

Modellierte Zukunft

Energieszenarien in der wissenschaftlichen Politikberatung

Bearbeitet von
Christian Dieckhoff

1. Auflage 2015. Taschenbuch. 284 S. Paperback

ISBN 978 3 8376 3097 8

Format (B x L): 14,8 x 22,5 cm

Gewicht: 444 g

[Weitere Fachgebiete > Medien, Kommunikation, Politik > Politikwissenschaft
Allgemein > Politikberatung](#)

schnell und portofrei erhältlich bei


DIE FACHBUCHHANDLUNG

Die Online-Fachbuchhandlung beck-shop.de ist spezialisiert auf Fachbücher, insbesondere Recht, Steuern und Wirtschaft. Im Sortiment finden Sie alle Medien (Bücher, Zeitschriften, CDs, eBooks, etc.) aller Verlage. Ergänzt wird das Programm durch Services wie Neuerscheinungsdienst oder Zusammenstellungen von Büchern zu Sonderpreisen. Der Shop führt mehr als 8 Millionen Produkte.

Christian Dieckhoff

Modellierte Zukunft

Energieszenarien in der
wissenschaftlichen Politikberatung

Aus:

Christian Dieckhoff

Modellierte Zukunft

Energieszenarien in der wissenschaftlichen Politikberatung

April 2015, 284 Seiten, kart., 34,99 €, ISBN 978-3-8376-3097-8

Energieszenarien sollen eine wissenschaftliche Grundlage für die politische Debatte über die Umgestaltung des Energiesystems liefern, indem sie auf Basis von Modellrechnungen mögliche Entwicklungen des zukünftigen Energiesystems beschreiben.

Welcher Natur aber sind diese Beschreibungen – was für eine Art von Wissen steckt in ihnen? Und inwiefern werden sie vom Auftraggeber mitgestaltet?

Christian Dieckhoff geht diesen Fragen nach und trägt damit nicht nur zur Aufklärung der energiepolitischen Debatte bei, sondern erschließt erstmalig systematisch diesen Bereich der wissenschaftlichen Politikberatung für die philosophische und sozialwissenschaftliche Wissenschaftsforschung.

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

Weitere Informationen und Bestellung unter:

www.transcript-verlag.de/978-3-8376-3097-8

Inhalt

Zusammenfassung | 7

Danksagung | 11

1. Einleitung | 13

2. Stand der Forschung | 29

3. Analytischer Rahmen | 39

3.1 Überblick | 39

3.2 Prozessanalytische Perspektive | 43

3.3 Argumentationsanalytische Perspektive | 45

3.4 Der Begriff der Prognose im analytischen Rahmen | 48

3.5 Der Begriff des Modells im analytischen Rahmen | 51

4. Hintergründe des Gegenstandes | 57

4.1 Energieprognostik in Deutschland | 57

4.2 Artenvielfalt energieprognostischer Gutachten | 64

4.3 Energieszenario – ein unscharfer Begriff | 69

4.4 Energiemodelle – zentrale Instrumente der Energieprognostik | 76

5. Methode | 87

5.1 Forschungsdesign | 87

5.2 Anonymisierung | 92

5.3 Fallauswahl | 92

5.4 Vorstellung der Fälle | 95

5.5 Umsetzung der Interviews | 101

5.6 Auswertung der Interviews und Genese des analytischen Rahmens | 105

5.7 Status der Ergebnisse | 108

6. Ergebnisse | 111

6.1 Erstellungsprozesse | 111

6.2 Elementare Argumente | 134

6.3 Komplexe Argumente | 145

6.4 Interpretation der Energiemodelle | 169

7. Reflexion der Ergebnisse | 185

7.1 Was also ist ein Szenario? | 187

7.2 Szenarien als Universalkleber? – Zu ihrer Funktion
in der wissenschaftlichen Politikberatung | 189

7.3 Modell oder Storyline, was verknüpft die Akteure? | 192

7.4 Zur (Un)Durchsichtigkeit der Erstellungsprozesse | 197

7.5 Konditionalisierung epistemischer Unsicherheiten –
eine ambivalente Strategie | 204

7.6 Möglich ist vieles! – Das Problem selektiver Möglichkeitsaussagen | 211

7.7 Effekte isolieren – eine Herausforderung | 216

7.8 In der Grauzone? – Zum epistemischen Status von Energiemodellen | 220

8. Fazit und Ausblick | 229

Abkürzungen | 235

Abbildungen und Tabellen | 237

Anhang | 239

A.1 Leitfäden | 239

A.2 Kategoriensystem | 254

A.3 Transkriptionsregeln und Darstellung der empirischen Daten | 256

A.4 Argumente | 257

Literatur | 265

Zusammenfassung

Energieszenarien werden jährlich in großer Zahl in Gutachten veröffentlicht, die im Auftrag staatlicher und anderer Organisationen von wissenschaftlichen Instituten erstellt werden. Diese Gutachten haben den Zweck, in unterschiedlichen gesellschaftlichen Bereichen Entscheidungsunterstützung und Orientierung zu Fragen der Gestaltung des zukünftigen Energiesystems zu bieten. Um die mit diesen Fragen verbundenen epistemischen Unsicherheiten sichtbar zu machen und Handlungsoptionen aufzuzeigen, hat sich als Standardvorgehen die Erstellung unterschiedlicher Szenarien mit Hilfe von Computermodellen etabliert. In jedem Gutachten werden in der Regel mehrere zukünftige Entwicklungen beschrieben und hieraus weiter gehende Schlussfolgerungen gezogen.

Die Rezipienten von Energieszenarien – insbesondere politische Entscheidungsträger – sind jedoch mit einer Reihe von Herausforderungen konfrontiert. Besonders kritisch ist erstens der Umstand, dass vielfach die argumentative Struktur der Gutachten unscharf bleibt. Dies schlägt sich zum einen darin nieder, dass in den Gutachten zentrale Begriffe wie der des „Szenarios“ oder der der „Prognose“ nicht eindeutig verwendet werden. So ist bei genauerer Betrachtung selten klar, ob mit diesen Begriffen possibilistische oder deterministische Aussagen bezeichnet werden, oder Aussagen des einen Typs zur Begründung von Aussagen des anderen Typs dienen. Zum anderen ist meist nicht klar, wie genau die verwendeten Modelle interpretiert werden, und wie diese Interpretation in die Argumentation der Gutachten eingeht. Zweitens bleiben die Erstellungsprozesse der Gutachten weitgehend im Dunkeln. Insbesondere wird selten transparent gemacht, inwiefern der Auftraggeber etwa durch die Wahl bestimmter Annahmen an der Erstellung der Gutachten beteiligt ist. Dies führt dazu, dass es Rezipienten schwer fällt, ein solches Gutachten zwischen den Polen politischer Meinung und wissenschaftlicher Erkenntnis zu verorten. Drittens sind vielfach die verwendeten Modelle intransparent, so dass die Berechnungen nicht nachgeprüft werden können. Aus unterschiedlichen Gründen handelt es sich bei Energiesze-

narien also um unscharfe und schwer verständliche Gebilde. Es ist deshalb fraglich, ob sie die mit ihnen angestrebte Orientierungsleistung erbringen können.

