

Energierévolution

Thomas Schinko @ Pro Scientia Graz, 07.05.2013

In diesem Beitrag gehe ich der Frage nach ob wir als Menschheit eine neue Energierévolution brauchen und, falls ja, welche Dimensionen diese umfassen muss. Zuvor möchte ich allerdings kurz darauf eingehen, was unter dem Begriff Energie eigentlich verstanden wird. Grundsätzlich muss gesagt werden, dass der Begriff Energie nicht eindeutig bestimmt ist. Auch in der Physik herrscht keine Einigkeit darüber was Energie eigentlich ist bzw. wie dieser Begriff korrekt zu beschreiben ist. Eine weit verbreitete und anerkannte physikalische Definition lautet „Energie ist die Fähigkeit Arbeit zu verrichten“. Weiters ist Energie eine physikalische Größe mit der SI-Einheit Joule (J). Energie ist darüber hinaus für nahezu alle Vorgänge in einer modernen Gesellschaft notwendig, zum Beispiel um einen Körper zu beschleunigen oder zu heben, um eine Substanz zu erwärmen, oder um elektrischen Strom fließen zu lassen. Energie ist auch essentiell für jede Art von Leben – ein Mensch verbraucht pro Tag durchschnittlich etwa 1.700 kcal. Energie kommt in unterschiedlichen Formen vor, beginnend mit der qualitativ hochwertigsten Form von Energie – dem elektrischen Strom – über mechanische Energie, potentielle Energie, kinetische Energie, Strahlungsenergie, Bindungsenergie, chemischer Energie (wie etwa auch die fossilen Energieträger Erdöl und Erdgas), bis hin zur qualitativ minderwertigsten Energieform – der Wärme.

Ausgehend von dieser Analyse des Energiebegriffs und bezugnehmend auf eine offizielle Definition des Begriffs Revolution (laut Duden, 2013) – laut der Revolution eine „umwälzende, bisher Gültiges, Bestehendes o. Ä. Verdrängende, grundlegende Neuerung, tief greifende Wandlung“ darstellt, lässt sich zeigen, dass historisch gesehen bereits zwei grundlegende Gesellschaftliche Veränderungen stattgefunden haben die in engem Zusammenhang mit einer energetischen Revolution stehen. Dies war einerseits die Neolithische Revolution, welche den vor etwa 11.000 Jahre stattfindenden Übergang von einer nomadischen Jäger- und Sammler-Gesellschaft hin zu einer sesshaft werdenden, Viehzucht und Ackerbau betreibenden Gesellschaft beschreibt. Dies war vor allem von einer Ernährungsenergetischen Betrachtungsweise her eine tiefgreifende Revolution. Die zweite substanzielle Energierévolution der Menschheitsgeschichte nahm Mitte des 18. Jahrhunderts ihren Ausgang – die sogenannte Industrielle Revolution. Im Rahmen dieser gesellschaftlichen Umwälzung begann die Menschheit Muskelkraft durch Maschinen zu ersetzen. Die großflächige Industrialisierung hatte allerdings auch zu folge, dass der Bedarf nach Energie – in Form von fossilen Energieträgern Kohle, Erdöl und Erdgas – dramatisch angestiegen ist (Hamann et al., 2013).

Basierend auf dieser etymologischen sowie historischen Begriffsanalyse wurde somit gezeigt, dass Energie nicht nur in nahezu allen gesellschaftlichen Bereichen unverzichtbar, sondern sogar lebensnotwendig ist und dass in der Menschheitsgeschichte bereits zwei grundlegende gesellschaftliche Veränderungen bzw. energetische Revolutionen stattgefunden haben. Somit möchte ich mich nun der eigentlichen Frage dieses Beitrags widmen, nämlich ob und wenn ja warum wir als Menschheit wieder eine grundlegende Neuerung unseres Energiesystems – also eine Energierévolution bzw. Energiewende – brauchen? Im folgenden möchte ich auf drei Themenbereiche eingehen, welche aus meiner Sicht eine Energierévolution unabdingbar machen.

