

Katja Müller

Unter STROM

Wie Energie
Gesellschaft
formt

Am
Beispiel Ost-
deutschland

 oekom

Inhalt

Einleitung	11
Soziotechnische Systeme	14
Energie – eine totale soziale Tatsache	18
Energieethische Fragen	20
Methode	22
Formen und Materialisierungen – die Kapitel	27

Kapitel 1

Strom

Geschichte und Eigentum von Stromnetz und Elektrizitätswerken	33
Elektrifizierung und Stromversorgung	35
Strom in der DDR	41
Strom- und Systemfragen in der Wendezeit	46
Mehr Markt für den Strom	50
Fazit	58

Kapitel 2

Kohle

Identität, Heimat, Politik	63
Das Lausitzer Braunkohlerevier	64
Bergbauidentität	66
Verlust der Heimat	74
Rechtspopulismus und Strukturwandel	78

Kapitel 3

Wind

Raum und Geld	89
Zahlen und Richtlinien	91
Windparkprojektierung in der Praxis	94
Gegenwind und Kritik	99
Raumfragen	101
Geldfragen	106
Fazit	113

Kapitel 4

Solar

Landnahme	119
Flächen in Ostdeutschland	121
Solarausbau – Ziele, Planung, Regeln	125
Solarparks	127
Landnahme und Grüne Landnahme	132
Landwirte und regionale Wertschöpfung	136
Alternativen und Ausblick	139

Kapitel 5

Gas

Protest und Geopolitik	147
Geopolitik	148
Ostdeutsche Spezifika und historische (Gas-)Verbindungen	153
LNG-Terminal-Ausbau und Protest	159
Klimacamps zeigen Wirkung	164
Ausblick	166

Kapitel 6

Digitalisierung

Zukunft und Technikethik	171
Dekarbonisierung, Dezentralisierung und Digitalisierung	173
Erzeugung – Autonome Steuerung und Flexprämien	175
Aggregierung – Markt und Programmierung	180
Verteilung – Kupfer oder Intelligenz	184
Verbrauch – Rundsteueranlagen und Smart Meter	189
Technikethik einer digitalen Zukunft	191
Anmerkungen	199
Abbildungsverzeichnis	210
Literatur	211
Über die Autorin	225



Einleitung

»Die Energiewende ist das Brennglas für allgemeine Probleme der Gesellschaft. Das Projekt Energiewende wird nicht mehr erklärt und ist auch nicht mehr erklärbar. Parteien und Regierung agieren hilflos, die Leute merken das. Und das politische Klima ändert sich entsprechend.« So formuliert es der Leiter einer Regionalplanungsstelle, die in Brandenburg versucht, den Bau von Windkraftanlagen in Einklang zu bringen mit öffentlichen Belangen, gesellschaftlicher Grundversorgung und regionalen wie partikularen Interessen. In der Praxis bedeutet das, dass sich der Leiter oft mit Interessenvertreter:innen aus der Windkraftbranche, mit Umweltverbänden, mit Vertreter:innen der Zivilgesellschaft, mit Politiker:innen trifft – und gelegentlich auch mit Forschenden. Es bedeutet, dass es öffentliche Sitzungen gibt, bei denen diese Menschen mit oder ohne Stimmrecht über regionalplanerische Vorschläge und Entwürfe diskutieren und entscheiden. Und dass am Ende der Leiter und sein Team einen kartographischen und schriftlichen Regionalplan vorlegen, auf dem unter anderem Windeignungsgebiete eingezeichnet sind, also jene Flächen, in denen die Energiewende sichtbar wird. Der Regionalplan ist damit die in Form gegossene Route für die Energiewende. Er gibt vor, wo sich der Ausbau erneuerbarer Energien konkretisiert und sich die Reduzierung von Treibhausgasemissionen in Energieinfrastruktur sichtbar manifestiert.

Der Regionalplan ist das gezeichnete Ergebnis gesellschaftlicher Aushandlungsprozesse im Bereich Windanlagenbau, der nur einen Teil unseres Energiesystems und der Energiewende darstellt. Nicht nur die Aushandlungsprozesse, sondern auch die juristischen und bürokratischen Prozesse sind inzwischen so komplex, dass sie durch einen Blick auf den Plan nicht mehr nachvollziehbar sind. Der Plan zeigt nicht, wie sich kleinere Gemeinden zwischen 5.000 und 10.000 Einwohnern auch ein Stimmrecht in der Regionalplanungsversammlung erkämpft haben. Er zeigt nicht, dass Regionalpläne regelmäßig beklagt werden, entweder weil Interessengruppen – etwa Einwohner:innen oder Umweltschützer:innen – zu *viele* Windeignungsgebiete sehen oder weil andere – etwa Windkraftfirmen – zu *wenig* Windeignungsgebiete erkennen. Er zeigt nicht, wie gesetzliche Rah-