In der vorliegenden Untersuchung wird diese Diagnose zum Anlass genommen, Antworten auf zwei grundlegende Fragen zu erarbeiten: Erstens soll geklärt werden, welche argumentative Struktur die Gebilde aufweisen, die in energieprognostischen Gutachten als Szenarien oder Prognosen bezeichnet werden. Zweitens wird der Frage nachgegangen, wie diese Gebilde in der Interaktion der beteiligten Akteure erzeugt werden. Damit soll zum einen ein Beitrag zu einem aufgeklärten Umgang mit Energieszenarien vor allem in der politischen Entscheidungsfindung und gesellschaftlichen Meinungsbildung geleistet werden. Zum anderen wird damit die bisher nicht systematisch untersuchte Praxis der modellgestützten Energieprognostik für die philosophische und sozialwissenschaftliche Wissenschaftsforschung erschlossen und damit zur Erforschung der Rolle von Modellen, Szenarien und Prognosen in der wissenschaftlichen Politikberatung beigetragen. Hierzu wird ein explorativer Ansatz gewählt, der im Kern in der Durchführung und Analyse leitfadenbasierter Interviews mit Energiemodellierern und gleichzeitigen Autoren energieprognostischer Gutachten besteht.

Auf Grundlage der Interviews werden zwei grundlegende Argumente rekonstruiert, die in energieprognostischen Gutachten vorgebracht werden. Dies ist einerseits das Argument *Gegenüberstellung possibilistischer Prognosen*, in dem mehrere Modellrechnungen als mögliche zukünftige Entwicklungen interpretiert und einander gegenübergestellt werden. Während dieses Argument weitgehend dem allgemein verbreiteten Verständnis der Szenariomethode entspricht, stellt andererseits das zweite Argument *Isolation von Effekten* eine Überraschung dar. In diesem Argument werden im Kern zwei Modellrechnungen durchgeführt, wobei bestimmte Annahmen zwischen beiden Rechnungen variiert und als politische Maßnahme interpretiert werden. Die Differenz der Ergebnisse beider Rechnungen wird schließlich als Effekt dieser Maßnahmen betrachtet. Hinsichtlich beider Argumente wird eine Reihe kritischer Aspekte diskutiert. In Bezug auf das erste Argument ist dies insbesondere seine Verwendung in der wissenschaftlichen Politikberatung, die selbst dann problematisch erscheint, wenn das Argument gültig ist. Bezüglich des zweiten Arguments zeigt die Untersuchung, dass dieses maßgeblich von der Interpretation des ersten Rechenlaufs abhängt. Dabei legen manche Interviews nahe, dass dieser als deterministische Prognose interpretiert wird. Darüber hinaus zeigt die Untersuchung, dass beide Argumente entscheidend von der Interpretation der verwendeten Modelle durch die interviewten Modellierer abhängen. Da diese Interpretationen in den meisten Interviews eine ungeklärte Position zwischen theoretischem Konstrukt und empirisch

adäquater Repräsentation einnehmen, besteht hier besonders dringender Forschungsbedarf.

Hinsichtlich der zweiten Forschungsfrage werden drei typische Erstellungsprozesse energieprognostischer Gutachten rekonstruiert. Dabei fällt auf, dass die Form der Interaktion der beteiligten Akteure eng an die Art des jeweils verwendeten Energiemodells gebunden ist. Der Prozesstyp der *sequenziellen Trennung* stellt ein Ende des beobachteten Spektrums dar und ist dadurch charakterisiert, dass hier der Modellierer die Modellrechnungen und deren Interpretation weitgehend getrennt vom Auftraggeber durchführt. Beim Typ der *iterativen Trennung* bleibt das Modell zwar im alleinigen Zugriff des Modellierers, durch die Abstimmung vorläufiger Rechenergebnisse mit dem Auftraggeber wird die Trennung beider Akteure jedoch teilweise aufgehoben, so dass der Auftraggeber auch in den Einsatz des Modells eingebunden wird. Der Typ der *interaktiven Verschränkung* stellt schließlich das andere Ende des Spektrums dar, denn hier ist der Auftraggeber nun am Einsatz des Modells und sogar an dessen Erstellung direkt beteiligt. In Erstellungsprozessen dieses Typs werden die Gutachten gemeinsam von beiden Akteuren erstellt. Auf Grundlage dieser Ergebnisse werden spezifische Transparenzerfordernisse für die unterschiedlichen Prozesstypen identifiziert und es wird unter anderem eine Hypothese entwickelt, die erklärt, wie es den Akteuren in energieprognostischen Beratungsprojekten trotz ihrer Heterogenität gelingt, erfolgreich miteinander zu kooperieren.

1. Einleitung

Wo Entscheidungen folgenreich sind und insbesondere dort, wo mit negativen Nebenfolgen zu rechnen ist, wird Wissen benötigt, das ein Abwägen der Entscheidungsoptionen erlaubt; Wissen also, das die zukünftigen Konsequenzen der Entscheidungen, seien es gewünschte oder unerwünschte, so gut es geht erfasst. Dieses Wissen muss nicht nur in dem Sinne „gut“ sein, dass tatsächlich alles verfügbare und relevante Wissen, sei es auch noch so tief in Expertenkreisen vergraben, zutage gefördert wird; und es reicht auch nicht, dass alle Unsicherheiten sichtbar gemacht werden, die mit ihm verbunden sind. Nur wenn es außerdem in der richtigen Form vorliegt, wenn es auf eine bestimmte Weise verfasst wird, kann derjenige, der die Entscheidung treffen muss, das Wissen aufnehmen und gemäß der ihm eigenen Verfahrensweisen verarbeiten.

Irritation

Nimmt man die Diagnose zum Ausgangspunkt, dass heutige Gesellschaften Züge „reflexiver Modernisierung“ (Beck 1986) aufweisen, so lässt sich gerade bezüglich des Umgangs mit Zukunftswissen in der gesellschaftlichen Orientierung ein Wandel von modernen zu spätmodernen Gesellschaften feststellen (Böschchen und Weis 2007): Wurde in modernen Gesellschaften noch versucht, die Zukunft mittels wissenschaftlicher Methoden und technologischer Innovation zu zähmen, so wird Zukunft in spätmodernen Gesellschaften zunehmend zum Problem. Denn wo vormalig Zukunft als ein offener und planend gestaltbarer Raum angesehen wurde, drängen nun die unerwünschten, unvorhergesehenen und teils existenziellen Nebenfolgen dieser Gestaltungsversuche ins Bewusstsein. Wo eine Nebenfolge vormalig vielleicht auch schon als Möglichkeit bekannt war, kann sie nun, im Angesicht ihres realen Eintritts, nicht mehr ignoriert werden – man denke etwa an die Möglichkeit eines katastrophalen Kernreaktorunfalls, die 1986 in Tschernobyl und 2011 in Fukushima Realität wurde. Wo vorher die Gewissheit

des Zukunftswissens angenommen wurde, muss nun ihrer Unsicherheit Rechnung getragen werden.

