

Die Energiefrage Drei Energiequellen – mehr gibt es nicht

Dr. Björn Peters, Ressortleiter Energiepolitik beim DAV
5. Juni 2017



Derzeitige Energiepolitiken zielen darauf ab, bestimmte Energieträger zu fördern und die Nutzung anderer zu beenden. Doch zu wenig wird dabei berücksichtigt, welche Energieträger sich für eine langfristige Energieversorgung eignen. Doch ist eine sehr langfristige Betrachtungsweise als Kompass für die kurzfristige Energiepolitik unabdingbar. **Denn alle drei Energiequellen – Umgebungsenergie, chemisch gebundene Energie und nukleare Energie – haben ihre Tücken**, und nur deren genaue Kenntnis hilft durch die Klippen der Strategiefindung, wie die Energieversorgung langfristig sichergestellt werden kann.

Umgebungsenergie stammt zumeist direkt oder indirekt von der **Sonne** ab und kann in verschiedenen Formen geerntet werden: als **Wind, Biomasse, Wasserkraft** oder in direkter Umwandlung; oder sie stammt von der Erde und wird als Geothermie für Heizung und die Stromerzeugung eingesetzt. Während die Geothermie recht zuverlässig Energie zu liefern imstande ist, hängen die anderen Formen von Umgebungsenergie stark von Wetter und Klima ab, deren Verhalten über Wochen, Monate und Jahre hinweg aber noch **wenig erforscht** ist. Meteorologen und Klimatologen haben sich bislang zu sehr auf Monatsmittelwerte konzentriert, während für die Energiemeteorologie vor allem die Extreme relevant sind. Insbesondere müssten Speicher und Leitungskapazitäten so gigantisch dimensioniert werden, dass eine wesentliche Rolle von Umgebungsenergie bei der Versorgung mit Primärenergie

noch viele Jahrzehnte der Grundlagenforschung erfordern würde und vielleicht nie erreichbar ist. Die Herausforderung wird oft unterschätzt: In Deutschland kamen im letzten Jahr zwar 31,7 % des Stroms aus sog. ‚erneuerbaren‘ Energien (1), aber nur 13,4 % der Wärme – zumeist über Holzheizungen – und gar nur 5,1 % der im Verkehr eingesetzten Energie, beispielsweise über Bioethanol (2). Die Umgebung lieferte also nur gut ein Siebtel der benötigten Energie, während der Großteil (80%) der Energie aus fossilen und in geringerem Maße aus nuklearen Energiequellen und aus Müllverbrennung stammten.

Gleichzeitig gibt es auch die Nutzung von Umgebungsenergie nicht umsonst. Abgesehen von noch sehr hohen Systemkosten geht die Nutzung von Umgebungsenergie mit hohem Flächenverbrauch und Landschaftszerstörung einher sowie mit der Umwandlung von Naturlandschaften in industriell genutzte Monokulturen. Dabei kann man beispielsweise aus Biomasse kaum mehr Energie gewinnen, als für Feldbearbeitung, Düngung, Insektizide und Pestizide, Transport und Verarbeitung an Primärenergie eingesetzt werden muss. Ohne massive Subventionen würde sie sich nur in der Verarbeitung von Reststoffen rechnen, also etwa Stroh aus der Getreideproduktion, Fäkalien aus der Tierzucht oder Kleinholz. Solarenergie ist heute so preisgünstig, dass sie sich auch ohne Subventionen durchsetzen wird und in begrenztem Maße wird sie auch in Zukunft einen kleinen Beitrag zur Energieversorgung leisten – mehr als 5 Prozent des deutschen Primärenergiebedarfs sind aber langfristig kaum aus Solarenergie zu gewinnen, zu gering ist die solare Einstrahlung hierzulande. Auch die Windenergie kann langfristig einen kleinen Beitrag zur Energieversorgung leisten; da Wind aber sehr unzuverlässig weht, muss für jedes Megawatt an Windkraftwerk ein thermisches Kraftwerk mit gleicher Leistung vorgehalten werden. Angesichts der enormen Landschaftszerstörung, die mit der Windkraft einhergeht, erscheint dieser Preis zu hoch. Auch wird die Windkraft langfristig nicht mehr als 5% der Primärenergie beitragen können, ohne an anderen Stellen des Energiesystems zu stark wachsenden Kosten zu führen.

