

## **Sind die „Erneuerbaren“ wirklich erneuerbar?**

Sigismund Kobe

Technische Universität Dresden. Institut für Theoretische Physik, D-01062 Dresden

Vor 13,7 Milliarden Jahren entstand das Universum: die Materie, der Raum und die Zeit. Das ist gesicherte wissenschaftliche Erkenntnis und steht auch für Menschen mit christlichem Glauben dem Inhalt nach nicht im Widerspruch zur Schöpfungsgeschichte (1. Mose 1.2.), sofern man akzeptiert, dass der alttestamentarische Zeitbegriff der ersten sieben Tage nicht dem heutigen entspricht.

Verglichen mit der Zeit, die seit dem "Urknall" vergangen ist, ist das Alter der Menschheit sehr kurz. Würde man das Weltalter auf die Dauer eines Jahres komprimieren, so wären unser Sonnensystem im September, die ersten einzelligen Lebewesen Ende Oktober und die Säugetiere zu Weihnachten entstanden. Die Entwicklung der Menschheit würde in der Silvesternacht 3 Stunden vor Mitternacht einsetzen.

Die Menschen lernten, Naturprozesse zu verstehen und sie für sich nutzbar zu machen. Je weiter der technische Fortschritt vorankam, umso mehr Energie war erforderlich. Holz wurde verbrannt, um Wärme zu erzeugen und Metall zu schmelzen, Mühlräder wurden durch Wasserkraft bewegt und der Wind sorgte für den Antrieb der Segelschiffe.

Es scheint so, als würde sich der Energievorrat von selbst immer wieder erneuern: Bäume wachsen nach, Wind weht meistens und Regen in den Bergen sorgt für nachfließendes Wasser. In Wirklichkeit stammt die Energie jedoch von der Sonne, ohne die diese Prozesse nicht ablaufen würden.

Zwangsläufig kommt man zu der Frage, wie groß denn der Energievorrat der Sonne eigentlich ist. Die Antwort liefert ein Naturgesetz, das von A. EINSTEIN gefunden wurde:  $E = m \cdot c^2$ . Dabei steht E für Energie, m für Masse und c für die Lichtgeschwindigkeit. Es besagt, dass sich Masse in Energie umwandeln lässt. Misst man die Masse in kg und die Lichtgeschwindigkeit in Meter pro Sekunde, so erhält man die Energie in Wattsekunden (Ws bzw. Joule). 3,6 Millionen Ws sind 1 kWh. Die enorme Bedeutung dieser EINSTEINschen Formel liegt darin, dass die Lichtgeschwindigkeit einen sehr großen Wert besitzt. So kann man - im Prinzip - durch Umwandlung einer sehr sehr kleinen Masse extrem viel Energie gewinnen. Ein Beispiel macht das deutlich. Durch die vollständige Umwandlung von nur 25 kg Masse ließe sich der gesamte jährliche Bedarf an Elektroenergie in Deutschland decken.

Leider stößt die technische Umsetzung dieser gewaltigen Energiereserven auf große Schwierigkeiten. Wegen der hohen Temperatur der Sonne laufen die Prozesse dort gleichsam automatisch ab. Dabei wird ständig Masse in Energie umgewandelt. Die Sonne verliert in jeder Sekunde mehr als 4 Millionen Tonnen ihrer Masse und wird nach etwa 5 Milliarden Jahren in ihrer jetzigen Form nicht mehr existieren. (Benutzt man wieder unsere verkürzte Zeitskala, so würde dieser Zeitpunkt übrigens "im Mai des Folgejahres" liegen.)

Auf der Erde ist es bisher nicht gelungen, die Prozesse der Kernfusion, so wie sie auf der Sonne ablaufen, zur technischen Reife zu führen. Jedoch ist man in der Lage, mit ausgefeilten physikalisch-technischen Verfahren die Spaltungsvorgänge in bestimmten schweren Atomkernen so

zu steuern, dass Energie nach dem EINSTEINschen Gesetz gewonnen werden kann. Dies geschieht heute weltweit in den Kernkraftwerken.