Böschchen und Weis (2007) weisen darauf hin, dass sich dieses „Aufbrechen der Zukunftsgewissheit“ (ebd.: 15) seit den 1980er Jahren vollzieht und in allen gesellschaftlichen Teilbereichen erkennbar wird. Besonders deutlich wird dieser Wandel jedoch zum einen dort sichtbar, wo folgenreiche Entscheidungen getroffen werden und diese außerdem gesellschaftlich zu legitimieren sind, also in der Politik. Zum anderen ist derjenige Ort besonders betroffen, an dem das nun als unsicher gekennzeichnete Wissen generiert wird, die Wissenschaft also. Und mehr noch, gerade dort, wo beides zusammen kommt, wo das Wissen spezifisch für Entscheidungen verfasst wird, in der wissenschaftlichen Politikberatung also, schlägt dieses Aufbrechen der Zukunftsgewissheit voll zu Buche (vgl. Schützeichel 2008: 20 ff.).

Im Grenzbereich von Wissenschaft und Politik hat sich in der Folge, abhängig von wissenschaftlichen Traditionen, politischen Entscheidungskontexten und Sachgegenständen, eine fast unüberblickbare Vielzahl unterschiedlicher Praxen herausgebildet, in denen Wissen für Entscheidungen unter Unsicherheit generiert und verarbeitet wird (vgl. etwa Sarewitz, Pielke und Byerly 2000 sowie Farrell, VanDeveer und Jäger 2001 für den Bereich umweltpolitischer Entscheidungen). Zwei Dinge fallen trotz der Vielfalt auf: Zum einen haben sich Computermodelle als Standardinstrument in vielen dieser Praxen etabliert (Svetlova und Dirksen 2014). Zum anderen ist die Formulierung von „Szenarien“ zu einem wichtigen, bei der Betrachtung komplexer Systeme vermutlich sogar zum vorherrschenden Modus geworden, in dem Wissen generiert und transportiert wird – man denke etwa an die einflussreichen Emissionsszenarien des Intergovernmental Panel on Climate Change (2000).

Beides für sich genommen leuchtet intuitiv ein: Hier sind die Computermodelle, mit denen versucht wird, der Komplexität des jeweiligen Gegenstandes Herr zu werden. Und dort sind die Szenarien, die anhand verschiedener zukünftiger Entwicklungen zeigen sollen, dass die Zukunft offen ist, wenngleich Unsicherheit über ihren genauen Verlauf besteht. Gerade die Kombination aus beidem, also die Erstellung von Szenarien mit Hilfe von Computermodellen stellt seit der Studie „Grenzen des Wachstums“ im Auftrag des Club of Rome (Meadows et al. 1972) eine besonders stabile Praxis dar (Böschchen und Weis 2007: 154 ff.). Und gerade solche modellierten Szenarien stellen aktuell eine wichtige Strategie dar, unter den Bedingungen aufbrechender Zukunftsgewissheiten dennoch gesellschaftliche Orientierung und gut begründetes Entscheiden zu ermöglichen.

Und doch tritt hier nun eine Irritation auf, nämlich gerade dann, wenn Modelle und Szenarien zusammenkommen. Denn nun steht derjenige, der das so transportierte Wissen für seine Entscheidungen benötigt, Gebilden gegenüber, die scheinbar Gegensätzliches zugleich verkörpern: Die Präzision der numerischen Berechnung durch die Modelle und die vermeintliche Eindeutigkeit, die damit einherzugehen scheint, auf der einen, und die Uneindeutigkeit, vielleicht gar Beliebigkeit auf der anderen Seite, wenn die Szenarien doch nur wenige mögliche Entwicklungen aus der vermeintlichen Unendlichkeit des Denkbaren beschreiben. Und verstärkend kommen die Umstände der Erstellung dieser Gebilde an der Schnittstelle von Politik und Wissenschaft hinzu. Denn wenn nur wenige bestimmte zukünftige Entwicklungen beschrieben werden, wer hat dann hier die Wahl getroffen, und wie? Und was sind diese modellierten Szenarien dann, wissenschaftliche Erkenntnis oder politische Überzeugung? Und schließlich: wie können überhaupt auf ihrer Grundlage legitime Entscheidungen getroffen werden?

Es irritiert hier also zweierlei: die spezielle Art und Weise, wie hier unsicheres Wissen generiert und kommuniziert wird, und die spezielle gesellschaftliche Situation, eben der Grenzbereich von Wissenschaft und Politik, in dem dies geschieht. Beides führt zu Uneindeutigkeiten und zur Schwierigkeit, solche modellierten Szenarien im Koordinatensystem von sicherem und unsicherem Wissen sowie von politischer Überzeugung und wissenschaftlicher Erkenntnis zu verorten. Genau diese Irritation ist der Anlass zur vorliegenden Untersuchung. In einem ersten Schritt und noch ganz holzschnittartig lässt sich damit die Forschungsfrage dieser Studie bereits umreißen: *Was hat es mit diesen modellierten Szenarien auf sich? Wie sind diese Gebilde beschaffen und was sagen sie aus?*

Der Fall Energieversorgung

Ein Fall, an dem sich dies besonders gut untersuchen lässt, ist die Energieversorgung. Zunächst ist da die gesellschaftliche Relevanz des Energiesystems. Als Infrastruktur zur Bereitstellung von Strom und Wärme stellt es ein Fundament für praktisch alle Aktivitäten in einer modernen Gesellschaft dar, sei es für das individuelle Handeln oder für das Funktionieren ganzer Teilbereiche. Dabei handelt es sich nicht nur um eine technische Infrastruktur, sondern vielmehr um ein komplexes soziotechnisches System, das aufs Engste mit der Gesellschaft verwoben ist (Büscher und Schippl 2013). Das Energiesystem ermöglicht und strukturiert aber nicht nur gesellschaftliche Aktivität. Im Gegenteil: Geradezu in paradigmatischer Weise für die Diagnose reflexiver Modernisierung gefährdet sich die Gesellschaft durch die Nebenfolgen des von ihr hervorgebrachten Ener-

giesystems selbst. Dies gilt sicherlich seit Beginn der Industrialisierung, als zunächst die direkte Umwelt- und Gesundheitsbelastung durch Verbrennungsgase zum Problem wurde. In besonderer Deutlichkeit stellte diese Diagnose Ulrich Beck, als 1986 kurz vorm Erscheinen seines Buches „Risikogesellschaft“ der katastrophale Reaktorunfall von Tschernobyl die Schattenseite der Kernkraft unübersehbar werden ließ (Beck 1986, „Aus gegebenem Anlass“: 7 ff.). Darüber hinaus ist spätestens seit der Rio-Konferenz¹ 1992 der Klimawandel als eine Nebenfolge, die unter anderem auf die fossil basierte Energieversorgung zurückzuführen ist, zu einem zentralen Thema globaler Politik und zivilgesellschaftlicher Diskussion geworden. All dies mündet in Deutschland aktuell in der prominenten Debatte um die „Energiewende“, die als ein Versuch verstanden werden kann, der drängenden Nebenfolgenproblematik Rechnung zu tragen.

Als zweites lässt sich feststellen, dass das Entscheiden über die Gestaltung der zukünftigen Energieversorgung an zentralen Stellen auf unsicheres Wissen zurückgreift. Ein typisches Beispiel sind die Entwicklungen der Brennstoffpreise. Deren Unsicherheit stellt seit jeher eine Herausforderung vor allem bei Investitionsentscheidungen in neue Erzeugungsanlagen dar, da deren zukünftige Rentabilität maßgeblich von ihnen abhängt (vgl. Labys 2006). In Deutschland ist aktuell der Umgang mit unsicherem Wissen besonders gut in der Planung des beschleunigten Ausbaus der deutschen Stromnetze beobachtbar. Sogar per Gesetz wurde hierbei festgelegt, dass in mehreren Szenarien unterschiedliche Annahmen für unsichere Größen zugrunde zu legen sind und dass diese Szenarien die Grundlage für die Netzentwicklungspläne und damit für den Entscheidungsprozess zur Frage, wo welche neuen Leitungstrassen gebaut werden, zu bilden haben (EnWG 2005/2014: §12a Abs. 1).