menbedingungen und Verordnungen, aber auch individuelle Beziehungen zwischen Politiker-innen, Amtspersonen, Einwohner-innen und Bürger-initiativen Grenzziehungen und Gebietsaufteilungen beeinflussen. Er zeigt nicht, wie sehr sich Windenergieanlagen von Visionen einer Energieautarkie zu großkapitalen Investitionsobjekten entwickelt haben. Er zeigt nicht, dass das Erneuerbare-Energien-Gesetz von ursprünglich 12 Paragraphen auf fünf Seiten zu einem Pamphlet von inzwischen 101 Paragraphen auf 145 Seiten angewachsen ist. Er zeigt ebenfalls nicht, wie die gewachsene Energieinfrastruktur an Leitungen, Anschlüssen, Trafostationen, Kraftwerken und Tagebauen die konkrete Form der Energiewende beeinflusst oder inwiefern die Entwicklung von Infrastruktur und Gesellschaft in Ostdeutschland von 40 Jahren sozialistischer Ideale und realsozialistischer Wirtschaft und Geopolitik geprägt ist.

Das Buch will dem etwas entgegensetzen. Es erklärt Grundzüge des Energiesystems – insbesondere des Stromsystems – in seiner Entstehung und aktuellen Ausgestaltung und setzt sie in Beziehung zu gesellschaftlichen Entwicklungen. Es nimmt sich konkret sechs Teilaspekten an, die immer noch dafür sorgen, dass der Strom aus der Steckdose kommt: Elektrizitätswerke und Stromnetze, Kohle, Wind- und Solarenergie, Gas und automatisierte Steuerung. Denn das, was wir alltäglich als gegeben annehmen – dass der Strom aus der Steckdose kommt – ist nur ein Teil der Wahrheit. Natürlich kommt Strom aus der Steckdose, aber er muss eben auch irgendwo herkommen, er muss ›erzeugt‹ und transportiert, umgewandelt und gesteuert werden. Das Buch setzt in seinen einzelnen Kapiteln Schwerpunkte auf die genannten Teilaspekte und beleuchtet nicht nur ihre Entstehung und Entwicklung, liefert anschauliche Beispiele und Erklärungen der technischen Prozesse, sondern beleuchtet auch die aktuellen gesellschaftlichen Probleme und Herausforderungen, die mit dem Energiesystem verknüpft sind.

Auf die Entstehung und die Komplexität des Energiesystems gehen Kritiker und Kritikerinnen desselben selten ein. Vielmehr werden scheinbar einfache Lösungen propagiert und dankbar aufgegriffen: dass es falsch laufe, dass das System versage und dass Windanlagen abgebaut werden müssten. Eine Lösung ist das bei Weitem nicht. Aber es spart für den Moment die Mühe der Erklärung. Das Buch verfolgt einen anderen Ansatz. Es erklärt das Energiesystem und Teile desselben als gewachsene Infrastruktur, die Aus-

wirkungen auf die Sozialstruktur, unser alltägliches Leben, unsere Werte und Normen und auch politisches Verhalten hat. Es stellt (Teile des) Energiesystems verständlich und doch in seiner Komplexität dar und liefert Grundlagen für ein technisches wie soziopolitisches Verständnis desselben, besonders in seiner ostdeutschen Ausprägung. Es schafft eine Grundlage für eine informierte Auseinandersetzung über die Tücken und Probleme in der Energiewende auf einer Bandbreite von individuellen Präferenzen bis hin zu systemischen Fragen.

Ein Grundverständnis des deutschen Energiesystems herzustellen, scheint derzeit notwendiger denn je. Die Energieversorgung hat zuletzt die Gemüter und die Medien stark erhitzt und innen- und außenpolitisch an Relevanz und Aufmerksamkeit gewonnen. Sei es, dass das Gebäudeenergiegesetz 2023 nach hitzigen Debatten schließlich abgeschwächt und geändert wurde oder dass inzwischen die Abhängigkeit von russischem Erdgas durch Flüssiggas aus Katar, Norwegen und den Niederlanden reduziert worden ist, mit der Option auf die Erhöhung der Liefermengen von geacktem US-amerikanischem Gas. Gleichzeitig kündigten die USA unter Trump den Ausstieg aus dem Pariser Klimaschutzabkommen und das Ausrufen eines Energienotstandes zur Entfesselung der Förderung fossiler Energien an. 2024 ist erstmals die globale Erwärmung im Jahresdurchschnitt auf über 1,5 Grad Celsius angestiegen.¹ Und die Kilowattstunde Strom kostet in Deutschland durchschnittlich mehr als 40 Cent (im Jahr 2000 waren es noch 14 Cent).²

