

3 Prof. Dr.-Ing. Jürgen Kuck: Deutschland 100 % regenerativ

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Kuck
Energietechnik und Energiemanagement
Fakultät Versorgungstechnik, Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften
Salzdahlumer Str. 46/48, 38302 Wolfenbüttel
Tel. 5331 939 39560 - 0, Fax 5331 939 39562
j.kuck@ostfalia.de, www.ostfalia.de/v

Von der Energiewirtschaft zur Exergiewirtschaft.

Die Motivation – wozu das Ganze?

Der CO₂-Gehalt der Atmosphäre ist von 280 ppm bei Beginn der Industrialisierung auf heute 400 ppm gestiegen. Die letzten 50 ppm Zunahme wurden in der kurzen Zeit von 1986 bis heute zurückgelegt. Die Folgen sehen wir schon heute: Abgeschmolzene Gletscher in den Alpen, einen rapiden Rückgang des Eises auf Grönland und am Nordpol, zunehmende Wetterextrema. Die Emission fossilen Kohlenstoffs in die Atmosphäre muss weltweit aufhören, und zwar, bevor nicht mehr vertretbare Schäden entstanden sind. Für die Zukunft bedeutet das: „Feuer aus“ – zumindest was fossile Energieträger anlangt. Erst dann ist das Ziel der häufig erwähnten und selten definierten „Energiewende“ erreicht.

Was ändert sich bei einer Umstellung auf regenerative Energie?

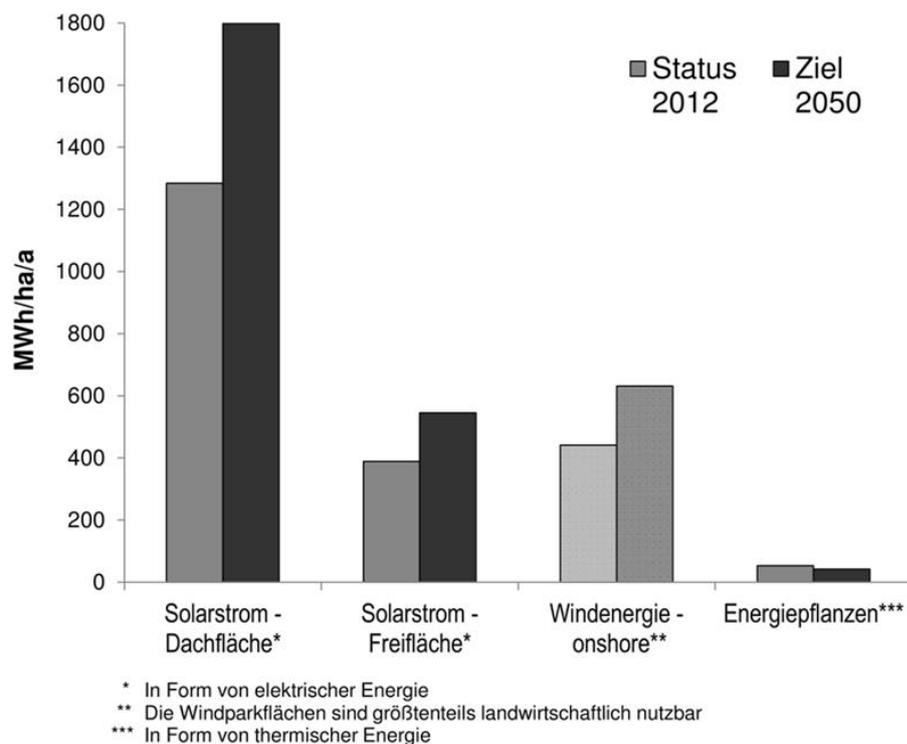
Fossile Brennstoffe werden zentral gewonnen (Kohlemine, Öl- oder Gasbohrung), und umgewandelt (z.B. Großkraftwerk, Raffinerie). Regenerative Energie wird dagegen in der Fläche eingesammelt und umgewandelt. Das bedeutet, dass die Gewinnung regenerativer Energie einen wesentlich größeren Einfluss auf unser Landschaftsbild hat als die Gewinnung fossiler Energie, die wir zudem größtenteils importieren. Es bedeutet auch: Der ländliche Raum muss energieüberschüssig werden, um die Ballungszentren zu versorgen, ähnlich wie es heute schon bei Nahrungsmitteln der Fall ist. Strom wird also nicht mehr da erzeugt, wo er gebraucht wird, Strom wird in der Fläche „geerntet“ und muss anschließend in die Verbrauchszentren transportiert werden. Der Ausbau der elektrischen Netze ist essenziell.

