
Christian Dieckhoff, Anna Leuschner (Hg.)

Die Energiewende und ihre Modelle

Was uns Energieszenarien
sagen können – und was nicht

Aus:

Christian Dieckhoff, Anna Leuschner (Hg.)

Die Energiewende und ihre Modelle

Was uns Energieszenarien sagen können – und was nicht

November 2016, 170 Seiten, kart., 29,99 €, ISBN 978-3-8376-3171-5

Wie könnte die Energiewende aussehen? Und welche Energiewende wollen wir?

Die Wissenschaft versorgt uns – vielfach auf Basis von Computermodellen – mit einer Fülle von Szenarien, die mögliche Entwicklungen des Energiesystems beschreiben. Sie prägen die gesellschaftliche Debatte und dienen als Grundlage informierter Entscheidungen. Doch wie diese Energieszenarien genau zu verstehen sind und welche Schlüsse sie zulassen, bleibt oft uneindeutig.

Dieser Band wirft ein neues Licht auf die wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Ansprüche an Energieszenarien. Die Beiträge hinterfragen die wissenschaftlichen Möglichkeiten von Energieszenarien und fordern zu einem reflektierten und pragmatischen Umgang mit den so gewonnenen Erkenntnissen auf.

Mit Beiträgen u.a. von Gregor Betz, Sebastian Cacean, Monika Culka, Eugen Pissarskoi und Christian Voigt.

Christian Dieckhoff (Dr. phil.), geb. 1980, ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse des Karlsruher Instituts für Technologie.

Anna Leuschner (Dr. phil.), geb. 1982, ist Postdoc an der Leibniz Universität Hannover.

Weitere Informationen und Bestellung unter:

www.transcript-verlag.de/978-3-8376-3171-5

INHALT

Einleitung

Christian Dieckhoff und Anna Leuschner 7

Wie viele Szenarien brauchen wir?

Eine wissenschaftstheoretische Kritik des Netzentwicklungsplans

Christian Voigt 13

Die Begründung relevanter Möglichkeiten durch idealisierte Modelle

Sebastian Cacean 45

Die Unterschätzung des Klimawandels

Zum Einfluss nicht-epistemischer Werte auf die Klimamodellierung

Anna Leuschner 75

Die Bürde des Möglichen

Zum verantwortlichen Umgang mit Unsicherheiten in Energieszenarien

Eugen Pissarskoi 89

Fehlschlüsse beim Argumentieren mit Szenarien

Gregor Betz 117

Epistemische Meta-Analyse

Ein konzeptioneller Vorschlag für die Analyse und den Vergleich von Szenarien

Christian Dieckhoff 137

Autorinnen und Autoren 167

Einleitung

Christian Dieckhoff und Anna Leuschner

1 Energiemodelle und -szenarien in der Energiewende

Um die Gefahren des anthropogenen Klimawandels möglichst gering zu halten, ist es notwendig, die Emission von Kohlenstoffdioxid und anderen Treibhausgasen in die Atmosphäre drastisch zu reduzieren. Da die weltweite Bereitstellung von Energie derzeit jedoch im Wesentlichen auf fossilen Energieträgern beruht, ist ein weitreichender Umbau der Energiesysteme mit dem Ziel einer Dekarbonisierung der Weltwirtschaft notwendig.

In Deutschland wird dieses Projekt unter dem Schlagwort der „Energiewende“ verfolgt. Das bedeutet bisher vor allem den Umbau der Stromversorgung durch den Ausbau der erneuerbaren Energien und den Ausstieg aus der Nutzung der Kernenergie. Weil Wind und Sonne als wichtigste erneuerbare Energiequellen eine fluktuierende Einspeisung von Strom mit sich bringen, muss die Stromversorgung über den Ausbau der Erzeuger hinaus tiefgreifend umgebaut werden. So wird neben der Errichtung von Energiespeichern und der Laststeuerung eine Reihe von weiteren Optionen zur Flexibilisierung der Stromversorgung diskutiert. Auch wurde mit dem Ausbau der Stromübertragungsnetze begonnen und aktuell wird über den Ausstieg aus der Kohleverstromung diskutiert. Der Umstand, dass für ein Erreichen der Klimaschutzziele auch der Mobilitätssektor und die Wärmebereitstellung umgebaut werden müssen, gewinnt aktuell ebenfalls zunehmend Aufmerksamkeit. Die Energiewende erfordert also tiefgreifende und weitreichende Veränderungen, die nicht nur die Installation neuer technischer Infrastrukturen und eine angepasste Ausgestaltung der Energiemärkte bedeuten, sondern bis zu den individuellen VerbraucherInnen und ihren Verhaltensweisen reichen.