1. Laut Prognosen wird die Weltbevölkerung bis 2050 um weitere 2 Milliarden Menschen wachsen. Damit einhergehend wird der Primärenergieverbrauch (natürlich vorkommende Energieformen oder Energiequellen wie etwa Kohle, Gas, Erdöl, Sonne und Wind) bei gleichbleibenden Rahmenbedingungen, in einem sogenannten Business as usual (BAU) Szenario, um etwa 100% zunehmen. Der größte Anstieg des Energieverbrauchs wird aller Voraussicht nach in den weniger entwickelten Ländern der Erde stattfinden, wo heute etwa 3 Milliarden Menschen keinen Zugang zu modernen Energieformen haben und etwa zum

Kochen im Besten Fall auf Holz, oft allerdings auch auf Müll angewiesen sind (EIA, 2011). Alle damit verbundenen negativen Auswirkungen auf die Menschen wie etwa Gesundheitsschäden durch Rauchgasvergiftungen, die fehlende Zeit bzw. das fehlende Licht um sich weiterzubilden, oder die Ernteschäden durch Überschwemmungen aufgrund der Zunehmenden Erosion durch Abholzung mindern das Entwicklungspotential dieser Regionen und hindern die Menschen daran die ersten Stufe der Entwicklungsleiter zu erklimmern (Hamann et al., 2013).

2. Ein weiterer risikobehafteter Faktor unseres fossil-nuklearen Energiesystems ist die Versorgungssicherheit. Die EU-27 ist zu einem Grad 55% von Energieimporten abhängig (Umweltbundesamt, 2013). Diese Importe stammen Großteils aus politisch instabilen Regionen und Staaten wie etwa dem Iran, dessen Regime vor nicht allzu langer Zeit damit gedroht hat, die Straße von Hormuz – eine Meerenge im Persischen Golf welche beim Transport von 1/5 der global verbrauchten Erdölmenge passiert werden muss – zu sperren. Darüber hinaus gibt sich die EU durch diesen hohen Energieimportgrad in eine bedenkliche wirtschaftliche wie auch politische Abhängigkeit und schränkt ihr eigenes Handlungspotential damit stark ein. Ein weiterer intensiv diskutierter Schwachpunkt unseres Energiesystems im Hinblick auf Versorgungssicherheit ist „peak oil“. Mit peak oil wird ein Zeitpunkt bezeichnet, zu dem ein globales Ölfördermaximum erreicht ist und danach im globalen Maßstab abnimmt. Während zahlreiche Studien davon ausgehen, dass dieser Punkt auf globaler Ebene bereits erreicht wurde oder in naher Zukunft erreicht werden wird (Zittel, 2012), lassen die aktuellen Funde von unkonventionellen Erdöl- und Erdgaslagerstätten sowie die Erfindung der für deren Abbaus notwendigen Technologien darauf schließen, dass der Menschheit die fossilen Energieträger nicht so schnell ausgehen werden. Bei steigenden Energiepreisen wird die Förderung von zuvor nicht wirtschaftlich abbaubaren Lagerstätten rentabel, was sich schlussendlich auch in immer höheren bestätigten Reserven niederschlägt (Maugeri, 2012). Was allerdings mit großer Sicherheit gesagt werden kann ist, dass die Ära des „cheap oil“ ein für allemal vorbei ist. Somit besteht eine weitere Gefahr unseres fossil-nuklearen Energiesystems in einer möglichen Kostenexplosion für fossile Energieträger, welche substantielle negative Effekte für die globale Volkswirtschaft bedingen wird.
3. Der dritte und wahrscheinlich dringlichste Bereich welcher eine Energierevolution notwendig macht, sind die mit der Verbrennung von fossilen Energieträgern verbundenen negativen Umweltauswirkungen. Neben lokalen Umweltschäden wie etwa dem Sauren Regen oder dem Smog in Großstädten, sind es vor allem die globalen Konsequenzen des fossil-nuklearen Energiesystems welche die Menschheit zu einem raschen Handeln auffordern. Durch die Verbrennung von fossilen Energieträgern entstehen (unter anderem) CO₂ Emissionen. Diese CO₂ Emissionen werden dem natürlichen Kohlenstoffkreislauf in der Atmosphäre zugefügt und ändern somit die natürliche Kohlenstoffbilanz unseres Planeten. Jährlich nimmt auf diesem Weg der CO₂ Gehalt unserer Atmosphäre um etwa 5 GtCO₂ zu (Hamann et al., 2013). Da CO₂ ein klimarelevantes Gas ist, führt dieser anthropogene CO₂ Eintrag auch zu einer Veränderung des natürlichen Treibhauseffektes, dem menschengemachten Klimawandel, was schlussendlich zu der viel diskutierten globalen Erwärmung führt. Sollte die Menschheit weiterhin mit dieser Geschwindigkeit CO₂ und andere Treibhausgase in die Atmosphäre blasen, wird die mittlere globale Temperatur bis zum Ende dieses Jahrhunderts um 3-4 C° ansteigen. Dies ist ein Temperaturanstieg weit über dem von der internationalen Gemeinschaft als Grenzwert gesetztem mittlerem Anstieg um maximal +2C° gegenüber dem Vorindustriellen Zeitalter. Dieses Limit würde zwar nicht alle negativen Auswirkungen des Klimawandels verhindern, aber könnte mit einer hohen Wahrscheinlichkeit zumindest die gravierendsten negativen Effekte verhindern.

Bereits diese drei Risikobereiche machen eine grundlegende Revolution in unserem Energiesystem notwendig. Darüber hinaus würde es noch zahlreiche weitere kritisch zu hinterfragende Entwicklungen in unserer Energieversorgung geben welche die Notwendigkeit einer solchen

Revolution bestärken würden. Dazu zählen etwa die Abholzung von Regenwaldgebieten zur Biotreibstoff- oder Futtermittelproduktion, oder die Gefahren und wirtschaftlichen Risiken der Nuklearenergie. Im folgenden möchte ich nun auf die drei Dimensionen der notwendigen Energierevolution eingehen, welche gemeinsam und aufeinander abgestimmt umgesetzt, als Grundlage für ein tragfähiges und nachhaltiges Energiesystem dienen können.

1. Die erste Dimension der Energierevolution betrifft die Energieeffizienz bzw. die Produktivität der eingesetzten Energie. Eine Erhöhung der Energieeffizienz würde bedeuten mit einem geringeren physischen Energieeinsatz die selben Energiedienstleistungen zur Verfügung stellen zu können. Betrachtet man die Entwicklung der CO₂ Intensität des Bruttoinlandsproduktes (BIP) in [kgCO₂/USD] so kann festgestellt werden, dass sich diese über die letzten Dekaden auf globaler wie auch auf nationalstaatlicher Ebene stark verbessert hat. Für die Welt als Ganzes hat die CO₂ Intensität zwischen 2005 und 1980 um 23% abgenommen (Jackson, 2009). Während also die relative Energieeffizienz in nahezu allen Ländern der Welt gesteigert werden konnte – man spricht auch von „relative decoupling“ – entwickelte sich der absolute Energieverbrauch und somit auch CO₂ Ausstoß weitaus weniger positiv. Aufgrund des starken Anstiegs des globalen BIP stiegen die absoluten CO₂ Emissionen trotz steigender Energieproduktivität bedeutend an – um über 60% im Vergleich von 2005 zu 1980 (ibid).
2. Wollte die Weltgemeinschaft das 2C° Ziel im Kampf gegen den Klimawandel erreichen, müsste die CO₂ Intensität der Weltwirtschaft bis 2050 um durchschnittlich über 5% pro Jahr sinken (Schinko, forthcoming). Im Vergleich zu den historischen durchschnittlichen Energieeffizienzsteigerungen von 0.5%-0.7% pro Jahr erscheint diese Aufgabe rein durch Produktivitätssteigerungsmaßnahmen kaum bewältigbar. Zwar ist eine Halbierung des Energieverbrauchs durch den Einsatz von bereits heute vorhandenen Technologien durchaus möglich (z.B.: Co-generation von Kraft und Wärme, Passiv und Plus-Energie Gebäude, Elektrofahrzeuge ...), allerdings ist die notwendige nahezu völlige Dekarbonisierung unseres Energiesystems bei einem beharren auf dem derzeitigen fossil-nuklearen Energiesystem undenkbar. Deshalb beruht die zweite Säule der zukünftigen Energierevolution auf einem kontinuierlichen Umstieg von fossilen Energieträgern auf Erneuerbare Energieträger. Betrug der Anteil von erneuerbaren Energieträgern an der gesamten globalen Energienachfrage zwar noch bescheidene 8% im Jahr 2011 (BP, 2012), so lässt die rasche Entwicklung von Erneuerbaren Energietechnologien darauf hoffen, dass dieser Anteil in Zukunft stark ansteigen wird. Bei anhaltender Innovationsdynamik und fortschreitenden Effizienzsteigerungen ist ein 100% Erneuerbares Energiesystem bis 2050 möglich (Hamann et al., 2013). Vor allem die äußerst positive Entwicklung der Photovoltaik (PV) Technologie in den vergangenen Jahren, könnte die Basis für ein solares Energiesystem bilden. Durch die starke Kostenreduktion von PV-Paneelen konnte die photovoltaische Stromerzeugung bereits in einigen Regionen der Erde „grid parity“ erlangen, das heißt eine wirtschaftlich konkurrenzfähige Stromproduktion im Vergleich zu konventionellen Technologien ohne auf öffentliche Subventionen angewiesen zu sein. Dies spiegelt sich in einer starken Zunahme der weltweit installierten Leistung an PV-Paneelen wieder, von 5,4 Gwp im Jahr 2005 auf 100 Gwp 2012.
3. Neben diesen technologischen Lösungsansätzen sollte allerdings nicht auf jene Lösungskonzepte vergessen werden, welche sich mit der Verhaltensweise der Nachfrageseite befassen. In einer Welt in der der Energieverbrauch der reichsten Bevölkerungsschichten trotz bedeutender technologischer Effizienzsteigerungen immer noch zunimmt (vor allem im Mobilitätssektor), im selben Moment aber drei Milliarden Menschen in weniger entwickelten Ländern keinen Zugang zu modernen Energieformen haben, müssen wir uns über Energieeinsparungen auf der Verbraucherseite des globalen Nordens Gedanken machen. Ein weiteres Phänomen der heutigen stark globalisierten Welt verschärft dieses Ungleichgewicht noch weiter. Reiche Länder wie Österreich, Deutschland