Fossile Brennstoffe haben eine hohe Energiedichte und sind lagerfähig. Sie sind deshalb bestens geeignet als Energiespeicher. In einer fossilbasierten Energiewirtschaft sind Speicher für elektrische Energie weitgehend entbehrlich, denn sie wird aus lagerfähigen Brennstoffen erzeugt. Das „Ernten“ des Stroms aus dem wechselnden Angebot von Wind und Sonne bedeutet dagegen: Es müssen „Stromspeicher“ geschaffen werden, um Angebot und Nachfrage zeitlich zu entkoppeln. Diese Aufgabe tritt im zeitlichen Verlauf der Umstellung nicht sofort auf, da die fossilen Brennstoffe noch eine Weile als Speicher zur Verfügung stehen, aber sie verschärft sich sehr gegen Ende der Umstellung.

Der Bedarf an Stromspeichern lässt sich reduzieren durch die Flexibilisierung des Verbrauchs. Früher war es wirtschaftlich attraktiv, Strom möglichst gleichmäßig zu

verbrauchen. In der neuen Energiewelt wird es attraktiv sein, Strom flexibel zu beziehen: Viel Bezug an sonnigen windigen Tagen, wenig bei Flaute und bedecktem Himmel.

Etwa die Hälfte der „Energiewende“ muss durch Einsparung geschafft werden. Das gilt für alle Anwendungsbereiche: Haushalte, Industrie, Verkehr. Insbesondere Niedertemperaturwärme (< 100 °C) werden wir in erster Linie „wegsparen“ (durch Wärmedämmung, Wärmerückgewinnung etc.) und erst in zweiter Linie regenerativ erzeugen.



Flächenbezogener jährlicher Energieertrag regenerativer Energieerzeugung /1/

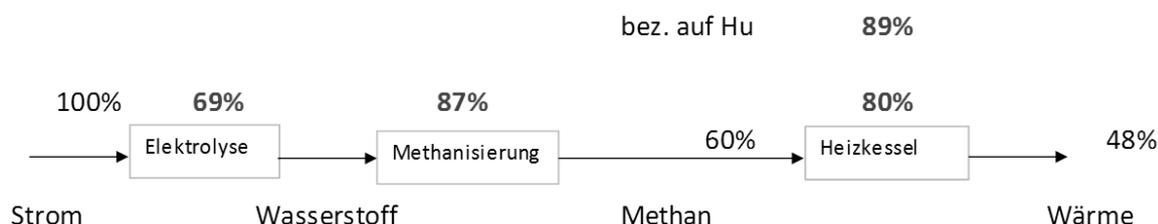
Der Flächenertrag von regenerativen Energieträgern unterscheidet sich erheblich: Etwa 1.200 MWh/a sind es bei Photovoltaik auf Dächern, 400 MWh/ha/a sind es bei Freiflächen-Photovoltaik, etwa gleich viel bei Windparks, aber nur etwa 53 MWh/ha/a bei der „effizientesten“ Biomasse – dem Maisanbau. Und das ist dann erst Brennstoff, während Photovoltaik und Wind schon die wertvollste Energieform Strom liefern. Konsequenz: Aus Biomasse ist auch ein sinnvoll reduzierter Energieverbrauch Deutschlands nicht darstellbar. Biomasse wird es natürlich in einer zu 100 % regenerativen Energieversorgung geben, aber nicht signifikant mehr als heute. Ausbaubar sind nur Photovoltaik und Wind, gewisse Beiträge werden auch von der Solarthermie kommen. Das bedeutet: Statt wie bisher Brennstoff steht Strom am Beginn unserer Energiewandlung und –nutzung. Strom ist die neue „Primärenergie“¹.

¹ Wissenschaftlich exakt sind Primärenergien die Energieformen, die wir in der Umgebung vorfinden, also die fossilen und atomaren Brennstoffe und alle regenerativen Energien. Gemeint ist hier, dass Strom die erste Umwandlungsstufe der beiden ausbaufähigen Regenerativenergien Photovoltaik und Windenergie ist.