Eine weitere Energiequelle, die heute extensiv verwendet wird, beruht auf der Verbrennung von fossilen Rohstoffen. In diesen ist Sonnenenergie gespeichert, die die Erde in verschiedenen Epochen der Erdgeschichte erreicht hat. Allerdings verbrauchen wir z.B. innerhalb eines Jahres soviel Erdöl wie auf natürlichen Wege in der Vergangenheit während 1 Million Jahre entstanden ist. Die Sicherung des Energiebedarfs der Menschheit ist eines der dringenden Probleme. In diesem Zusammenhang wird immer wieder von "erneuerbaren Energien" gesprochen. Die semantischen Entgleisung durch die Substantivierung zu den "Erneuerbaren" enthält zudem noch ein demagogisch-ideologisierendes Element, welches suggerieren soll, Energie könne immer wieder erneuert werden und stünde so unbegrenzt zur Verfügung. Es ist an der Zeit, diese Vorstellung zu korrigieren und die Dinge inhaltlich und sprachlich wieder ins Lot zu bringen. Dabei muss uns bewusst sein, dass - in astronomischen Zeiträumen gedacht - die Zeit der Existenz der Menschheit ebenso begrenzt ist wie die des einzelnen Individuums.

Die Frage müsste also eigentlich lauten: Welche Energiequellen sind für die Menschheit für die gesamte Zeit ihrer Existenz *verfügbar*? Diejenigen fossilen Ursprungs gehören nicht dazu. Der Ausstieg aus denselben ist dringend geboten und würde den Gebrauch des Begriffs "Energiewende" rechtfertigen.

Technologische Prozesse, die zur Bereitstellung von Energie erforderlich sind, sind mit Risiken verbunden. Sie fordern einen hohen Preis. Unabhängig von der Art und Weise der Energieproduktion erleiden täglich Menschen Schäden an ihrer Gesundheit oder kommen dabei durch Unfälle ums Leben. Allein diese Tatsache sollte für jeden Anlass genug sein, mit Energie bewusst und sparsam umzugehen.

Die Aufgabe der Politiker und Entscheidungsträger liegt darüber hinaus in einer verantwortungsvollen Bewertung aller Einflussfaktoren, Kosten und Sicherheitsrisiken. Dabei steht außer Frage, dass solche *verfügbaren* Energiemengen aus Wind- und Wasserkraftanlagen, Solarthermie und Photovoltaik, bei denen die energieintensiven Umwandlungsprozesse auf der Sonne stattfinden und wir von deren sekundären Wirkungen auf der Erde profitieren können, einen großen Vorteil besitzen. Wir sind jedoch heute noch weit davon entfernt, mit diesen allein den kompletten Bedarf an Elektroenergie zu decken, der in der Zukunft noch um Größenordnungen wachsen wird. Nimmt man nämlich die Energiewende im obengenannten Sinn ernst, so ist auch für die Transportsysteme der Übergang in das Zeitalter der Elektromobilität unausweichlich. Stünde genügend Energie zur Verfügung, könnten auch weitere anstehende Probleme wie z. B. die Versorgung mit sauberem Trinkwasser durch Entsalzen von Meerwasser gelöst werden.

Der jüngste Unfall im Kernkraftwerk Fukushima-Daiichi und seine Zerstörungen und Auswirkungen auf die Umwelt hat die Fragen der Sicherheit bei der Erzeugung von Energie in das Blickfeld gerückt. Jeder weiß, dass man beim Betreiben eines Lagerfeuers Wasser in einer solchen Menge bereithalten sollte, dass im Gefahrenfall ein vollständiges Ablöschen möglich wird. Technischer Fortschritt erforderte stets auch eine adäquate Entwicklung von Sicherheitstechniken. Die Anforderungen an die Sicherheitseinrichtungen für Kernkraftanlagen müssen um ein Vielfaches höher liegen als die für sonstige Industrieanlagen. Zwei große Unfälle innerhalb von 25 Jahren zeigen, dass diese Problematik in der Vergangenheit unzureichend beachtet wurde.