Der Umweg, aus Strom Kraftstoffe zu generieren, leidet unter dem schlechten Wirkungsgrad der Umwandlung. Dadurch benötigt man ein Vielfaches an Solar- und Windenergie als an chemisch gebundener Energie nutzbar ist, was den Flächenverbrauch vervielfachen würde. Die Forschung an besseren Wirkungsgraden ist also mehr als vordringlich, hat aber in der Vergangenheit nur enttäuschend langsame Fortschritte erbracht. Ein Durchbruch hier könnte der Nutzung der Umgebungsenergie zum Durchbruch verhelfen, zeichnet sich aber noch nicht ab.

Gleichwohl können noch weitere Potentiale aus Umgebungsenergie erschlossen werden. In manchen Ländern gibt es noch unerschlossene Potentiale an Wasserkraft. Wind- und Solarenergie erlebt in vielen Ländern immer noch einen Ausbau – mittlerweile auch ganz ohne staatliche Subventionen werden die beiden Energieträger eine gewisse Rolle in der Stromversorgung spielen können. Auch hierzulande gibt es noch Möglichkeiten des Ausbaus der Geothermie für die Wärmenutzung. Umgebungsenergie kann also langfristig vielleicht bis zu einem Viertel der Primärenergie erzeugen.

Weltweit empfängt die Erde sehr viel mehr an Solarenergie, als die Menschheit verbraucht. Der Gedanke liegt also nahe, diese Energie auch zu nutzen. Die weltumspannenden Stromleitungen, die eine Versorgung aus Solar- und Windenergie ermöglichen könnten, müssten tausendfach leistungsfähiger sein als heutige Höchstspannungsleitungen und sind

doch technisch denkbar. Wegen ihrer enormen Ausdehnung wären sie aber nicht zu schützen. Jeder Angreifer könnte die Leitungen mit einfachen Mitteln zerstören und dadurch die Industriestaaten dauerhaft lahmlegen. Dieses Risiko ist politisch nicht zu verantworten, gerade solange zahlreiche Terrorgruppen so viele Unterstützer und Geldgeber finden.

Chemische Energie aus Kohle, Öl und Gas liefert weltweit und auch in Deutschland etwa vier Fünftel der Primärenergie und stellt damit die Gegenwart der Energieversorgung dar. Irgendwann werden die Vorräte aufgebraucht sein, Öl voraussichtlich zum Ende dieses Jahrhunderts, Kohle und Gas bis zur Mitte des Jahrtausends. Daher ist es politischer Konsens, sich um Alternativen zu bemühen. Dass die Nutzung von Umgebungsenergie keine Alternative ist, haben wir oben kurz angerissen, daher sind chemische Energieträger einstweilen noch unersetzbar und werden es noch viele Jahrzehnte bleiben. Zu groß sind deren Vorteile. Bei Kohle sind es die kostengünstige, massenhafte Verfügbarkeit und die saubere Verbrennung in modernen Kraftwerken. Dass sie einen schlechten Ruf als "dreckig" hat, liegt an der Historie, als sie ungefiltert verbrannt wurde. Gas ist demgegenüber viel sauberer in der Verbrennung, und es zeichnet sich ab, dass es überwiegend nicht fossilen Ursprungs ist, sondern in sehr großer Tiefe im Erdinneren erzeugt wird und dann langsam nach oben steigt und sich in günstigen Fällen in Blasen unter dichterem Deckgestein sammelt (3). Erdgas trägt seinen Namen also zurecht und eignet sich noch für viele Jahrzehnte als Übergangstechnologie.