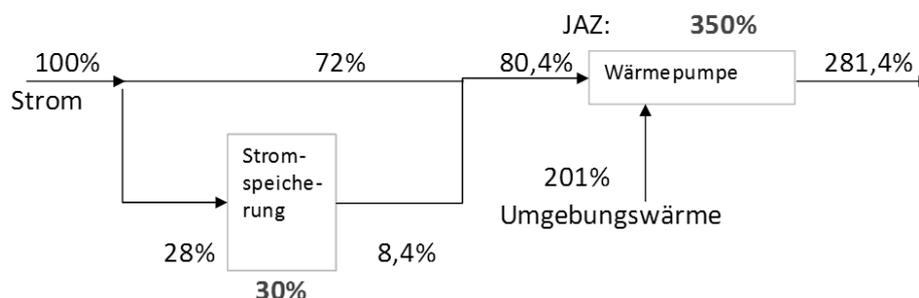
Strom als „Primärenergie“ – von der Energiewirtschaft zur Exergiewirtschaft

Der Weg zurück ins Paradies ist versperrt von Cherubim mit Flammenschwertern – so heißt es in der Bibel ². Auch der Weg von der geernteten elektrischen Energie zurück ins Paradies der (lagerfähigen und kompakten) Brennstoffe ist von so einem Cherub versperrt – auf seinem Schwert steht das Wort „Wirkungsgrad“.

Wenn wir versuchen, die alten Verhältnisse wiederherzustellen, indem wir aus dem geerntetem Strom erst einmal Brennstoff herstellen, um diesen dann in der üblichen Weise einzusetzen, etwa in Gaskesseln oder Verbrennungsmotoren, werden wir mit verlustreichen Umwandlungsketten bestraft (s. folgende Abbildung).



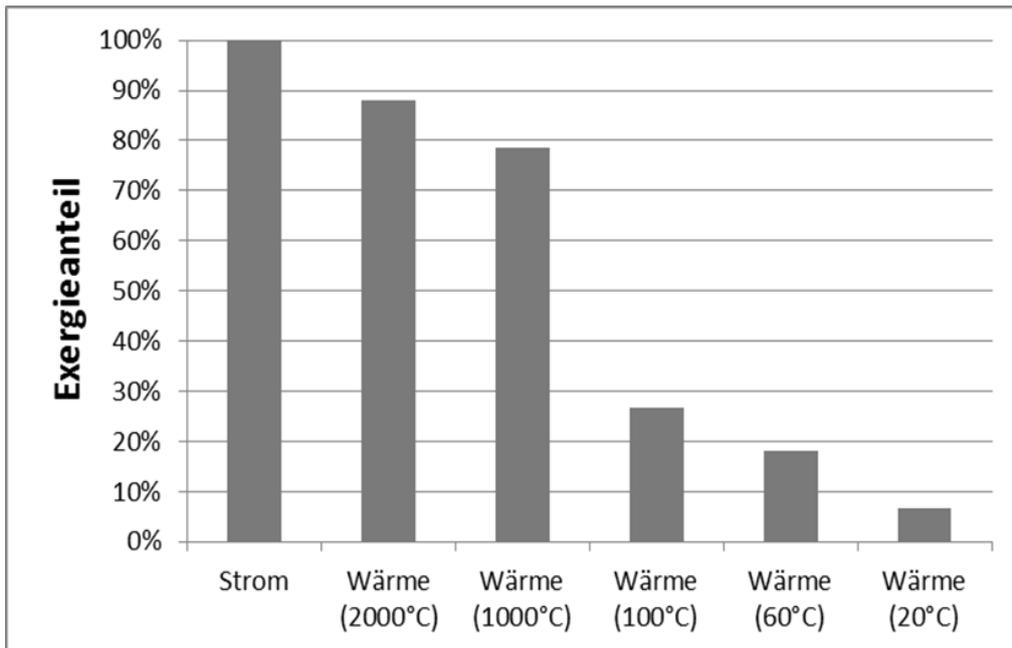
Faktor: 5,9



Vergleich der Wirkungsgradkette „Strom zu Heizwärme“ über den Brennstoffpfad und über den Strompfad