Dabei ist im Bereich der Energieversorgung auch das beschriebene Aufbrechen der Zukunftsgewissheit als ein Wandel im Umgang mit solchen unsicheren Größen deutlich beobachtbar. Dies illustriert wiederum die Kernenergie besonders eindrücklich. Denn als Begründung für den frühzeitigen Ausstieg aus dieser Technologie, der 2011 als Reaktion auf das Reaktorunglück in Fukushima von der deutschen Regierung beschlossen wurde, gab Bundeskanzlerin Angela Merkel in ihrer Regierungserklärung explizit an, dass durch dieses Ereignis „die Verlässlichkeit von Risikoannahmen“ und „die Verlässlichkeit von Wahrscheinlichkeitsanalysen“ selbst in Frage gestellt wurden.² Es ist also der grundlegende Mo-

1 United Nations Conference on Environment and Development (UNCED), Rio de Janeiro, 1992.

2 „In Fukushima haben wir zur Kenntnis nehmen müssen, dass selbst in einem Hochtechnologieland wie Japan die Risiken der Kernenergie nicht sicher beherrscht werden

dus, in dem versucht wird, eine bestimmte Form von Gewissheit bezüglich zukünftiger Ereignisse zu erzeugen, der hier ins Wanken gerät.

Aufgrund der Relevanz von Zukunftswissen für Entscheidungen im Bereich der Energieversorgung hat sich schon früh an der zuvor beschriebenen Schnittstelle eine wissenschaftliche Community – im Folgenden kurz als „Community der Energieprognostik“³ bezeichnet – herausgebildet. Ihre wesentliche Betätigung – im Folgenden „energieprognostische Praxis“ oder kurz „Energieprognostik“ – besteht darin, entscheidungsunterstützendes Wissen über unterschiedliche Fragen der zukünftigen Energieversorgung mit Hilfe von Computermodellen zu generieren. Die wichtigste Konstellation, in der dies geschieht, ist die Beauftragung der wissenschaftlichen Institute dieser Community durch außerwissenschaftliche Institutionen, etwa durch Ministerien, aber auch durch Unternehmen oder Nichtregierungsorganisationen, mit der Erstellung von Gutachten zu bestimmten Fragestellungen. Diese „energieprognostischen Gutachten“ werden anschließend nicht nur vom Auftraggeber rezipiert, sondern gehen – sofern sie veröffentlicht werden – vor allem auf dem Weg der medialen Rezeption und Wie-

können. Wer das erkennt, muss die notwendigen Konsequenzen ziehen. Wer das erkennt, muss eine neue Bewertung vornehmen. [...] Das Restrisiko der Kernenergie habe ich [Angela Merkel; CD] vor Fukushima akzeptiert, weil ich überzeugt war, dass es in einem Hochtechnologieland mit hohen Sicherheitsstandards nach menschlichem Ermessen nicht eintritt. Jetzt ist es eingetreten. Genau darum geht es also - nicht darum, ob es in Deutschland jemals ein genauso verheerendes Erdbeben, einen solch katastrophalen Tsunami wie in Japan geben wird. Jeder weiß, dass das genau so nicht passieren wird. Nein, nach Fukushima geht es um etwas anderes. *Es geht um die Verlässlichkeit von Risikoannahmen und um die Verlässlichkeit von Wahrscheinlichkeitsanalysen. Denn diese Analysen bilden die Grundlage, auf der die Politik Entscheidungen treffen muss, Entscheidungen für eine zuverlässige, bezahlbare, umweltverträgliche, also sichere Energieversorgung in Deutschland.*“ (Deutsche Bundesregierung 2011; Hervorhebungen durch den Autor)

- 3 In der Arbeit wird der Begriff „Prognose“, wenn er als analytische Kategorie verwendet wird, als Oberbegriff für jede Art Aussage über Zukünftiges verwendet. Insbesondere wird mit ihm allein noch keine Festlegung auf deterministische Aussagen getroffen. Sind spezifische Arten von Aussagen über die Zukunft gemeint, so wird dies durch zusätzliche Attribute wie „deterministisch“ oder „possibilistisch“ explizit kenntlich gemacht (vgl. Abschnitt 3.4). Dementsprechend erfolgt auch mit den Bezeichnungen „Energieprognostik“ oder „energieprognostische Beratung“ noch keine Festlegung darauf, welche Art von Aussagen im Feld der Energieprognostik oder in der Praxis der energieprognostischen Beratung getroffen wird.

dergabe in die gesamtgesellschaftliche Debatte ein. Ein aktuelles Beispiel sind etwa die Szenarien für das Energiekonzept der Bundesregierung (EWI, GWS und Prognos AG 2010). Indem diese eine wesentliche Grundlage des Energiekonzeptes (BMWT und BMU 2010) bilden und insbesondere Orientierung zur 2010 strittigen Frage der Laufzeitverlängerung von Kernkraftwerken geben sollten, erfuhren und erfahren sie eine besonders große und kritische mediale Aufmerksamkeit (vgl. etwa Brost 2010).

Die Community der Energieprognostik setzt sich sowohl aus privatwirtschaftlichen Beratungsinstituten als auch aus wissenschaftlichen Instituten zusammen, die wiederum sowohl Universitäten als auch außeruniversitären Forschungsorganisationen angehören (vgl. Abschnitt 4.1.1). Angestoßen durch die Ölkrise von 1973-74 etablierte sich die Community in Westeuropa und Nordamerika bis Ende der 1980er Jahre geradezu zu einer „modelling and forecasting industry“ (Baumgartner und Midttun 1987a: 3). In Deutschland umfasste sie zu dieser Zeit bereits etwa fünfzehn wissenschaftliche Institute (Diefenbacher und Johnson 1987: 65). Diese Anzahl hat sich in etwa bis heute erhalten, auch wenn zwischenzeitlich einige Institute durch neue ersetzt wurden. Bis heute produziert diese Community jährlich eine fast unüberblickbare Zahl energieprognostischer Gutachten unterschiedlicher thematischer Ausrichtung (vgl. Abschnitt 4.2). Typischerweise werden in einem energieprognostischen Gutachten mehrere, auf Grundlage unterschiedlicher numerischer Annahmen erstellte Rechenläufe interpretiert, so dass dann mehrere Szenarien im Gutachten ausgewiesen werden. Eines dieser Szenarien wird meist als „Referenz-“ oder „Business-As-Usual-Szenario“ bezeichnet.

Hinsichtlich der Methoden, mit denen in der Energieprognostik Zukunftswissen generiert wird, ist die Fokussierung auf Computermodelle und Szenarien besonders augenfällig. Ersteres führte bereits Baumgartner und Midttun 1987 dazu, die Community als eine „modelling industry“ zu beschreiben (ebd.). Bis heute hat sich die zentrale Stellung der Modelle in der Praxis dieser Community erhalten, wie aktuelle Gutachten, aber auch die einschlägige Literatur zeigen (vgl. etwa FORUM 1999, 2002, 2004a, 2004b und 2007). Dass Szenarien eine zentrale Rolle spielen, wenn Fragen der zukünftigen Energieversorgung diskutiert werden, zeigt ebenfalls der Blick in die Gutachten. Nicht zuletzt gibt jedoch auch der Umstand hierüber Auskunft, dass das Wort „Energieszenario“ zu einem stehenden Begriff in der Debatte geworden ist (vgl. Abschnitt 4.3.3).

Die Energieprognostik in Deutschland ist also eine etablierte und stabile, sowie darüber hinaus überschaubare wissenschaftliche Community, in der modellierte Szenarien seit mehreren Jahrzehnten die etablierte Methode darstellen, in der entscheidungsunterstützendes Wissen generiert wird. Sie gibt also ein her-

vorrangendes Untersuchungsobjekt dafür ab, der geschilderten Eigenartigkeit modellierter Szenarien auf den Grund zu gehen. Deshalb wird sie als empirischer Gegenstand für die vorliegende Arbeit gewählt. Die Wahl dieser Community ist jedoch noch durch eine Reihe weiterer, im Folgenden geschilderter Eigenheiten motiviert, die die gegenwärtige Praxis der Erstellung und Verwendung von Szenarien im Themenfeld der Energieversorgung nicht nur aus Sicht der Wissenschaftsforschung zusätzlich interessant, sondern auch hinsichtlich ihrer derzeitigen Rolle in demokratischen Entscheidungsprozessen problematisch erscheinen lässt.

Unschärfe Gebilde und die Gefahr der Beliebigkeit

Abstrakt beschrieben transportiert ein energieprognostisches Gutachten ein Gebilde, das im Kern aus Aussagen über zukünftige Sachverhalte sowie deren Begründung durch teilweise unsicheres Wissen besteht. Eine Ausgangsdiagnose der vorliegenden Arbeit ist, dass die genaue Natur und die argumentative Struktur dieser Gebilde in den Gutachten unscharf bleibt. Dies schlägt sich zum einen darin nieder, dass in den Gutachten zentrale Begriffe wie der des „Szenarios“ oder der der „Prognose“ nicht eindeutig verwendet werden. Insbesondere ist bei genauerer Betrachtung selten klar, ob mit diesen Begriffen possibilistische oder deterministische Aussagen bezeichnet werden, oder Aussagen des einen Typs zur Begründung von Aussagen des anderen Typs dienen. Teil der Ausgangsdiagnose ist zum anderen, dass auch die grundlegende argumentative Struktur, in die die einzelnen Aussagen, insbesondere die Interpretationen einzelner Modellrechnungen, gestellt werden, häufig unklar bleibt. Aufgrund dieser Unschärfen ist es für Rezipienten in vielen Fällen schwierig einzuschätzen, ob die jeweilige Argumentation plausibel ist und an welcher Stelle gegebenenfalls Einwände vorgebracht werden könnten.

Die Unschärfe der in energieprognostischen Gutachten transportierten Gebilde ist ein Grund dafür, dass Energieszenarien mit dem Vorwurf der Beliebigkeit konfrontiert sind. Für Grunwald (2011a, insb.: 824 f.) fußt dieser Vorwurf auf der Diagnose, dass Rezipienten heute mit einer großen und jährlich anwachsenden Zahl von „Energiezukünften“ – wobei Szenarien als eine Unterart davon angesehen werden können (ebd.: 820) – konfrontiert sind, die sich zwar hinsichtlich der Methodik ihrer Erstellung ähneln, scheinbar aber zu sehr unterschiedlichen und teilweise widersprüchlichen Ergebnissen kommen. Grunwalds Ausführungen lassen erkennen, dass sich hieraus für ihn in zweierlei Hinsicht ein Problem der Beliebigkeit ergibt. Erstens ist nicht bekannt, welche „Zutaten“ (ebd.: 821) in die Festlegung auf bestimmte präsentierte zukünftige Entwicklungen

eingehen, welchen Anteil dabei etwa gesichertes Wissen ausmacht, welchen Anteil aber auch normative Setzungen. Das hat zur Folge, dass schon der Erstellungsprozess für Außenstehende beliebig erscheint. Hiervon ausgehend ergibt sich für Grunwald ein zweites Problem der Beliebigkeit. Denn damit stehen auch Entscheidungsträger vor einer ununterscheidbaren Vielzahl vermeintlich in Konkurrenz stehender Studien, ohne dass es ihnen möglich ist, deren Qualität einzuschätzen. Wie Grunwald folgert, verfehlen solche Studien damit auch ihr Ziel, eine Orientierungshilfe für Entscheidungen darzustellen, weshalb Entscheidungen, die auf ihnen aufbauen, Gefahr laufen, beliebig getroffen zu werden.⁴

Gerade dies kann wiederum als ein Phänomen des oben beschriebenen Aufbrechens von Zukunftsgewissheiten verstanden werden, nun aber im Bereich der Energieversorgung. Mehr noch: Grunwalds Diagnose deutet auf ein kolossales Scheitern hin. Denn die Verwendung von modellierten Szenarien stellt ja gerade einen Versuch dar, mit eben diesem Aufbrechen fertig zu werden und trotz Unsicherheiten Orientierung zu bieten. Wenn seine Diagnose stimmt, verfehlen Szenarien jedoch zumindest in diesem Bereich ihr Ziel.

Intransparenz der Erstellung

Die Aufgabe energieprognostischer Gutachten ist es zum einen, relevantes Wissen für einen konkreten Auftraggeber zur Verfügung zu stellen. Gleichzeitig gehen die Gutachten in den gesellschaftlichen und politischen Diskurs über die Zukunft der Energieversorgung ein – ein Diskurs, der durch große Kontroversen gekennzeichnet ist. Durch die Veröffentlichung der Gutachten nimmt auch die wissenschaftliche Community der Energieprognostik an diesem kontroversen Diskurs Teil. In der Folge werden auch die Mitglieder der Community als Vertreter politischer Positionen wahrgenommen, wie eindrücklich der Abschlussbericht der Enquete-Kommission „Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen der Globalisierung und Liberalisierung“ vor Augen führt.⁵ Diese

-
- 4 Freilich unterstellt Grunwalds Diagnose, dass die in den unterschiedlichen Gutachten getroffenen Aussagen überhaupt miteinander vergleichbar sind. Um dies feststellen zu können, ist jedoch zunächst Kenntnis über die genaue Natur der jeweils transportierten Gebilde nötig.
 - 5 „In verschiedenen Einzelvorgaben für die Entwicklung von Preisen, Technologien, Gesellschaft etc. in den verschiedenen Szenarien drücken sich wiederum die persönlichen Einschätzungen der Modellierer aus. Hier kommen die subjektiven Erwartungen der verschiedenen Gruppen zum Tragen, und manchmal auch ihre Interessen oder die Interessen der Auftraggeber solcher Studien.“ (Deutscher Bundestag 2002: 346, Abs.

Wahrnehmung ist für eine Community, die in der wissenschaftlichen Politikberatung und damit im Grenzbereich zwischen Wissenschaft und Politik engagiert ist, an sich nicht ungewöhnlich und wird verallgemeinert von Peter Weingart als eine Folge des Phänomens der Politisierung von Wissenschaft beschrieben (Weingart 2005: 148). Wie von Weingart et al. (2008) in den Leitlinien Politikberatung dargelegt, gefährdet dies jedoch die Glaubwürdigkeit der beratenden Wissenschaft und somit mindestens indirekt auch die Legitimität der beratenen Politik. Als eine wesentliche Bedingung, um beides zu erhalten, wird die Transparenz des Beratungsprozesses hervorgehoben (ebd.: 16 f.; Lentsch und Weingart 2011: 15), womit, auf die Energieprognostik bezogen, die Transparenz des Erstellungsprozesses der Gutachten zu fordern ist.

Dies ist in der energieprognostischen Beratung aber in der Regel nicht erfüllt. Zwar ist für Rezipienten durch die Nennung von Autoren und Auftraggebern einsehbar, dass die Gutachten keine rein wissenschaftlichen Veröffentlichungen darstellen, sondern das Produkt von Beratungsprozessen sind, bei denen der Auftraggeber in irgendeiner Form beteiligt war. Wie genau diese Beteiligung jedoch vonstattengeht und insbesondere welchen Anteil er auch an der Gestaltung der Modellrechnungen hat, bleibt jedoch weitgehend im Dunkeln. Auch dies steht wiederum im Zusammenhang mit der Unschärfe des von den Gutachten transportierten Gebildes. Denn wenn nicht klar ist, an welchen Stellen der Auftraggeber, etwa durch die Setzung bestimmter Annahmen, die Ergebnisse der Rechnungen mitbestimmt hat, ist es nicht möglich, diejenigen Prämissen der Argumentation in den Gutachten zu identifizieren, die durch ihn und nach seinen – vermeintlich nicht-epistemischen – Kriterien geprägt sind. Allgemeiner formuliert führt die Intransparenz der Erstellung der Gutachten also dazu, dass es einem Rezipienten schwer fällt, ein solches Gutachten zwischen den Polen politischer Meinung und wissenschaftlicher Erkenntnis zu verorten.

Modelle als Black-Boxes

Da die in der Energieprognostik verwendeten Modelle aufgrund ihres Gegenstandes meist mathematisch und programmiertechnisch anspruchsvolle sowie theoretisch voraussetzungsreiche Gebilde sind, die Gutachten sich aber nicht primär an eine Fachgemeinschaft, sondern an politische Entscheider oder andere

1276), sowie: „Um möglichst robuste Ergebnisse zu bekommen, hat sich die Kommission bei der Vergabe der Aufträge an zwei Institute [...] gewandt, die verschiedene Simulationsverfahren benutzen und die in den letzten Jahren in der energiepolitischen Diskussion unterschiedliche Positionen bezogen haben.“ (Ebd.: 347, Abs. 1278)

gesellschaftliche Akteure richten, muss die in den Gutachten explizit beschriebene Begründung der Aussagen durch das Modell zwangsläufig immer bis zu einem gewissen Grad vereinfacht dargestellt werden. Ein Teil dessen, worauf sich die Argumentation in den Gutachten eigentlich stützt, wird so gewissermaßen aus den Gutachten in die Modelle ausgelagert.

Dieses Phänomen ist in der wissenschaftlichen Beratung verbreitet, wie Farrell, VanDeveer und Jäger (2001: 17 f.) für das Feld der Umweltrisikobewertung schildern, und ist an sich nicht problematisch. Denn solange gewährleistet ist, dass die Überprüfung der Argumentation im Prinzip möglich ist, also die gesamte Argumentation zumindest für Fachleute nachvollziehbar ist, kann im Gutachten selbst die Argumentation vereinfacht dargestellt werden. In der energieprognostischen Beratung ist diese Bedingung jedoch nicht immer erfüllt. Vielmehr werden in diesem Feld die Modelle nicht nur in den Gutachten häufig als Black-Box behandelt, sondern sind häufig auch für die wissenschaftliche Fachgemeinschaft unzugänglich. Eine Ursache hierfür ist der Umstand, dass die Energiemodelle häufig als proprietäres Eigentum der beauftragten Institute betrachtet und geschützt werden, wie die öffentliche Kritik an der Intransparenz des europäischen Energiesystemmodells PRIMES eindrücklich vor Augen führt (vgl. Clark 2011).

Die Forschungsfragen

Energieszenarien und -prognosen, also die Gebilde, die in energieprognostischen Gutachten transportiert werden, stellen den Kern derjenigen Praxis dar, in der gegenwärtig versucht wird, entscheidungsunterstützendes Wissen zu Fragen der zukünftigen Energieversorgung im Angesicht epistemischer Unsicherheiten zu generieren. Obwohl diese Praxis seit mehreren Jahrzehnten etabliert ist, ist gegenwärtig nicht klar, ob und wie es in dieser Praxis gelingt, dieses Ziel zu erreichen. Das Kernproblem besteht darin, dass diese Gebilde bisher insofern unscharf sind, als das weder klar ist, welche Art von Konklusion in ihnen genau begründet wird, und wie dies – insbesondere mit Hilfe der Computermodelle – geschieht. Die zentrale Forschungsfrage der vorliegenden Untersuchung lautet deshalb: *Welche argumentative Struktur weisen die Gebilde auf, die in energieprognostischen Gutachten als Szenarien oder Prognosen bezeichnet werden?*

Wie beschrieben wurde, werden diese Gebilde in einer ganz bestimmten gesellschaftlichen Konstellation erzeugt, nämlich in der wissenschaftlichen Politikberatung. Vor dem Hintergrund der Diagnose einer funktional differenzierten Gesellschaft (vgl. Schimank 2005) wird in der Untersuchung davon ausgegangen, dass diese Gebilde damit im Spannungsfeld der unterschiedlichen spezifi-

schen Anforderungen zweier gesellschaftlicher Teilbereiche, der Politik und der Wissenschaft, erstellt werden. Auf Grundlage der Überlegungen Weingarts und Lentschs (2008: 49 f.) geht die Untersuchung davon aus, dass dies im Wesentlichen die wissenschaftliche Validität auf der einen und die Relevanz für den Entscheidungskontext der Politik auf der anderen Seite ist. Vor diesem Hintergrund kann der Prozess der Erstellung der Gutachten als Interaktion der Vertreter beider Teilbereiche verstanden werden, deren zentrale Aufgabe darin besteht, für eine gleichzeitige Erfüllung beider Anforderungen zu sorgen. Da davon auszugehen ist, dass dieses doppelte Anforderungsprofil maßgeblich die Gebilde prägt, die in diesen Gutachten transportiert werden, ist es unumgänglich, die Art und Weise, wie diese Gebilde in der Interaktion der beteiligten Akteure erzeugt werden, mit zu untersuchen. Die sekundäre Forschungsfrage der vorliegenden Untersuchung lautet deshalb: *Wie werden diese Gebilde in der Interaktion der beteiligten Akteure erzeugt?*

