

13. April 2023

## Energiewende neu denken: Mehr Klimakapitalismus wagen!

Götz Reichert, Henning Vöpel, André Wolf



© shutterstock / Fit Zstudio

Die Energiewende befindet sich inmitten einer geopolitischen Energiekrise und am Beginn der grünen industriellen Revolution an einem kritischen Punkt: Wenn keine wesentliche Beschleunigung gelingt, droht die Energiewende zu scheitern. Dies hätte dramatische Wohlfahrtsverluste für Generationen zur Folge. Durch staatliche Marktinterventionen und Preisregulierungen wird die reale Angebotsknappheit an erneuerbaren Energien nicht gelöst, sondern nur umverteilt. Die Energiewende gelingt nicht als politisches Wunschkonzert, sondern als ökonomische Transformation. Im Moment verliert sich die Politik im dirigistischen Klein-Klein (z.B. Wärmepumpen), eine Investitionsdynamik ist nicht zu erkennen. Die volkswirtschaftliche Rendite der Energiewende muss sich als Investitionsanreiz am Markt widerspiegeln, damit sie sich realisiert. Die folgenden Punkte sind zentrale Bedingungen für eine erfolgreiche Energiewende:

- ▶ **Skalierung:** Die Versorgung mit erneuerbaren Energien wird nur dann sicher und bezahlbar sein, wenn sie industriell skalierbar wird. Ein „Miniaturland“ reicht nicht aus, um den Anforderungen einer Industrienation zu genügen.
- ▶ **Stabilität:** Ein stabiles Zielbild für die Energiewende ist nicht hinreichend für deren Gelingen. Die Energieversorgung muss zu jedem Zeitpunkt der Transformation stabil sein. Ist dies nicht gewährleistet, wandert industrielle Wertschöpfung ab.
- ▶ **Kapitalmarktfähigkeit:** Die Energiewende muss kapitalmarktfähig werden. Der Umfang der erforderlichen Investitionen ist so hoch, dass staatliche Investitionen nicht ausreichen, sondern privates Kapital mobilisiert werden muss.
- ▶ **Governance:** Die Umstellung von steuerbaren fossilen auf volatile erneuerbare Energien bedeutet einen Systemwechsel, der nicht allein vom Markt vollzogen werden kann. Anreize für Investitionen in Erzeugung und Netze sowie in komplementäre Speicher- und Verbrauchstechnologien (Smart Grid, Wasserstoff etc.) müssen koordiniert und synchronisiert werden.
- ▶ **Innovation:** Grüne Innovationen sind von zentraler Bedeutung. Technologieoffenheit und grüne Leitmärkte sind dabei kein Widerspruch, sondern sinnvolle Ergänzung.

## Inhaltsverzeichnis

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Scheitert die Energiewende, scheitert Deutschland .....</b>  | <b>4</b>  |
| <b>2</b> | <b>Von fossilen zu erneuerbaren Energien: Die schwierige Transformation und Transition des Energiesystems .....</b> | <b>6</b>  |
| 2.1      | Die Logik der Transformation .....  | 6         |
| 2.2      | Spezifische Systemeigenschaften und energiepolitische Ziele .....   | 7         |
| 2.3      | Technische Anforderungen .....  | 8         |
| 2.4      | Restriktionen .....   | 11        |
| 2.5      | Ordnungspolitik der Energiewende: Marktversagen versus Markteffizienz .....   | 11        |
| <b>3</b> | <b>Die Energiewende als grüne industrielle Revolution .....</b>   | <b>12</b> |
| 3.1      | Phasen der industriellen Erneuerung: Transformation als Boom und Business .....                                     | 12        |
| 3.2      | Die Kapitalmarktfähigkeit der Energiewende .....  | 14        |
| 3.3      | Hoher Investitionsbedarf.....   | 15        |
| 3.4      | Volkswirtschaftliche Rendite .....  | 17        |
| 3.5      | Investitionsanreize und optimale Investitionspfade .....  | 18        |
| <b>4</b> | <b>Die Reform des europäischen Strommarktdesigns .....</b>  | <b>20</b> |
| 4.1      | Aktuelle Situation .....  | 20        |
| 4.2      | Diskutierte Instrumente .....   | 21        |
| 4.3      | Vorschläge des cep für die Strommärkte in Deutschland und der EU .....  | 22        |
| 4.3.1    | Politische Risiken senken .....   | 22        |
| 4.3.2    | Investitionssicherheit für erneuerbare Energien stärken .....   | 22        |
| 4.3.3    | Komplementäre Technologien fördern .....  | 23        |
| 4.3.4    | Marktintegration und Netzinfrastruktur ausbauen .....   | 23        |
| <b>5</b> | <b>Fazit: Ein „Big Push“ für die Energiewende – jetzt!.....</b>   | <b>24</b> |