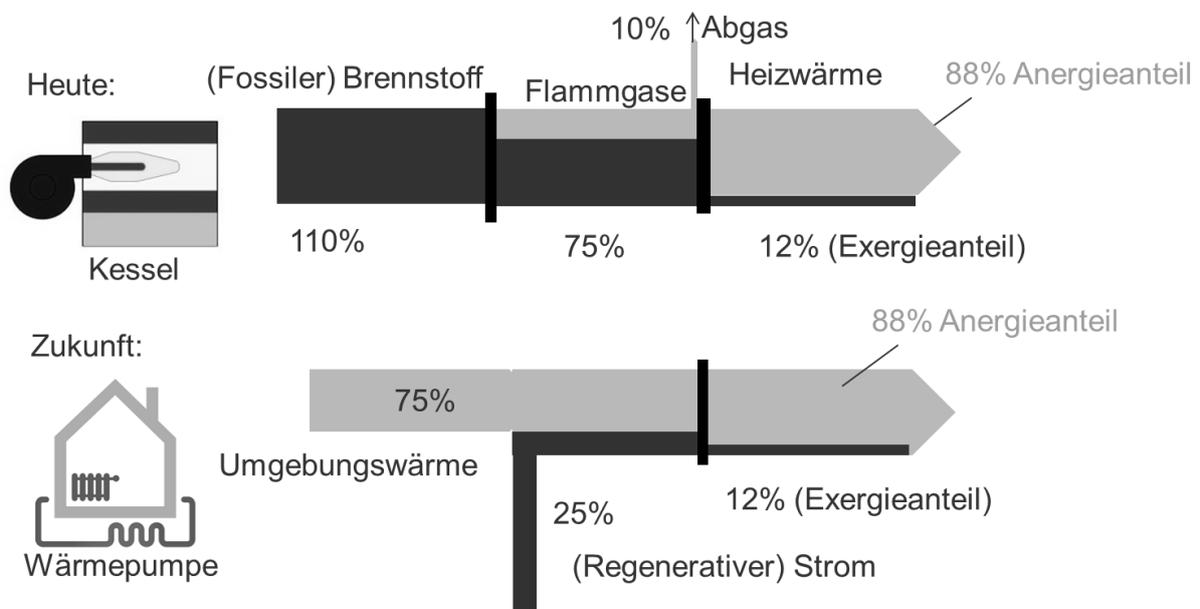
Woran liegt das? Die Erklärung ist, dass jede Energie zerlegt werden kann in einen Anteil, den man in beliebige andere Energieformen umwandeln kann („Exergie“), und einen Anteil, mit dem das nicht möglich ist („Anergie“). Strom ist 100 %ig in alle anderen Energieformen wandelbar. Bei der Energieform „Wärme“ ist die Aufteilung dieser Anteile dagegen vom Temperaturniveau abhängig (s. folgende Abbildung).

² 1. Mose 3, Vers 24



Exergieanteil von Strom (stets 100 %) im Vergleich zu Wärme auf unterschiedlichen Temperaturniveaus (Umgebungstemperatur 0 °C)

Bei jedem Umwandlungsschritt bleibt zwar die Energie erhalten (so verlangt es der Energieerhaltungssatz), aber sie wird entwertet, Exergie wird zu Anergie. Hinzu kommt: Wir haben uns daran gewöhnt, die Anergie, die wir z.B. zum Heizen benötigen, durch Vernichtung von Exergie „herzustellen“. Das ist ein verlustreicher Weg, der keine Zukunft haben wird. Die Zukunft gehört den intelligenten, exergieschonenden Prozessen wie z.B. der Wärmepumpe (s. folgende Abbildung).



Heizwärme aus Heizkessel (oben) oder aus der Wärmepumpe (unten). Die schwarzen Balken stehen für die verlustbehafteten Prozesse, in erster Linie die Verbrennung und die Wärmeübertragung

Die regenerativen Energien ernten uns bereits die intelligente, edle Energieform „elektrischer Strom“. Aufgabe ist es, unsere Energiewirtschaft an diese intelligente Energieform anzupassen. Das ist der Weg von der Energiewirtschaft zur Exergiewirtschaft.

Was wollen wir – eine sparsame fossilbasierte Energiewirtschaft oder eine 100% regenerative Energiewirtschaft?

Eine regenerative Energiewirtschaft unterscheidet sich fundamental von einer fossilbasierten Energiewirtschaft, auch von einer sparsamen fossilbasierten Energiewirtschaft, einem Idealbild, das wir in vielen Teilen unserer technischen und politischen Bemühungen noch verfolgen.