Die Antworten auf beide Fragen tragen zum Schließen einer drängenden Lücke in der aktuellen wissenschaftsphilosophischen und -soziologischen Forschung bei. Diese besteht darin, dass in beiden Forschungsrichtungen bisher höchstens einzelne Aspekte der beschriebenen Praxis untersucht werden, nicht jedoch Modelle und Szenarien bzw. Prognosen als integrale Einheiten, wie es in der vorliegenden Arbeit getan wird. Gerade dies ist jedoch – zumindest im Feld der Energieversorgung – die gesellschaftlich relevante Form, in der aktuell unsicheres Wissen für Entscheidungskontexte generiert wird. Und erst wenn dies in der analytischen Rahmung berücksichtigt wird, wird untersuchbar, welche epistemische und soziale Funktion von diesen Gebilden an der Schnittstelle von Wissenschaft und Politik erfüllt wird. Über das Schließen dieser Forschungslücke hinaus hat die Arbeit das Ziel, einen Beitrag zur gesellschaftlichen Auseinandersetzung über die zukünftige Energieversorgung und damit eine der drängendsten Fragen unserer Zeit zu leisten. Ziel ist es, etwas Licht in die bis jetzt weitgehend opake energieprognostische Praxis zu bringen und dabei insbesondere zu klären, auf welchem epistemischen Fundament diese Debatte mit den modellierten Szenarien eigentlich steht.

Ansatz und Methode

Die Arbeit fokussiert auf die energieprognostische Praxis in Deutschland, und zwar genauer auf solche Konstellationen, in denen staatliche und zivilgesellschaftliche Organisationen von wissenschaftlichen Instituten beraten werden. Die Forschungsfragen machen bereits deutlich, dass es sich bei der vorliegenden Arbeit um eine *empirische Untersuchung* handelt. Darüber hinaus ist für die

Wahl des Ansatzes und der Methoden der Befund wichtig, dass weder die Community der Energieprognostik noch die Praxis der Erstellung modellierter Szenarien bisher systematisch untersucht wurden. Ziel der Arbeit ist es deshalb, überhaupt erst einmal empirisch begründete Hypothesen über generalisierbare Strukturen zu erarbeiten und so die beschriebene Praxis erstmalig für eine systematische Analyse zu erschließen. Aus diesen Gründen wird für die Untersuchung ein *explorativer Ansatz* gewählt, wobei dieser in folgender Weise methodisch umgesetzt wird: Da die energieprognostischen Gutachten durch ihre Unschärfe und mangelnde Beschreibung ihrer Erstellungsprozesse die zentralen Fragen der Untersuchung gerade erst aufwerfen, können sie selbst nur eingeschränkt als empirisches Material dienen. Als zentrale Methode der empirischen Erhebung wird deshalb die Durchführung *leitfadenbasierter Interviews* mit den Modellierern und gleichzeitigen Autoren dieser Gutachten gewählt. Dies wird durch umfangreiche Literatur- und Internetrecherchen vorbereitet, sowie durch intensive Kontakte zu nicht interviewten Mitgliedern der Community u.a. in Form von persönlichen Beratungsgesprächen und im Rahmen von Projektarbeit ergänzt. Die Durchführung von leitfadenbasierten Interviews erlaubt es, über den thematischen Zuschnitt der Interviews beide Forschungsfragen zu adressieren und über die Wahl der Interviewten zu einem breiten Bild der Community zu gelangen. Die Beschränkung auf die Modellierer und damit auf eine der zwei Seiten der an der Erstellung der Gutachten beteiligten Akteure ist sowohl im Erkenntnisinteresse begründet – für die primäre Forschungsfrage ist in erster Linie die Beschreibung der Modellierer relevant – als auch in den begrenzten Kapazitäten eines Promotionsprojektes, die für eine gleichzeitige detaillierte Analyse der Auftraggeberseite nicht ausreichen würden. Die Auswahl der Interviewten erfolgt unter der Maßgabe, die Bandbreite der in der Energieprognostik eingesetzten Methoden zur Erstellung der Gutachten zu erfassen. Da die Methode der Erstellung wesentlich an den Typ des jeweils verwendeten Modells gebunden ist, sind für die Auswahl der Interviewten die vier zentralen Energiemodelltypen, die Optimierungs- und die Simulationsmodelle, sowie die ökonometrischen Modelle und die Allgemeinen Gleichgewichtsmodelle, maßgeblich.

Der Auswertung der Interviews werden entsprechend der beiden Forschungsfragen zwei analytische Perspektiven zugrunde gelegt: Die Frage nach der argumentativen Struktur der in den Gutachten transportierten Gebilde wird durch eine *Argumentationsanalyse* beantwortet, mit deren Hilfe auf Basis deduktiver Schluss schemata rekonstruiert wird, wie in energieprognostischen Gutachten nach Aussage der Interviewten argumentiert wird. Dabei wird insbesondere auch rekonstruiert, wie die Modelle interpretiert werden und als Prämissen in diese Argumentationen eingehen. Die zweite Forschungsfrage nach der Erstellung der

Gutachten wird durch eine *Prozessanalyse* beantwortet, indem auf Grundlage der Schilderungen der Interviewten typische Erstellungsprozesse energieprognostischer Gutachten rekonstruiert werden. Dabei wird die Annahme zugrunde gelegt, dass die Erstellung eines Gutachtens in einem sequenziellen Beratungsprozess geschieht und dass dabei im Wesentlichen vier Schritte durchlaufen werden. Dies sind die Festlegung der Fragestellung, die Festlegung der numerischen Annahmen für die Modellrechnungen, die Durchführung derselben und schließlich das Verfassen des Gutachtens.

Der Gang der Untersuchung

Im Anschluss an die Einleitung wird zunächst in Kapitel 2 der Stand der Forschung beschrieben. Anschließend wird in Kapitel 3 der analytische Rahmen der Untersuchung, bestehend aus Prozess- und Argumentationsanalyse, eingeführt. Dieser beschreibt, mit welchen analytischen Grundvorstellungen und Annahmen sich dem Gegenstand genähert wurde. Hierbei wird auch das analytische Vokabular, darunter die Begriffe der Prognose und des Modells, systematisch eingeführt. Kapitel 4 hat die Aufgabe, das relevante Hintergrundwissen über den Untersuchungsgegenstand darzulegen. Dies umfasst die nähere Bestimmung der wissenschaftlichen Community der Energieprognostik, eine Beschreibung der Artenvielfalt energieprognostischer Gutachten sowie eine ausführliche Vorklärung des Begriffs des Energieszenarios. Der letzte Abschnitt in diesem Kapitel stellt die wichtigsten Typen von Energiemodellen vor. In Kapitel 5 wird das methodische Vorgehen beschrieben. Dies umfasst unter anderem die Fallauswahl, eine Darstellung der Erhebungsinstrumente sowie eine Schilderung des praktischen Vorgehens bei der Auswertung der Interviews.

Die beiden folgenden Kapitel bilden gemeinsam den Kern der Arbeit, denn hier werden nun in Kapitel 6 zunächst die empirischen Ergebnisse vorgestellt und diese anschließend in Kapitel 7 diskutiert. Abschnitt 6.1 beginnt mit der Darstellung der Ergebnisse der Prozessanalyse. Auf Grundlage der Interviews werden hier drei Typen der Erstellung energieprognostischer Gutachten rekonstruiert, die sich in der Art und Weise unterscheiden, wie die beiden Akteure miteinander interagieren. Am einen Ende des beobachteten Spektrums steht der Prozesstyp der *sequenziellen Trennung*, der durch eine vergleichsweise geringe Interaktion gekennzeichnet ist. Am anderen Ende des Spektrums findet sich der Typ der *interaktiven Verschränkung*, bei dem Auftraggeber und Modellierer sämtliche Prozessschritte gemeinsam bearbeiten. Der Typ der *iterativen Trennung* ist zwischen diesen beiden Polen angesiedelt und zeichnet sich dadurch

aus, dass eine Abstimmung vorläufiger Rechenergebnisse mit dem Auftraggeber stattfindet.

