

Energieträger im Überblick

Energieträger sind im strengen Sinne des Wortes Stoffe, in denen Energie in physikalischer, chemischer oder nuklearer Form gespeichert ist. Im erweiterten Sinn zählt man heute auch Sonne, Wind, Wasserkraft und Geothermie dazu. Die in den Energieträgern enthaltene Energie kann einerseits in Nutzenergie umgewandelt werden. Andererseits eignen sich manche Energieträger sehr gut, um Energie zu transportieren.

Welche Arten von Energieträgern gibt es?

Primär und sekundär

Die direkt zur Energiegewinnung geeigneten, von Natur aus vorhandenen Energieträger werden als **primäre Energieträger** bezeichnet. Als **sekundäre Energieträger** bezeichnet man Stoffe, die in der Natur nicht direkt nutzbar vorkommen, wie z. B. Strom, Heizöl oder Wasserstoff. Sekundäre Energieträger eignen sich zur **Energiespeicherung** oder zum **Energietransport**.

Primärenergieträger wie Kohle, Erdgas oder Sonnenstrahlung werden z. B. in einem Kraftwerk in die Sekundärenergieträger Strom oder Wärme umgewandelt und zum Verbraucher weitertransportiert.

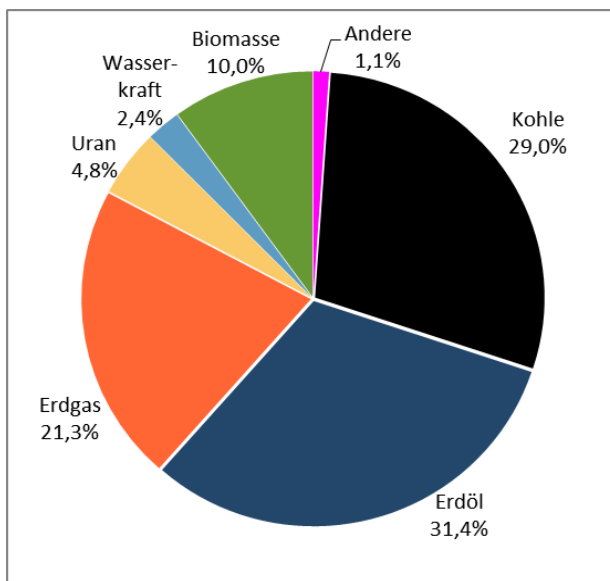


Abbildung 1: Weltweite Versorgung mit Primärenergieträgern (2012): 13.371 Mtoe (Mtoe = „Million ton oil equivalent“, 1 Mtoe = $4,1868 \cdot 10^{16}$ J). Quelle: IEA, „Key World Energy Statistics 2014“

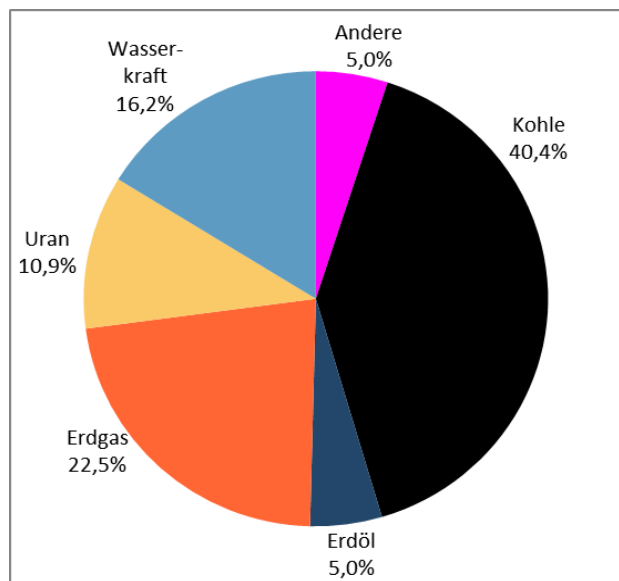


Abbildung 2: Anteil der Energieträger an der weltweiten Stromerzeugung (2012). Die damit erzeugte elektrische Leistung betrug 22.668 TWh. Zwei Drittel stammen also aus fossilen Energieträgern. Quelle: IEA, „Key World Energy Statistics 2014“

Fossil, regenerativ oder nuklear

Zu den nicht-erneuerbaren Energierohstoffen zählen zum einen die fossilen Energieträger (Kohle, Erdöl, Erdgas), zum anderen die nuklearen Energieträger Uran und Thorium.

Fossile Energieträger sind aus organischen Materialien wie Pflanzen, Algen und Plankton über lange Zeiträume (d. h. Millionen von Jahren) durch biologische, chemische und physikalische Prozesse im Erdinneren entstanden. Dabei wurde deren Energiegehalt so stark konzentriert, dass ihre Nutzung wirtschaftlich interessant ist. Sie sind aber nur begrenzt vorhanden und setzen bei ihrer

Verbrennung CO₂ frei (siehe Sachinformation „Abfälle und Emissionen“, die auf dem Medienportal der Siemens Stiftung vorhanden ist). Diese fossilen Energieträger sind nicht erneuerbar, denn sie werden in menschlichen Zeiträumen nicht wieder aufgefüllt. Der Mensch verbraucht in wenigen Jahrzehnten die fossile Energie, die Millionen Jahre für ihre Entstehung gebraucht hat.

Regenerative Energieträger werden im Gegensatz zu den begrenzten fossilen Energieträgern immer wieder erneuert oder, genauer gesagt, die Energie fließt – zumindest nach menschlichen Maßstäben – ständig und unbegrenzt nach. Bei den regenerativen Energieträgern steht die Sonne mit ihrer noch ca. 5 Mrd. Jahre andauernden Strahlung an erster Stelle. Indirekte Sonnenenergie steckt beispielsweise auch in Wind, Wasserkraft und Biomasse. Andere nichtsolare, regenerative Energieträger sind die (tiefe) Geothermie und die Gezeitenkraft. Auch wenn sich das Erdinnere letztlich irreversibel abkühlt und die Erdrotation nach und nach abnimmt, sind auch diese Energieträger nach menschlichen Maßstäben unerschöpflich. Unter diesen Aspekten sind die regenerativen Energiequellen nachhaltig. Dazu kommt, dass bei ihrer laufenden Nutzung kein CO₂ und auch keine sonstigen Schadstoffe emittiert werden.

Nukleare Energieträger sind die natürlich vorkommenden Schwermetalle Uran und Thorium sowie das in Kernreaktoren parallel zur Kernspaltung durch Neutroneneinfang aus nicht spaltbarem ²³⁸Uran entstehende Plutonium. Großtechnisch wird derzeit vor allem Uran in Kernkraftwerken als primärer Energieträger für die Kernspaltung genutzt.

Nur in Sonderfällen wird der natürliche Zerfall von radioaktiven Stoffen zur Energiegewinnung genutzt. Die Zerfallswärme wird in Radioisotopengeneratoren („Plutoniumbatterie“) durch Thermoelemente in elektrischen Strom umgewandelt. Das ist aber unwirtschaftlich und wird nur beim Militär oder in der Raumfahrt für Langzeitbatterien eingesetzt. Auch nukleare Energieträger sind nur begrenzt vorhanden. Bei der Energieumwandlung entsteht kein CO₂, dafür entstehen aber radioaktive Abfälle, die aufgrund der hochradioaktiven und giftigen Spaltprodukte (z. B. Strontium, Plutonium) über extrem lange Zeiträume sicher gelagert werden müssen.

Generell gilt, dass beim Abbau und der Aufbereitung von Rohstoffen und bei der Produktion und Wartung von Energiegewinnungsanlagen aller Art stets Energie verbraucht wird und Abfälle sowie Emissionen entstehen. Dies ist in eine **Gesamtenergiebilanz** und **Gesamtökobilanz** aller Energieträger stets einzubeziehen.

Reserven, Verfügbarkeit und Reichweite der Energieträger

Der Weltverbrauch an Primärenergie lag 2012 bei ca. 13,4 Mrd. toe. Er verteilt sich ganz unterschiedlich auf die einzelnen Energieträger. Konkrete Einschätzungen und Zahlen sind nachfolgend zu jedem Energieträger genannt. Ein wichtiger Hinweis vorab: Die Schätzungen gehen vom Weltenergieverbrauch, Stand 2012, aus. Dass der Energieverbrauch nach neuesten Untersuchungen der Internationalen Energiebehörde (International Energy Agency, kurz IEA) aber bis 2035 um ca. 33 % zunehmen wird, ist noch nicht berücksichtigt. Deshalb gehen Skeptiker von wesentlich kürzeren Reichweiten aus. Optimisten meinen jedoch, dass höhere Preise auch unwirtschaftliche Vorkommen wirtschaftlich machen würden und so die erschließbaren Vorräte weiter steigen würden. Höhere Preise würden zudem eine verstärkte Suche nach neuen Vorkommen auslösen. Dem steht gegenüber, dass die höheren Preise für Industrie und Endverbraucher auch in Zukunft bezahlbar bleiben müssen. Der Abbau fossiler Energieträger – wie Erdgas und Erdöl – wird immer teurer. Ein Barrel Erdöl aus den ergiebigsten herkömmlichen Quellen, z. B. in Saudi-Arabien oder dem Iran, kostet momentan noch ca. 20 bis 40 US-Dollar, ein Barrel aus Fracking-Öl kostet dagegen mindestens 60, eher 90 Dollar. Die gestiegenen Abbaukosten sind auch der Grund dafür, dass die