Kraftstoffe auf Erdölbasis haben den unschätzbaren Vorteil hoher Energiedichte. Mit über 10 kWh/kg – hundert Mal höher als die von Batterien – sind sie die einzigen Energieträger, die Autos auf Überlandfahrten, LKW und Schiffe zuverlässig mit Energie versorgen können (4). Auch würde kein Flugzeug mit Nutzlast abheben können ohne Kraftstoffe, sodass im Luftverkehr Kraftstoffe noch viele Jahrzehnte lang unersetzbar sein werden. Dass man verflüssigtes Erdgas auch tanken kann, hilft übrigens der Reichweite der chemischen Energieträger, da die Gas- voraussichtlich noch länger reichen werden als die Ölvorräte.

Wären da nicht die Emissionen an Kohlendioxid. Wir haben es in den letzten hundert Jahren bereits geschafft, den Kohlendioxidgehalt der Atmosphäre um die Hälfte zu erhöhen. Dies beunruhigt viele Menschen, und viele Wissenschaftler stehen auf dem Standpunkt, dass der Anstieg an Kohlendioxid bereits zur Erderwärmung beigetragen hat. Andere Wissenschaftler bleiben hierzu skeptisch, aber das wollen wir in einer separaten Kolumne diskutieren. Was festzuhalten bleibt, ist die Tatsache, dass der Mensch im Begriff ist, den Gehalt der Atmosphäre an Kohlendioxid zu verdoppeln, was eine Art Terraforming-Experiment ist an der derzeit einzigen Erde, die wir haben, und dass wir noch nicht wissen, ob die positiven Auswirkungen höherer Kohlendioxidkonzentrationen auf das Pflanzenwachstum (5) etwaige negative Auswirkungen auf das Wettergeschehen überwiegen. Außerdem bleiben die chemischen Energierohstoffe endlich. Mindestens eines der beiden Argumente sollte uns genug sein, dass wir uns auf die Suche nach weiteren potentiellen Energieträgern machen.

Nukleare Energien: Wenn sowohl Umgebungsenergie als auch chemische Energieträger langfristig die Energieversorgung nicht sicherstellen können bzw. sollen, gibt es für den Physiker nur noch eine weitere potentielle Energiequelle: Nukleare Energien. Hierzu zählt die Kernfusion, mit der große Hoffnungen verbunden ist, die aber frühestens in der zweiten

Jahrhunderthälfte zur Verfügung stehen wird. Die Kernspaltung ist dagegen in Verruf geraten, und dies aus zwei sehr berechtigten Gründen. Zum einen können Siedewasserreaktoren in eine unkontrollierte Kernschmelze geraten, und hin und wieder geschieht dies auch. Zum anderen erzeugen Siedewasserreaktoren Atommüll, der für sehr lange Zeiträume sicher vor der Biosphäre weggeschlossen werden muss. Obgleich es den Finnen in Olkiluoto gelungen ist, ein Atommüll-Endlager zu bauen (6), wird dies in Deutschland wohl noch viele Jahrzehnte lang an den Verwerfungen in der Gesellschaft scheitern (7).

Es gibt aber Alternativen, mit denen Kernenergie sinnvoll genutzt werden könnten, zumindest in der Physik und teilweise bereits in der Technik. Am weitesten vorangeschritten ist die Entwicklung von Kugelbett-Kernreaktoren. Diese Reaktoren können nicht havarieren: Eine Kernschmelze ist physikalisch unmöglich, weil bei ihnen die Kernreaktion abbricht, sobald der optimale Betriebspunkt verlassen wird. Dies ist inhärent sicher und wesentlich besser als eine denkbare Kernschmelze bei anderen Technologien mit potentiell fehlerträchtigen technischen Apparaturen verhindern zu wollen. Auch erzeugen Kugelbett-Reaktoren keinen lange strahlenden Atommüll. Beide Argumente lassen Kugelbett-Reaktoren also überzeugender aussehen als Siedewasser-Reaktoren traditioneller Bauart. Dennoch wird es in Deutschland politisch erst wieder möglich sein, Kernenergie zu nutzen, wenn Aggregate so klein wie Kühlschränke gebaut werden können, und wenn sie so sicher sind, dass die Menschen sie für die Erzeugung von Strom und Wärme auch im Eigenheim akzeptieren würden. Dass es technische Konzepte gibt, die dies theoretisch denkbar erscheinen lassen, lässt hoffen, dass an diesen Konzepten auch geforscht werden kann. Insofern ist es nicht hilfreich, dass nahezu sämtliche Energieforschung zu Beginn des Jahrhunderts gestoppt wurde. Dadurch wanderten viele begabte Forscher in andere Berufe oder ins Ausland ab. Eine Wiederaufnahme der Forschung an sicheren kerntechnischen Konzepten ist dringend geboten, und die Forschung an der Kernfusion sollte gleichfalls auskömmlich weiterfinanziert werden.