Die drei übrigen Abschnitte in Kapitel 6 wenden sich der Struktur der in den Gutachten transportierten Gebilde und damit den Ergebnissen der Argumentationsanalyse zu. Zunächst werden in Abschnitt 6.2 die Grundbausteine dieser Gebilde untersucht, indem in Form von *elementaren Argumenten* rekonstruiert wird, wie die interviewten Modellierer einen einzelnen Modelllauf interpretieren. Abschnitt 6.3 berücksichtigt dann, dass in energieprognostischen Gutachten in der Regel mehrere Modellrechnungen interpretiert und in Beziehung zueinander gesetzt werden. Indem untersucht wird, wie die elementaren Argumente zu komplexen Argumenten zusammengesetzt werden, werden hier die Gebilde in ihrer gesamten Struktur sichtbar gemacht. Das erste komplexe Argument besteht in der *Gegenüberstellung possibilistischer Prognosen (GPP)*, in ihm werden mehrere mögliche Entwicklungen einander gegenübergestellt. Das zweite Argument, *Isolation von Effekten (IE)* genannt, zielt darauf ab, die Effekte bestimmter, beispielsweise politischer Maßnahmen zu bestimmen. Dieses Argument überrascht insofern, dass hier gar nicht klar ist, ob überhaupt Möglichkeitsaussagen involviert sind, obwohl es auch der Szenarioanalyse zugeschrieben wird. Im letzten Abschnitt dieses Kapitels wird der Frage nachgegangen, wie die interviewten Modellierer ihre Modelle interpretieren. Bis hierhin wird in der Analyse davon ausgegangen, dass die Modellierer ihre Energiemodelle uneingeschränkt als empirisch adäquate Repräsentationen des jeweiligen Zielsystems ansehen. Das überraschende Ergebnis ist, dass fast alle Interviewten den Anspruch hinsichtlich der Repräsentation eines realen Zielsystems in unterschiedlicher und erheblicher Weise einschränken. Wurde eingangs nach dem epistemischen Fundament der energieprognostischen Praxis gefragt, so deutet sich hier bereits an, dass dieses bezüglich mancher Modelle nicht in dem Maße stabil ist, wie es in den Gutachten üblicherweise den Anschein hat.

Kapitel 7 ist schließlich der Reflexion der empirischen Ergebnisse gewidmet. Es beginnt mit einem Vorschlag für eine präzisere Verwendung der Begriffe „Szenario“ und „Prognose“ in der Energieprognostik. Die Reihenfolge der übrigen Abschnitte in Kapitel 7 folgt der Vorstellung, sich vom Kontext der untersuchten Praxis schrittweise – gewissermaßen durch ein „Heranzoomen“ – dem epistemischen Fundament zu nähern, auf dem diese aufbaut. Dementsprechend wird in Abschnitt 7.2 zunächst der Frage nachgegangen, wieso Szenarien gerade dort auftauchen, wo Wissenschaft und Politik aufeinander treffen. Die Antwort besteht darin, dass Szenarien – jedenfalls wenn sie als possibilistische Prognosen verstanden werden – eine Art „konzeptioneller Klebstoff“ zwischen diesen Teilbereichen darstellen. Im nächsten Abschnitt 7.3 wird diskutiert, wie sich diese

abstrakte Vermittlungsfunktion in der konkreten Interaktion von Modellierer und Auftraggeber bei der Erstellung energieprognostischer Gutachten und damit auf der Mikroebene niederschlägt. Als Schlüsselement werden Storylines identifiziert, die als semi-qualitative Rohformen die Funktion von Boundary Objects (Star und Griesemer 1989; Star 2010) übernehmen.

Bis hierhin befasst sich die Diskussion der Ergebnisse vor allem aus wissenschaftssoziologischer Sicht mit der Praxis der Energieprognostik. Verkürzt gesagt wird bis hierhin der Frage nachgegangen, wieso diese Praxis so aussieht, wie sie gemäß der empirischen Ergebnisse aussieht. Mit dem nächsten Abschnitt kommt nun eine weitere Perspektive hinzu, denn es wird in den folgenden Abschnitten nun auch immer danach gefragt, welche Ergebnisse der Untersuchung auf Probleme in dieser Praxis hindeuten oder zumindest auf kritische offene Fragen verweisen. In Abschnitt 7.4 ist dies zunächst das zuvor genannte Problem der Transparenz der Erstellungsprozesse energieprognostischer Gutachten, indem diskutiert wird, inwiefern mit den rekonstruierten Prozesstypen spezifische Transparenzerfordernisse verbunden sind. Abschnitt 7.5 fokussiert auf die Rolle von konditionalen Aussagen in der Energieprognostik und diskutiert, inwiefern die Formulierung konditionaler Aussagen ein Problem in der wissenschaftlichen Politikberatung darstellen kann. Die nächsten beiden Abschnitte 7.6 und 7.7 wenden sich jeweils einem der beiden komplexen Argumente zu und diskutieren mit ihnen verbundene Probleme und offene Fragestellungen. Es zeigt sich, dass die Herausforderung beim Argument *Gegenüberstellung possibilistischer Prognosen* weniger in der Begründung seiner Konklusion, sondern vielmehr in der Verwendung dieser Konklusion in der Entscheidungsbegründung liegt. Schon in Kapitel 6 wird deutlich werden, dass die Rekonstruktion des Argumentes *Isolation von Effekten* eine Herausforderung darstellt. Nun wird herausgearbeitet, dass dies jedoch auch eine Herausforderung für denjenigen darstellt, der dieses Argument vorbringen möchte. Ein besonders kritischer Punkt in diesem Argument ist der epistemische Status des Referenzlaufes, da nicht klar ist, ob hierfür eine deterministische oder eine possibilistische Prognose formuliert werden kann bzw. muss. In Abschnitt 7.8 erreicht die Diskussion der Ergebnisse schließlich die Energiemodelle und damit das Fundament der untersuchten Praxis: Während bereits bei der Darstellung der empirischen Ergebnisse klar werden wird, dass die Modellierer nur einen eingeschränkten epistemischen Geltungsanspruch mit ihren Modellen erheben, wird hier nun diskutiert, was diese Einschränkungen für die Annahme bedeuten, sie würden ihre Modelle als empirisch adäquate Repräsentationen verstehen. Es wird sich zeigen, dass die Ergebnisse in manchen Fällen darauf hinweisen, dass diese Annahme gerade nicht erfüllt ist. Dies ist ein kritisches Ergebnis, denn wie gezeigt werden wird, steht dies im Widerspruch

zur etablierten Praxis. Die Untersuchung endet schließlich in Kapitel 7 mit einem übergreifenden Fazit und einem Ausblick auf die Vielzahl der in der Untersuchung aufgeworfenen weiterführenden Fragestellungen.