

Wie die Energiewende auch wirtschaftlich gelingen kann

Von Norbert Lossau

Windkraft- und Photovoltaikanlagen werden bis 2050 sechsmal so viel Strom produzieren müssen wie heute. Das konstatieren Forscher in einer Studie. Mit der zeigen sie auf, wie die Energiewende gelingen könnte – und das zugleich klimagerecht und wirtschaftlich.

Es gibt den politischen Willen, Deutschland bis zum Jahr 2050 weitgehend treibhausgasneutral zu machen. Dies ist ganz offensichtlich eine Herkulesaufgabe, die große Veränderungen in allen Bereichen des komplexen Energiesystems erfordern wird.

Es reicht dabei nicht, nur die Erzeugung von Strom auf erneuerbare Quellen umzustellen. Reformiert werden müssen insbesondere auch die Segmente Gebäudeheizung, Industrie und Verkehr. Doch an welchen Stellschrauben genau muss wann und in welcher Weise gedreht werden, um diesen gewaltigen Transformationsprozess möglichst effizient und wirtschaftlich vorteilhaft zu gestalten? Schließlich sind durchaus viele verschiedene Wege denkbar. Die Frage ist: Welcher ist der beste?

Diese komplizierte Optimierungsaufgabe lässt sich nur mit Supercomputern und entsprechenden Modellen angehen. Genau dies haben Wissenschaftler des Forschungszentrums Jülich gemacht. Im Haus der Bundespresskonferenz in Berlin haben sie am Donnerstag die Studie „Kosteneffiziente und klimagerechte Transformationsstrategien für das deutsche Energiesystem bis zum Jahr 2050“ vorgestellt. Sie basiert auf detaillierten Berechnungen mit speziell dafür entwickelten Computermodellen.

Lesen Sie auch



Diese Modelle bilden die gesamte deutsche Energieversorgung mit allen Verbrauchssektoren und den möglichen Übergängen zwischen diesen Bereichen ab („Sektorenkopplung“). Berücksichtigt wird der gesamte Energiepfad von der Energiequelle über alle denkbaren Verzweigungen bis zur letztlich genutzten Energie. Dabei werden auch alle anfallenden Kosten berücksichtigt. Es ist die erste und eigentlich längst überfällige sektorenübergreifende Optimierung der deutschen Energiewende.

Noch hat sich allerdings die Politik nicht eindeutig festgelegt, welche Ziele bei der Reduktion von Treibhausgasemissionen bis 2050 konkret erreicht werden sollen. Es gibt lediglich einen Zielkorridor zwischen 80 und 95 Prozent CO-Reduktion. Wenn man indes „Klimaneutralität“ erreichen will, dann kommt letztlich nur noch das 95-Prozent-Ziel infrage – mindestens.

Die Jülicher Energiesystemanalytiker haben ihre Modellberechnungen zur Optimierung des Energiepfades sowohl mit der 80-Prozent- als auch mit der 95-Prozent-Vorgabe durchgeführt. Ein wichtiges Resultat dieser Berechnungen ist, dass Maßnahmen, die für ein effizientes Erreichen des 80-Prozent-Ziels notwendig sind, nicht zwingend Bestandteil einer Reduktionsstrategie sein müssen, die das 95-Prozent-Ziel anvisiert. In einigen Fällen können Maßnahmen für das andere Reduktionsziel sogar kontraproduktiv sein.

Lesen Sie auch



So ist es beispielsweise bei einer 80-Prozent-Vorgabe sinnvoll, den mithilfe von erneuerbarem Strom produzierten Energieträger Wasserstoff in das bestehende Gasversorgungsnetz einzuspeisen. In einem 95-Prozent-Szenario ist hingegen überhaupt kein Platz mehr für die Nutzung von Erdgas, dessen Verbrennung ja Kohlendioxid erzeugt. Bei dieser Zielvorgabe muss man noch stärker auf eine Wasserstoffwirtschaft setzen, was den Einsatz anderer Technologien erfordern würde.

Ein weiteres Beispiel sind erdgasbetriebene Fahrzeuge. Bei einem 80-Prozent-Ziel wäre ihre Nutzung durchaus sinnvoll. Das 95-Prozent-Ziel könnte man hingegen nicht mit Autos erreichen, die Erdgas verbrennen.

Deshalb fordern die Wissenschaftler, sich frühzeitig auf ein anvisiertes Ziel festzulegen. „Wir müssen daher bereits früh die Weichen stellen – auch um nicht später in teurere Transformationspfade wechseln zu müssen“, sagt der Leiter der Studie, Martin Robinius vom Jülicher Institut für Techno-ökonomische Systemanalyse. „Wir haben keine Zeit mehr für Brückentechnologien.“

Lesen Sie auch



Im Großen und Ganzen ist das von den Forschern präsentierte Bild der Energiewirtschaft im Jahr 2050 für beide Zielwerte recht ähnlich. **Windkraft- und Photovoltaikanlagen werden so oder so ungefähr das Sechsfache der heutigen Strommenge produzieren müssen.** Der Energieträger Wasserstoff soll dann jährlich mit zwölf Millionen Tonnen zur Energieversorgung beitragen. Er lässt sich in unterirdischen Speichern lagern und kann bei Bedarf die Stromversorgung während einer tagelangen Dunkelflaute sicherstellen.