Wie genau die Energiewende zu vollziehen ist, in welchem Tempo etwa welche Technologien ausgebaut werden sollen, ist jedoch nicht nur in der politischen Debatte, sondern auch in der breiten gesellschaftlichen Diskussion eine offene, kontrovers diskutierte Frage. Herausfordernd ist ihre Beantwortung nicht nur, weil eine kaum überblickbare Zahl unterschiedlicher Technologien für verschiedene Einsatzfälle diskutiert wird, sondern auch, weil der Einsatz der Technologien jeweils unterschiedliche normative Belange verschiedener Interessengruppen betrifft. Man denke etwa an den Kohleausstieg, der für die Erreichung der Klimaschutzziele als zentraler Schritt angesehen wird, gleichzeitig aber einen erheblichen ökonomischen und sozialen Wandel in den Kohlerevieren mit sich bringt.

Hinzu kommt, dass wir es mit erheblichen epistemischen Unsicherheiten zu tun haben. So können wir heute beispielsweise nicht genau vorhersehen, wie sich die verfügbaren Technologien weiterentwickeln oder ob neue Technologien einen wesentlichen Beitrag zur Energieversorgung leisten können werden. Auch können wir nur grob abschätzen, wie sich zentrale Einflussgrößen auf das Energiesystem entwickeln werden. Man denke etwa an die zukünftig zu deckende Energienachfrage, deren Gesamthöhe, aber auch zeitliche Verteilung im Tages- oder Jahresverlauf, die maßgebliche Anforderungen an das zukünftige Energiesystem darstellen. Und mehr noch: Das technische Energiesystem ist mit ökonomischen und sozialen Strukturen eng verwoben, deren Wechselwirkungen wir größtenteils noch nicht genau verstehen.

Um in dieser Situation politische und andere EntscheidungsträgerInnen wissenschaftlich zu beraten und die gesellschaftliche Debatte zu unterstützen, werden im Themenfeld der Energieversorgung seit den 1970er Jahren Energieszenarien erstellt. Solche Szenarien werden heute von wissenschaftlichen Instituten und Beratungsunternehmen im Auftrag von Ministerien, Unternehmen, Verbänden und anderen Organisationen in jährlich großer Zahl in Studien und Gutachten veröffentlicht. Das zentrale Werkzeug zur Erstellung der Szenarien sind Computermodelle, die unterschiedliche Ausschnitte der Energieversorgung aus verschiedenen Perspektiven re-präsentieren.

Dabei werden Energieszenarien nicht nur mit dem Zweck erstellt, nationales energiepolitisches Entscheiden zu unterstützen. Vielmehr sind Energieszenarien auch ein wichtiges Element der globalen Klimapolitik: Einerseits basieren die Klimaszenarien des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) unter anderem auf globalen und nationalen Energieszenarien – denn die Höhe der zu erwartenden Treibhausgas-konzentration ist zu einem wichtigen Teil durch die energiebedingten Emissionen bestimmt. Andererseits bestimmen die globalen Klimaschutzziele, die unter anderem mit Hilfe der Klimaszenarien bestimmt werden, maßgeblich die nationale Energiepolitik und gehen deshalb auch in die Energieszenarien ein.

Die vielen verfügbaren Energieszenariostudien ähneln sich zwar, da sie allesamt mögliche Entwicklungen der Energieversorgung beschreiben, doch gibt es viele Unterschiede im Detail. Will man genauer verstehen, wie die Unterschiede in den Ergebnissen zustande kommen, stößt man schnell an praktische Grenzen, weil viele Studien nur ungenau beschreiben, welche Annahmen verwendet wurden und was für ein Modell genau im Einsatz war. Es ist also in der Regel nicht nachvollziehbar, wie genau bestimmte Ergebnisse zustande kamen. Und auch deren Interpretation und Verwendung bei der Begründung energiepolitischer Schlussfolgerungen in den Studien bleiben meistens unklar. Trotzdem werden sie zur Begründung weitreichender politischer Entscheidungen verwendet.