oder die USA geben sich gerne als Umweltmusterländer und schaffen es (teilweise) auch ihre sich selbst auferlegten Klimaschutzziele zu erreichen. Die Reduktion der heimischen CO₂ Emissionen täuscht allerdings darüber hinweg, dass diese reichen Länder keineswegs ihr Konsumverhalten im selben Ausmaß verändern. Vielmehr kommt es zu einer Verlagerung der Produktion von Energieintensiven Gütern – und somit auch von CO₂ Emissionen – in weniger entwickelte Länder. Würde man etwa alle dem österreichischen Konsum zuzuschreibenden CO₂ Emissionen betrachten, so wären Österreichs CO₂ Emissionen im Jahr 2004 um 38% höher gewesen als jene aus den offiziellen Statistiken, welche nur die innerhalb der territorialen Grenzen entstehenden Emissionen berücksichtigen (Muñoz und Steininger, 2010). Neueste Erkenntnisse aus der Glücksforschung zeigen allerdings, dass ein stetiger Anstieg des materiellen Konsums keinesfalls glücklichere Menschen zur Folge hat. Vielmehr besteht ein gewisses Sättigungsniveau nach dessen Erreichen die Zufriedenheit der Menschen sogar wieder abnehmen kann. Deshalb muss die dritte Dimension der Energierevolution zum Ziel haben, den Energieintensiven und teilweise verschwenderischen Lebensstil der reichen Industrieländer in allen Konsumbereichen – Mobilität, Wohnen, Ernährung, ... – in sozial, ökologisch und ökonomisch nachhaltige Bahnen zu lenken, ohne dabei an Lebensqualität zu verlieren sondern diese zu steigern!

Literatur

Duden (2013). Die Revolution. <http://www.duden.de/rechtschreibung/Revolution>. Letzter Zugriff: 16.05.2013

EIA (2011). International Energy Outlook 2011. US Energy Information Administration. Washington, DC, USA. <http://www.eia.gov/forecasts/ieo/pdf/0484%282011%29.pdf>. Letzter Zugriff: 16.05.2013

Hamann, A., Zea-Schmidt, C., Leinfelder, R. (2013). Die große Transformation. Klima – Kriegen wir die Kurve? Verlagshaus Jacoby & Stuart, Berlin, Deutschland.

Maugeri, L. (2012). Oil: The Next Revolution. THE UNPRECEDENTED UPSURGE OF OIL PRODUCTION CAPACITY AND WHAT IT MEANS FOR THE WORLD. Harvard Kennedy School, Belfer Center for Science and International Affairs. Cambridge, USA.

Muñoz, P., Steininger, K. (2010). Austria's CO₂ responsibility and the carbon content of its international trade. *Ecological Economics*, 69(10), 2003-2019.

Umweltbundesamt (2013). Energie in Europa.

http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/energie/energie_eu/?L=1&zg=behoerden. Letzter Zugriff: 16.05.2013