„Wasserstoff ist als Energieträger in einer klimaneutralen Energiewirtschaft einfach unverzichtbar“, sagt Professor Detlef Solten, der im Forschungszentrum Jülich das Institut für Techno-ökonomische Systemanalyse leitet.

In beiden Szenarien dominieren Strom und Wasserstoff den Kraftstoffmix im künftigen Pkw- und Lkw-Verkehr. Beim 80-Prozent-Szenario beträgt ihr Anteil rund 95 Prozent, beim 95-Prozent-Szenario sogar 74 Prozent. Da auch der Wasserstoff letztlich aus elektrischer Energie gewonnen wird, entsteht hier insgesamt ein entsprechend großer Bedarf an elektrischer Energie.

Lesen Sie auch



Eine weitere zentrale Erkenntnis der Jülicher Studie ist, dass Wärmepumpen Mitte des Jahrhunderts die verbreitetste Technik zum Heizen von Häusern sein werden. Auch Wärmepumpen benötigen elektrische Energie, sodass nicht nur im Bereich Verkehr, sondern auch beim Heizen von Gebäuden ein zusätzlicher Bedarf an elektrischem Strom entsteht.

Die Modellrechnungen der Forscher zeigen, dass Deutschland im 2050 nach Erreichen des 95-Prozent-Ziels einen jährlichen Strombedarf von 1008 Terawattstunden (TWh) haben wird. Zum Vergleich: Derzeit sind es 520 TWh. Es wird also nahezu doppelt so viel elektrische Energie benötigt wie heute. Elektrischer Strom wird in allen Energiesektoren eine zentrale Rolle spielen. Doch auch Biomasse und Biogas werden benötigt. Sie müssten dann ein Viertel des deutschen Energiebedarfs decken.

Die Jülicher Studie zeigt für beide Reduktionsziele auf, wie man sie am besten und effizientesten erreichen kann. Für eine möglichst kostengünstige Energiewende sollten vor allem neue Windkraft- und Photovoltaikanlagen gebaut und zugleich die Energieeffizienz in allen Verbrauchssektoren massiv gesteigert werden. „Wir benötigen ab jetzt mindestens einen jährlichen Zubau von 5,6 Gigawatt an Windkraftanlagen, wenn wir das 95-Prozent-Ziel erreichen wollen“, sagt Robinius.

Lesen Sie auch



Ab 2035 gilt es, alle noch auf fossilen Energieträgern basierenden Technologien in den Bereichen Industrie, Verkehr und Gebäude zügig zu elektrifizieren oder auf den Einsatz von Bioenergie umzustellen.

Die Studie macht insbesondere deutlich, dass Deutschland auch künftig nicht ohne Energieimporte auskommen wird. Derzeit werden hierzulande 70 Prozent der Energie importiert. Wenn der optimierte Energiepfad zum 95-Prozent-Ziel beschritten wird, dann soll im Jahr 2050 nur noch 20 Prozent der hierzulande benötigten Energie importiert werden müssen.

Bei der Importenergie wird es sich jedoch künftig um regenerative Energieträger handeln – in erster Linie um flüssigen Wasserstoff, der in Ländern mit sehr viel Sonnenschein effizienter produziert werden kann als hierzulande. Aber auch synthetische Kraftstoffe, die sich aus Wasserstoff und Kohlendioxid produzieren lassen, dürften vorwiegend importiert werden. Konkret wird es sich da zum Beispiel um synthetisches Kerosin handeln, das auch in Zukunft für den Betrieb von Flugzeugen benötigt wird. „Auch 2050 werden wir Flugreisen nicht mit elektrisch angetriebenen Jets machen“, ist Stolten überzeugt.

Lesen Sie auch



Nach den Berechnungen der Wissenschaftler betragen die Mehrkosten des Umbaus für das 80-Prozent-Ziel im Jahr 2050 etwa 1,1 Prozent des dann erwarteten Bruttoinlandsprodukts. Beim 95-Prozent-Ziel ist dieser Anteil mit 2,8 Prozent mehr als doppelt so hoch. In absoluten Zahlen bedeutet dies: Der 80-Prozent-Pfad kostet von jetzt bis 2050 kumuliert 655 Milliarden Euro, der 90-Prozent-Pfad insgesamt 1850 Milliarden Euro. Die Forscher wollen das als frohe Botschaft verstanden wissen: „Die Energiewende ist finanzierbar.“

Der Schuh drückt jedoch an einer anderen Stelle. „Unter den heutigen Regularien wird das alles nicht funktionieren“, sagt Stolten, „da brauchen wir komplett neue Rahmenbedingungen.“