Es stellt sich deshalb die Frage nach dem epistemischen Status von Energieszenarien. Und diese Frage betrifft nicht nur Energieszenarien und -modelle, sondern wird aktuell in der wissenschaftsphilosophischen Debatte unter anderem für ökonomische Modelle insgesamt und auch für die Klimamodellierung diskutiert.

2 Aufbau und Zielsetzung des Bandes

Vor dem Hintergrund dieser Problemlage hat dieser Band zwei Ziele. Erstens soll ein konstruktiver Beitrag zur Energiewende geleistet werden. Die AutorInnen möchten mit ihren Analysen der Energie- und Klimamodellierung zur Klärung eines wesentlichen wissenschaftlichen Fundamentes der gesellschaftlichen Debatte und des politischen Entscheidens über die Umgestaltung des Energiesystems beitragen. Es soll für die hier verborgenen Herausforderungen sensibilisiert und über ihre Tragweite aufgeklärt werden. Darüber hinaus will der Band Vorschläge machen, wie diese Herausforderungen besser zu meistern sind, oder zumindest Hinweise dazu geben, in welcher Richtung nach Lösungen zu suchen ist.

Das zweite Ziel des Bandes ist, zu den derzeit lebhaften philosophischen Debatten über Modelle und Szenarien sowie über die Rolle von Wissenschaft in demokratischen Gesellschaften beizutragen. Die Praxis der wissenschaftlichen Beratung im Bereich der Energie- und Klimapolitik dient hier als Fallbeispiel, um die philosophischen Fragen zu präzisieren und Antworten im Lichte konkreter wissenschaftlicher Praxis zu formulieren. Die Überlegungen sind deshalb auch für andere wissenschaftliche und praktische Felder relevant, in denen Modelle komplexer Realsysteme und große epistemische Unsicherheiten eine wichtige Rolle spielen.

Die ersten drei Beiträge fokussieren auf zentrale methodologische Fragen, die den Prozess der *Erstellung* von Szenarien mittels Modellen betreffen. Zunächst wendet sich Christian Voigt den numerischen Annahmen zu, die für die exogenen Größen eines Modells bei der Berechnung eines Szenarios getroffen werden müssen. Genauer

gesagt untersucht er die Herausforderung der Auswahl dieser Annahmen anhand des sogenannten Netzentwicklungsplans, dessen Grundlage Energieszenarien sind. Laut Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) müssen diese Szenarien die gesamte „Bandbreite wahrscheinlicher Entwicklungen abdecken“. Voigt arbeitet in seinem Beitrag heraus, dass sowohl diese Vorgabe selbst als auch die Art und Weise, wie sie in der Praxis ausgelegt und mit den Szenarien zu erfüllen versucht wird, problematisch sind. Er zeigt auf, dass sich mit einigen wenigen Szenarien ein komplexer mehrdimensionaler Werteraum nicht abdecken lässt. Nachdem unterschiedliche Strategien für die Wahl der Annahmen diskutiert werden, kommt Voigt letztlich zu dem Schluss, dass mehrdimensionale Möglichkeitsräume nur durch dezidiertes Durchrechnen aller möglichen Annahmen vollständig erfasst werden können.

Im nächsten Beitrag wendet sich Sebastian Cacean dem Problem unrealistischer Modellannahmen zu: Modelle realer Systeme – so auch Energie- und Klimamodelle – beinhalten mehr oder weniger starke Idealisierungen des realen Gegenstandes. Fasst man diese „unrealistischen“ Annahmen der Modelle als Aussagen über die realen Systeme auf, so sind diese streng genommen falsch, denn sie stehen im Widerspruch zu unserem Wissen über die realen Systeme. Wenn aber nur möglich ist, was nicht im Widerspruch zu unserem Wissen steht, so scheint es ausgeschlossen, mit idealisierten Modellen Möglichkeitsaussagen – und damit Energieszenarien – zu begründen. Dieses fundamentale methodologische Problem untersucht Cacean anhand eines einfachen physikalischen Modells und entwickelt unter Rückgriff auf den DDI-Ansatz von R.I.G. Hughes einen Vorschlag, wie es im Prinzip gelöst werden kann.