## Präambel

Die notwendige Transformation der Wirtschaftsnation Deutschland zu 100 Prozent Erneuerbarer Energie geht nur in einem Dreiklang: wirtschaftlich, politisch und technisch. Die Versorgungssicherheit für Unternehmen und Verbraucher mit klimaneutraler Energie effektiv und effizient umzusetzen, ist die gemeinsame Verantwortung von Politik, Wirtschaft und Gesellschaft. Jeder an seinem Platz. Das Wegschieben von Verantwortung, die gegenseitige Schuldzuweisung, das Schwarze-Peter-Spiel und auch das sich Verstecken hinter Paragraphen sind wenig hilfreich und kosten wertvolle Zeit für die Umsetzung. Es geht nicht um das Klein-Klein, es geht um das große Ganze. Deutschland hat keine Zeit mehr zu verlieren. Nur so, in einer gemeinsamen Kraftanstrengung, kann ein erfolgreicher Industriestandort Deutschland seiner nationalen und globalen Verantwortung gerecht werden: für Klimaschutz UND für Wohlstand in Deutschland zu sorgen.

Die Studie „Energiewende – neu denken“ des Centrums für Europäische Politik (cep), die das Unternehmen Alterric auf der Grundlage eines vertrauensvollen Diskurses mit Professor Vöpel initiiert und unterstützt hat, zeigt diese Zusammenhänge und Abhängigkeiten auf, erläutert die Schwächen und Versäumnisse der vergangenen Jahre und macht die aktuellen politischen Entscheidungsschwächen objektiv-wissenschaftlich deutlich – aus ordnungspolitischer und marktwirtschaftlicher Perspektive. Aus diesem Kontext werden durch das cep lösungsorientierte Vorschläge entwickelt, wie trotz des immensen Zeit- und Kostendrucks im oben benannten Dreiklang die klare Zielvorgabe – 80 Prozent erneuerbare Energien bis 2030 – noch zu erreichen ist.

Wir dürfen die historischen Notwendigkeiten, aber auch Chancen der Energiewende nicht verspielen. Daher brauchen wir politisch klare gesetzte Ziele und Rahmenbedingungen, um auf dieser Basis mit dem gesamtgesellschaftlichen Pragmatismus, mit neuen Techniken, neuen Verfahren, neuen Produkten erfolgreich zu sein. Nur so können wir auch die existentielle gesellschaftliche Akzeptanz der Transformation schaffen. Der Weg zu einer kosteneffizienten Transformation ist klar: eine klare Ordnungspolitik statt „Mikromanagement“, ein klares Bekenntnis zu mehr Markt und weniger Ideologie und ein systemisches Handeln auf der Grundlage von weniger Bürokratie.

Die Energiewende ist eine neue industrielle Revolution: die Umstellung eines erfolgreichen Industrielandes und Wirtschaftsstandortes auf eine neue Produktionslandschaft – im europäischen und weltwirtschaftlichen Kontext. Ohne attraktive Rahmenbedingungen und die notwendige Mobilisierung von Kapital aus dem Markt wird diese Transformation nicht rechtzeitig gelingen. Und der Klimawandel wird keine Pause machen. Nur ein attraktives Rendite-Risiko-Portfolio wird sowohl volkswirtschaftlich als auch politisch den notwendigen Umsetzungsschub schaffen.

Die Strommärkte der Zukunft brauchen sowohl für Deutschland als auch für die EU belastbare Grundlagen: die politischen Risiken müssen gesenkt werden; die Investitionssicherheit für Erneuerbare Energien müssen gestärkt werden; komplementäre Technologien müssen zielgenau gefördert werden; die Netzinfrastruktur und die Marktintegration müssen verbessert werden.

Die volkswirtschaftliche und die gesellschaftliche Rendite der Energiewende müssen JETZT in private Investitionsanreize übersetzt werden. Nur so entsteht die notwendige Generationen-Rendite. Alterric ist sich als größter Onshore-Grünstromversorger Deutschlands dieser Verantwortung bewusst und stellt sich der Herausforderung: pragmatisch, im Bündnis mit Politik und Gesellschaft und in der festen Überzeugung: 100 % Energiewende – jetzt!

Dr. Frank May, Geschäftsführer Alterric

**Transparenzhinweis: Diese Studie ist mit einer projektgebundenen Zuwendung der Alterric GmbH entstanden.**

## 1 Scheitert die Energiewende, scheitert Deutschland

Die Energiewende lässt sich einfach beschreiben: Sie besteht darin, genügend klimaneutrale Energien zur Verfügung zu stellen, um zwei Ziele zu erreichen: Klimaneutralität herzustellen und gleichzeitig den Wohlstand zu erhalten. Diese einfache Beschreibung beinhaltet jedoch drei Dimensionen: i) einen ökologischen, der die Zeitachse bestimmt, ii) einen technisch-physikalischen, der das System bestimmt, und iii) einen ökonomischen, der die Effizienz bestimmt. