fakten/globalisierung/52705/verstaedterung> (21.07.2015).

Energiewirtschaft

- DENA – Deutsche Energie Agentur (Hrsg.) (2012): Verkehr.Energie.Klima. Alles Wichtige auf einen Blick. Berlin.
- DERA – Deutsche Rohstoffagentur, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (Hrsg.) (2012): Dera Rohstoffinformationen: Energiestudie 2012. Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energierohstoffen. Hannover.
- Destatis – Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2009): Der Dienstleistungssektor: Wirtschaftsmotor in Deutschland: Ausgewählte Ergebnisse von 2003 bis 2008. Wiesbaden.
- Destatis – Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2013a): Energie, Rohstoffe, Emissionen: Energieverbrauch der privaten Haushalte für Wohnen. <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesamtwirtschaftUmwelt/Umwelt/UmweltoekonomischeGesamtrechnungen/EnergieRohstoffeEmissionen/Tabellen/EnergieverbrauchHaushalte.html>. (24.07.2014).
- Destatis – Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2013b): Zahlen und Fakten. Wirtschaftsbereiche. Industrie – Verarbeitendes Gewerbe & Transport und Verkehr. Wiesbaden.
- DIW – Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (Hrsg.) (2009): Verkehr in Zahlen 2009/2010. Hamburg.
- Eickelkamp, T.; Wall, W.; Koch, M. K. (2014): Indikatoren zur energetischen Charakterisierung und Clusterung von Städten. In: Wagner, H.-J.; Görres, J. (Hrsg.): Energieversorgung, Energiebilanzierung und Monitoring. Münster, 43-52. = Wettbewerb Energieeffiziente Stadt 2.
- FNR – Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (Hrsg.) (2013): Basisdaten Bioenergie Deutschland August 2013. Gülzow.
- IEA – International Energy Agency (ed.) (2008): World energy outlook 2008. Paris.
- Panos, K. (2013): Praxisbuch Energiewirtschaft, Energieumwandlung, -transport und -beschaffung im liberalisierten Markt. Berlin.
- Schiffer, H.-W. (2010): Energiemarkt Deutschland. Köln.
- Strauß, K. (2009): Kraftwerkstechnik zur Nutzung fossiler, nuklearer und regenerativer Energiequellen. Heidelberg.
- Ströbele, W.; Pfaffenberger, W.; Heuterkes, M. (2013): Energiewirtschaft: Einführung in Theorie und Praxis. München.
- UBA – Umweltbundesamt (Hrsg.) (2013): Endenergieverbrauch der privaten Haushalte. <http://www.umweltbundesamt.de/daten/private-haushalte-konsum/endenergieverbrauch-der-privaten-haushalte> (23.07.2014).
- Wagner, H.-J. (2007): Was sind die Energien des 21. Jahrhunderts? Der Wettlauf um die Lagerstätten. Frankfurt am Main.
- WEC – Weltenergieerat – Deutschland e. V. (Hrsg.) (2012): Energie für Deutschland 2012: Schwerpunktthema: Stromerzeugung zwischen Markt und Regulierung. Berlin.

Weiterführende Literatur

Dratwa, F. A.; Ebers, M.; Pohl, A. K.; Spiegel, B.; Strauch, G. (2010): Energiewirtschaft in Europa: Im Spannungsfeld zwischen Klimapolitik, Wettbewerb und Versorgungssicherheit. Berlin.

Erdmann, G., Zweifel, P. (2008): Energieökonomik: Theorie und Anwendung. Berlin.

Popp, M. (2014): Deutschlands Energiezukunft: Kann die Energiewende gelingen? Weinheim.

Bearbeitungsstand: 12/2016