Verantwortungsvolle Energiepolitik muss diese drei Quellen von Energie kennen und jeweils sinnvoll nutzen. Wenn Umgebungsenergie hierzulande nicht hinreichend zuverlässig für eine Vollversorgung zur Verfügung steht, müssten alle Anstrengungen unternommen werden, um die Probleme bei der Umwandlung in nützlichere Energieträger, namentlich der viel zu niedrige Umwandlungswirkungsgrad, zu lösen. Dies wird wohl noch viele Jahrzehnte dauern und erfordert erhebliche Forschungsanstrengungen, wenn es denn hierfür überhaupt Lösungen im Rahmen der Naturwissenschaften gibt. Wären solche Technologien einsetzbar, könnten die leicht angreifbaren Stromleitungen rund um den Globus entfallen, da dann mit Umgebungsenergie Kraftstoffe produziert und zu den industriellen Zentren transportiert werden könnten. Bei den chemischen Energieträgern wäre weiterhin zu erforschen, wie sie immer effizienter und umweltfreundlicher eingesetzt werden können, um den Gesamtverbrauch weiter abzusenken. Trotz sehr guter Fortschritte hierin bestehen immer noch Verbesserungspotentiale. Um die Chance auf langfristige Ablösung der chemischen Energieträger zu wahren, sollte bei nuklearen Technologien dringend ein Neustart wenigstens in der Forschung eingeleitet werden, damit bis zur zweiten Jahrhunderthälfte sowohl haushaltsnahe als auch großtechnische Anwendungen möglich werden. Als klaren Forschungsauftrag sollten wir aber den Wissenschaftlern vorgeben, dass die Gesellschaft keine Technologien mit "Restrisiken" und mit einer Atommüllproblematik akzeptieren wird.

Wir sind uns dessen bewusst, dass uns viele bei der Empfehlung, für die Energieversorgung auch kerntechnische Lösungen zu erforschen, zunächst nicht folgen werden. Aber am Ende wird auch die deutsche Öffentlichkeit an der banalen physikalischen Realität nicht herumkommen:

Ohne nukleare Energieträger wird wegen der Tücken bei der Umgebungsenergie ein Ausstieg aus den chemischen Energieträgern nicht gelingen!

(1) Der Begriff ist unphysikalisch – Energie erneuert sich nicht, sondern fließt allenfalls nach – daher verwenden wir hier stattdessen den Begriff "Umgebungsenergie".

(2) Quelle: [Umweltbundesamt](#)

(3) Daher sprechen wir hier auch nicht von ‚fossilen‘, sondern von ‚chemischen‘ Energieträgern. Solange Erdgas viel schneller abgepumpt wird als aus der Tiefe nachströmt, hilft uns diese Erkenntnis aber nicht weiter. Ein sparsamer Umgang mit dem Rohstoff ist geboten.

(4) Wasserstoff wird auch langfristig ein Nischendasein als Energieträger fristen, wie wir an anderer Stelle [vorgerechnet haben](#).

(5) In Afrika ist es beispielsweise in den letzten 20 Jahren grüner geworden, vgl. Nature Ecology & Evolution 1, [Human population growth offsets climate-driven increase in woody vegetation in sub-Saharan Africa](#), M. Brandt *et al.*, 81 (2017)

(6) Vgl. Bericht im [Deutschlandfunk](#), *Finnland genehmigt weltweit erstes Endlager*, 12.11.2015

(7) Gerade die ‚Grünen‘ verdanken der ungelösten Endlagerfrage einen Teil ihrer Existenz, es gibt also durchaus gesellschaftliche Kräfte, die an einer Lösung kein Interesse haben.