großen Ölkonzerne im Jahr 2014 erstmals seit Jahrzehnten Verluste machten und einige Ende 2015 ankündigten, die Erdölbohrungen in der Arktis bzw. den Ölsandabbau in Kanada einzustellen, da sie zu teuer wären. Regenerative Energie wird dagegen immer billiger. So ist an guten Standorten der unsubventionierte (!) Preis für Strom aus Windkraftanlagen inzwischen auf 4,5 Eurocent/kWh gesunken und der Preis für Strom aus Photovoltaik auf 7 Eurocent/kWh. Der Strom aus Kohle- und Gaskraftwerken liegt dagegen bei ca. 8 Eurocent/kWh bzw. 10 Eurocent/kWh. Will man jedoch das vom Weltklimarat erklärte Ziel, die Erderwärmung auf unter zwei Grad Celsius gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen, erreichen, darf man nicht alle noch verfügbaren fossilen Energieträger verbrennen. Wissenschaftler haben errechnet, dass bis zum Jahr 2050 nur ein Viertel der wirtschaftlich förderbaren fossilen Energieträger verbrannt werden darf, um das 2-Grad-Ziel nicht zu gefährden (Meinshausen et al. in nature 08017, 2009). Auch der aktuelle Report der UNO vom Ende 2014 kommt zum Ergebnis, dass das 2-Grad-Ziel nicht zu halten ist, wenn der Kohlendioxidausstoß nicht ab sofort rigoros gesenkt wird (THE EMISSIONS GAP REPORT vom November 2014 der UNEP, United Nations Environment Programme).

Es ist also erforderlich, Alternativen zu suchen, z. B. in der Nutzung regenerativer Energien. Zum Thema „Erneuerbare Energien“ hält das Medienportal der Siemens Stiftung einige Medienpakete bereit, z. B. das Interaktive Tafelbild für die Grundschule „Strom aus erneuerbaren Energien“, das Medienpaket „Regenerative Energien – die Zukunft ist sonnig!“ oder die Medienpakete „Experimento | 10+: B6 Erneuerbare Energien“ und „Experimento | 8+: B6 Erneuerbare Energien“.

Reichweite von Energieträgern: Verbrauchsschätzung mit den Daten von 2005

Energieträger	Bekannter Weltvorrat in Mio. tSKE ⁴	Vorrat (in %)	Verbrauch in Mio. tSKE Welt pro Jahr	Verbrauch Welt (in %)	Reichweite in Jahren
Kohle	783.000	59	4.191	30	190
Erdöl	218.000	17	5.488	38	40
Erdgas	208.000	16	3.522	25	60
Uran	112.000 (6,8 Mio. t) ¹	8	1.031 (68.000 t) ²	7	~100 (~100) ³
Ges. Welt	1.321.000	100	14.232	100	

Quelle: Weltenergieatlas, Internationale Energieagentur IEA, Oil & Gas Journal 2005

¹ Lagerstätten mit Explorationskosten von weniger als 130 \$/kg Uran; weitere etwa 5 Mio. t Uranerz und Uranphosphate lagern in Erdschichten und unter dem Meeresboden, für die die Explorationskosten über 130 \$/kg liegen.

² Der aktuelle Bedarf wird derzeit zu ca. 50 % aus Uranerz und zu ca. 50 % aus der Kernwaffenabrüstung sowie der Brennstoff-Wiederaufbereitung gedeckt.

³ Unter Verwendung der „Brütertechnologie“ würde die Reichweite 800–1.000 Jahre betragen.

⁴ tSKE: Tonne Steinkohleeinheit = 29.308 MJ

Weltstromerzeugung: Anteil der Energieträger an der weltweiten Stromerzeugung (2005 und 2012)

Weltstromerzeugung in TWh (Stand: 2012)						
	Kohle	Kern- energie	Öl	Gas	Wasser- kraft & Sonstiges	Gesamt
2005	7.040	2.640	1.240	3.750	3.550	18.220
Anteil	38 %	14 %	7 %	21 %	20 %	100 %
2012	9.157	2.471	1.133	5.100	4.805	22.668
Anteil	40,4 %	10,9 %	5 %	22,5 %	21,2 %	100 %

Quelle: Internationale Energieagentur 2014

Weitere Informationen zum Thema bietet auch das Infomodul „Entwicklung regenerativer Energien weltweit“, das auf dem Medienportal der Siemens Stiftung vorhanden ist.