Beispiele:

- In einer fossilbasierten Energiewirtschaft sind elektrische Wärmepumpen eine zweifelhafte Sache, denn sie machen ja Wärme aus Strom, der vorher Wärme gewesen war (mit einer verlustreichen Umwandlungskette). In der neuen Welt sind elektrische Wärmepumpen die intelligenten Wandler des regenerativ geernteten Stroms (s vorige Abbildung).
- In einer fossilbasierten Energiewirtschaft fährt man mit einem sparsamen Verbrenner genauso gut wie mit einem Elektromobil oder sogar besser, denn fossilbasiert ist jede Kilowattstunde Strom aus 2-3 Kilowattstunden Brennstoff entstanden. In der neuen Welt ist Elektromobilität etwa 6 mal so effizient wie der Umwandlungspfad über „strombasierten Brennstoff“.
- Das Ideal der fossilbasierten Energiewirtschaft, die wärmegeführte Kraft-Wärmekopplung (KWK), passt nicht mehr in die neue Welt, denn sie erzeugt zur Erfüllung ihrer Wärmeaufgabe „Zwangstrom“, der keine fossilen Kraftwerke mehr verdrängt, sondern PV und Wind.
- Wärmedämmung von Gebäuden ist in einer fossilbasierten Energiewirtschaft weniger wichtig, wenn diese mit Wärme aus (zentraler oder dezentraler) Kraft-Wärme-Kopplung versorgt werden. In einer 100 % regenerativen Energiewirtschaft ist dagegen perfekte Wärmedämmung gefragt, weil sie durch elektrische Wärmepumpen versorgt werden, und regenerativer Strom kommt im Winter praktisch nur aus Windkraftwerken oder – teuer – aus dem saisonalen Stromspeicher.
- „Heiße“ Fernwärmenetze³ zur Verteilung zentral erzeugter KWK-Wärme sind ein weiteres Ideal einer sparsamen fossilbasierten Energiewirtschaft. In der neuen Welt passen sie nicht mehr ins Konzept – ihre Verluste sind im Vergleich zum niedrigen Wärmebedarf der wärme gedämmten Zukunftshäuser viel zu hoch.

³ Typisch sind Fernwärmenetze mit witterungsabhängigen Vorlauftemperaturen zwischen 72 °C und 130 °C und Rücklauftemperaturen von 50-60 °C.

Welche Maßnahmen müssen ergriffen werden, um das Ziel zu erreichen?

Verkehr, Industrie und Haushalte, die heute noch weit überwiegend (fossile) Brennstoffe einsetzen, müssen auf (regenerativ erzeugten) Strom umstellen. Flexibler Strombezug, Bau von Stromspeichern, Einsparung von Heizwärme, Wärmepumpen, Elektromobilität sind zu fördern. Vor allem aber: Ziele und Maßnahmen, die einer sparsamen fossilbasierten Energiewirtschaft dienen, nicht aber einer 100 %ig regenerativen Energiewirtschaft, sind aufzugeben.

Zielführende Maßnahmen wären:

- Die EEG-Kosten müssen auf die fossilen Brennstoffe umgelegt werden. Kohle, Öl Gas müssen teuer werden, Strom muss günstiger werden (beim Verbraucher, nicht an der Börse!).
- Speicherkraftwerke sind den anderen Kraftwerken gleichzustellen, d.h. sie müssen vollständig von Netznutzungsentgelten befreit werden.
- Fehlförderungen z.B. für wärmegeführte KWK, Wärmenetze oder „strombasierte Kraftstoffe“ sind sofort einzustellen.
- Aus der EnEV muss wieder eine Wärmeschutzverordnung werden. Das Absenken der Dämmstandards bei Anschluss an Fernwärme ist eine Fehlsteuerung.
- Elektromobilität muss dort gefördert werden, wo sie heute schon praxistauglich ist: Im Stadtverkehr. Das bedeutet gezielte Förderung von Elektrotaxis, Elektrobussen und Elektrolieferfahrzeugen.
- Förderung von effizienten strombasierten Prozessen in der Industrie (z.B. elektromechanische Brüdenverdichtung)
- Für die Windenergieanlagen im Bestand, die in den nächsten Jahren nach 20 Jahren aus der EEG-Förderung fallen, muss rechtzeitig eine Anschlusslösung gefunden werden. Für solche abbeschriebenen Windenergieanlagen dürften 4 ct/kWh ausreichend sein – auch das liegt aber über dem derzeitigen Börsenpreis.

Literatur:

/1/ Faulstich, M.; Beck, P.; Kuck, J. et al: Szenarien zur Energieversorgung in Niedersachsen im Jahr 2050 – Gutachten

<http://www.umwelt.niedersachsen.de/energie/rundertisch/runder-tisch-142928.html>