Die mögliche radioaktive Belastung von Mensch und Umwelt wird als Bedrohung empfunden. Im Bewusstsein der Öffentlichkeit wird dieses Problem einseitig mit der Kernenergie in Verbindung gebracht. Atommülltransport und Fragen zur Endlagerung geben immer wieder Anlass zu Protestdemonstrationen. Die radioaktiven Rückstände bei der Erdöl-, Kohle- und Erdgasförderung

und der teilweise schlampige Umgang mit diesen fand dagegen bisher weniger Beachtung. Mit Klimaveränderungen und der Beeinträchtigung der Schutzfunktion der Atmosphäre vor schädigender Strahlung muss gerechnet werden, wenn weiter ungebremst Kohlendioxid und andere Gase in die Atmosphäre gelangen.

Diese Beispiele machen deutlich: Bei dem Problem der Energieerzeugung, -bereitstellung und -nutzung handelt es sich um ein System von hoher Komplexität und globaler Dimension. Es umfasst eine große Anzahl unterschiedlicher Einzelaspekte, die einander bedingen oder sich gegenseitig ausschließen.

Aus der Theorie der Optimierung komplexer Systeme mit konkurrierenden Wechselwirkungen ist bekannt: Das bestehende **Restrisiko des Gesamtsystems** muss minimiert werden. Minimiert man stattdessen lediglich das Risiko eines Teilsystems, so wird die Effizienz des Gesamtsystems gefährdet. Im vorliegenden Fall geschieht aber z.Z. genau letzteres, z.B. durch die Forderung nach Ausstieg aus der Kernenergie bis zu einem festgelegten Zeitpunkt, obwohl noch nicht abzusehen ist, ob bis zu diesem andere Energieformen in einem äquivalenten Umfang verfügbar sein werden.

Im Laufe der Evolution hat sich beim Menschen ein Grundmuster herausgebildet, um Gefahren effektiv zu begegnen. Da Entscheidungen sehr schnell getroffen werden mussten, waren diejenigen Konzepte erfolgreicher, die auf einer vereinfachten Beurteilung einer Situation beruhten und von Emotionen getragen wurden. Das Risiko einer möglichen Fehlentscheidung war geringer als das Risiko, welches durch den Zeitverlust infolge einer rationalen Abwägung eines komplexen Geschehens unter Einbeziehung aller Informationen entstanden wäre. Aus heutiger Sicht erweist sich der verständliche Wunsch nach „einfachen Lösungen“ als großes Hindernis bei der Bewältigung der anstehenden Aufgaben. Emotionen, Angst und Panikmache beeinflussen zunehmend wichtige Entscheidungen, Vorurteile werden zur Richtschnur politischen Handelns.

Die Gesellschaft steht vor der schwierigen Aufgabe, das komplexe System der Versorgung der Menschheit mit Energie zu optimieren. Dazu sollten folgende Aspekte berücksichtigt werden:

1. Energie muss sparsam verwendet werden, denn sie ist nicht erneuerbar. Ihre Bereitstellung birgt Risiken in sich.
2. Fossile Energiequellen sind nicht auf Dauer verfügbar und deshalb nach und nach durch andere zu ersetzen.
3. Die dazu erforderlichen Brückentechnologien müssen zu einem jeweiligen Anteil eingesetzt werden (Energimix), der durch die Forderung nach einem minimalen Restrisikos für das Gesamtsystem bestimmt wird. Kernenergie ist Bestandteil des Energiemix.
4. Je nach Fortschritt der technischen Entwicklung der Energieträger, Stand der Ressourcen und der Sicherheitstechnik muss der Energiemix verändert werden.
5. Die Aufgabe ist von globaler Dimension und muss global gelöst werden.