Der dritte Beitrag widmet sich ebenfalls einer fundamentalen Herausforderung, die bei der Modellierung entsteht. Anna Leuschner untersucht den Einfluss nicht-epistemischer Werte in der Klimamodellierung. Dieser ist politisch relevant, weil der Erfolg von energie- und klimapolitischen Maßnahmen wesentlich von der Glaubwürdigkeit der wissenschaftlichen Begründungen abhängt – und diese wird von KlimaskeptikerInnen, die der Klimaforschung Alarmismus unterstellen, bezweifelt. Leuschner argumentiert, dass zwar nicht-epistemische Werte zwangsläufig Entscheidungen innerhalb der Klimaforschung und -modellierung beeinflussen und dabei in der Tat auch die Ergebnisse prägen. Sie stellt jedoch empirische Studien und historische Entwicklungen vor, die zeigen, dass die in den IPCC-Berichten bislang präsentierten Ergebnisse den Klimawandel und seine Folgen systematisch *unter-*, anstatt wie von KlimaskeptikerInnen behauptet, *überschätzt* haben. Die Informationen und Prognosen des IPCC sind, so Leuschners Schluss, insofern tatsächlich mit Vorsicht als klimapolitische Guidelines anzusehen, als sie tendenziell zu konservativ sind.

Mit den übrigen drei Beiträgen schwenkt der Blick von der Erstellung auf die Verwendung von Szenarien in der Energie- und Klimapolitik. Eugen Pissarskoi un-

tersucht im vierten Beitrag, wie in ausgewählten Energieszenariostudien für Deutschland die Ergebnisse energieökonomischer Modelle und vor allem ihre Unsicherheiten dargestellt werden. Er kommt zu dem Schluss, dass diese Darstellungsweise inadäquat ist, insbesondere weil nicht ausreichend kenntlich gemacht wird, dass für wesentliche Größen nur Möglichkeitsaussagen begründet werden können. Pissarskoi erkennt darin einen Anreiz zur Fehlinterpretation und zur Überschätzung der epistemischen Aussagekraft der Ergebnisse, und macht deutlich, weshalb dies in demokratisch verfassten Gesellschaften problematisch ist. Er argumentiert schließlich für eine Änderung der derzeitigen Darstellungspraxis und gibt Hinweise hierfür.

Dem folgt der Beitrag von Gregor Betz. Er zeigt auf, dass das Argumentieren mit Szenarien anfällig für spezifische Fehler ist und analysiert typische Fehlschlüsse, die bei der Erstellung, der Interpretation und der praktischen Verwendung von Energieszenarien in politischen Entscheidungssituationen begangen werden. Probabilistische Fehlschlüsse quantifizieren Unsicherheiten ungerechtfertigterweise. Possibilistische Fehlschlüsse unterschätzen systematisch die Bandbreite von Möglichkeiten, vernachlässigen relevante Möglichkeiten oder stellen den Raum der Möglichkeiten übervereinfacht dar. Entscheidungstheoretische Fehlschlüsse berücksichtigen nicht die gesamte Bandbreite von Möglichkeiten in der Entscheidungsbegründung oder missdeuten Möglichkeitsbehauptungen auf charakteristische Weise. Betz illustriert diese Fehlschlüsse durch Beispiele vor allem aus der Energie- und Klimapolitik.

Der Band schließt mit dem Beitrag von Christian Dieckhoff. Er setzt an der Herausforderung an, dass NutzerInnen von Energieszenarien heute mit einer schier unüberblickbaren Zahl solcher Studien konfrontiert sind. Um hier Orientierung zu bieten, werden sogenannte Meta-Analysen durchgeführt, die veröffentlichte Szenarien „vergleichen“ oder auch versuchen, „robuste Eigenschaften“ in ihnen zu identifizieren. Ausgehend von drei vorliegenden Meta-Analysen von Energieszenarien – darunter eine umfangreiche Analyse des IPCC – präzisiert Dieckhoff diese Zielsetzungen und geht der Frage nach, unter welchen Bedingungen sie erreicht werden können. Mit Blick auf das Vergleichen von Szenarien entwirft er das Konzept der epistemischen Meta-Analyse, mit dem unterschiedliche Wissensbestände der Szenarien explizit berücksichtigt werden. Er zeigt außerdem eine Reihe fundamentaler Herausforderungen bei der Identifikation robuster Eigenschaften auf und kommt zu dem Schluss, dass dieses Ziel für Systeme wie das Energiesystem nicht mit Meta-Analysen im bisherigen Format erreichbar scheint.