Diese Aspekte des Energiesystems zu erklären, vermögen Politik und Co. kaum noch. Und das hilflose Agieren in Bezug auf die Energiewende ist kein Phänomen der jüngeren Vergangenheit, sondern zeigte sich parteiunabhängig bereits seit Längerem: Entscheidungen zum Atomausstieg wurden gefällt, dann rückgängig gemacht, dann doch wieder ein- und umgesetzt. Klimabgaben wurden durch Kapazitätsreserven ersetzt. Auf ein 100.000-Dächer-Programm zum Ausbau von Solarstromerzeugung folgte der Crash der Solarindustrie. 2004 konstatierte der damalige Bundesumweltminister, dass die Energiewende jeden deutschen Haushalt so viel kosten werde wie eine Kugel Eis pro Monat. Knapp 20 Jahre später kostete allein der Heizkostenzuschuss den Bund so viel wie zehn Milliarden Kugeln Eis.³ Die EEG-Umlage brachte 2022 so viel wie 8,9 Milliarden Kugeln Eis – pro Haushalt etwa 215 Euro.⁴ Im

Vorjahr waren es noch 22,6 Milliarden.⁵ Parallel dazu wurde 2022 das letzte Atomkraftwerk vom Netz genommen, akzeptierten Kohlekumpel das 2020 verabschiedete Kohleverstromungsbeendigungsgesetz als gesellschaftlichen Konsens und verlor die Klimabewegung an Zulauf, die 2019 noch 1,4 Millionen Menschen auf die Straße gebracht hatte. All diese energiebezogenen gesellschaftlichen Entwicklungen sind Vorläufer und indirekte Mitbedingung des Wahlergebnisses von 2025, bei dem 43 Prozent der Bevölkerung zwei Parteien wählten, deren Spitzenkandidat-innen Windräder abbauen lassen wollen.⁶

Veränderungen im Energiesystem sind nicht geradlinig, sondern von Komplexität und Ambivalenz gekennzeichnet. Komplexität ist schwer zu durchdringen; Ambivalenz ist schwer auszuhalten. Wenn populistische Erklärungen verfangen, weil Energiewende und Energiesystem nicht mehr erklärt werden oder nicht mehr nachvollziehbar sind, braucht es dezidierte Gegenmaßnahmen und Erklärungsversuche. Wenn nur noch Energiefirmen oder täglich damit befasste Expert-innen aus Politik, Wirtschaft oder Verwaltung verstehen, wie die Energiewende vonstattengeht, auf welchen Grundlagen sie aufbaut und unter welchen Kriterien sie umgesetzt wird, lassen sich auch Fragen nach den Kosten und Nutzen des Energiesystems nicht mehr beantworten, geschweige denn diskutieren und zielführend verändern. Dabei ist insbesondere unser Stromsystem elementarer Bestandteil der Grundversorgung und Daseinsvorsorge und damit Grundlage für das Funktionieren von Alltag und Gesellschaft. In seiner Ausgestaltung bringt es immer wieder Probleme, Konflikte und Unverständnis hervor. Das Buch erklärt diese als Verflechtung technischer und gesellschaftlicher Aspekte.

Soziotechnische Systeme

Die Probleme und Lösungen im Energiesystem sind zum einen technischer Art. Rohstoffförderung und -verarbeitung, Leitungen oder Verteilsysteme verändern sich durch Innovationen, Anpassungen und neue Anforderungen. Instandhaltungen, Verschleißerscheinungen und neue Bauteile erfordern die Überarbeitung oder Erneuerung eingesetzter Technik. Und auch veränderte Ansprüche oder Bewertungen von Technikfolgen auf Gesellschaft, Umwelt oder Wirtschaft bedingen Innovationen und Veränderungen auf technischer

Seite, die wiederum weitere technische Anpassungen oder Lösungen nach sich ziehen können. Damit werden Energiesysteme bereits dezidiert sozio-technische Systeme, was bedeutet, dass sie nur in einem Zusammenspiel von Technik, Akteuren und Regeln funktionieren.

Veränderungen in technischen Systemen und der Erfolg neuer Technologien hängen dementsprechend auch von sozialen Faktoren ab. Kooperationen, Interaktionen und der Wettbewerb zwischen Akteuren, Regularien und Anreize, Akzeptanz und Folgenabschätzung sowie Einstellungen und Nutzungsroutinen im Alltag bedingen, ob neue Artefakte oder Produktionsverfahren (wie die Glühbirne, das Fahrrad oder die Dampfmaschine)⁷ sich zu einer hauptsächlich eingesetzten Technik entwickeln. Es sind nicht oder nicht ausschließlich Preis und Qualität einer Technik.

Hinzu kommt, dass je größer die technischen Systeme und je umfangreicher die Transformation durch eine technische Innovation ist, desto komplexer und schwieriger ist es, Veränderungen herbeizuführen und technische Innovationen aus ihrem Nischendasein herauszuführen. Denken wir an die Energiewende und das Stromnetz als großes technisches System, kann man von einer Schwelle von etwa 25 Prozent als grobe Zahl für den Erfolg einer technischen Innovation ausgehen. Das heißt, dass sich eine Technik vom Nischenprodukt in Richtung Markt- oder Sektorendurchdringung bewegt und etablierter Teil des technischen Systems wird. Historische Beispiele hierfür ist die Umstellung von Wasserkraft auf Dampfmaschinen und damit Kohle in England zur Zeit der Industrialisierung oder die Umstellung auf Erdöl als Hauptquelle der Energieerzeugung in den USA ab Mitte des 20. Jahrhunderts.⁸ Als aktuelles Beispiel können Windräder dienen, die sich zunächst als technische Innovation in einer Nische entwickelt haben und in den 1990er Jahren kaum über Einzelkonstruktionen einiger begeisterter Entwickler hinausgingen, inzwischen aber 29 Prozent der deutschen Bruttostromerzeugung ausmachen (siehe Kapitel 3).

Diese Entwicklung im Stromsystem brauchte nicht nur die technische Weiterentwicklung von Windkraftanlagen, sondern in Deutschland auch das Energieeinspeisungsgesetz, das strategische Handeln von Unternehmerinnen und politischen Entscheidungsträgern und die Überzeugung, dass Energieerzeugung nachhaltig erfolgen soll. Transformationen durch und mit technischen Innovationen funktionieren nur als Zusammenspiel von Tech-

nik und Gesellschaft. Die Entwicklung einer Technik aus der Nische heraus bedarf bestimmter Faktoren oder Umstände, wie zum Beispiel veränderter Nutzerpräferenzen und internen oder externen Drucks auf das bisher etablierte soziotechnische System. Negative externe Effekte, interne technische Probleme oder strategisches und wettbewerbsorientiertes Handeln erzeugen einen solchen Druck und verbessern die Chancen, dass sich eine Technik durchsetzt. In ähnlicher Weise wirken gesetzliche Rahmenbedingungen oder Förderinstrumente.⁹

Gleichzeitig ist zu beachten, dass etablierte soziotechnische Systeme, besonders wenn es sich um große technische Systeme wie das Stromsystem handelt, vergleichsweise stabil sind. Kohle brauchte zum Beispiel mehrere Jahrhunderte, um die 25 Prozent-Schwelle zu überschreiten, bei Öl dauerte es etwa 80 Jahre. Diese vergleichsweise langsamen Prozesse der Systemdurchdringung zeigen, dass soziotechnische Systeme – einmal etabliert – vergleichsweise träge sind. Sie lassen Transformationen zu, aber sie beruhen zum einen auf einer über Jahrzehnte hinweg ausgebauten Infrastruktur und verfügen in ihrer Materialität ganz faktisch über eine ›Festigkeit‹. Verlegte Leitungen, Kraftwerke oder Umspannwerke wechselt man nicht grundlos gegen eine andere Technik aus. Zum anderen bestehen durch Investitionen und Gewohnheiten auch Pfadabhängigkeiten und Lock-in-Effekte. Kognitive, normative und formale Regeln sowie die Einbettung und Abhängigkeit des etablierten Energiesystems machen es zu einer stabilen Entität, dessen Transformation mehr als nur eine technische Innovation braucht. In anderen Worten: Ein Energiesystem umfasst nicht nur Kabel, Maste, Drähte, zentrale und dezentrale Kraftwerke, Umspannwerke und Steckdosen, sondern auch Elektriker-innen, Händler-innen und Vertriebler, Kraftwerksingenieur-innen, Netzbetreiber, Solarparkprojektierer-innen, Regionalplanende, Anwohner-innen, Anwaltskanzleien, Industrie- und Haushaltskund-innen, deren Verhalten und Einstellungen mitbedingen, ob, wie schnell und in welcher Form sich neue Techniken durchsetzen. Energiesysteme beziehen Ressourcen wie Kohle, Wasser, Wind, Kupfer, Silizium, Stahl oder Gas mit ein, aber auch Wissen und Wissenstransfer, Arbeitsabläufe und Routinen, Erfahrungswerte, Handlungspraktiken, Überzeugungen und Einstellungen. Das Stromsystem funktioniert als Zusammenspiel von Arbeit und Kapital, von Organisationen und menschlichen Akteuren, ma-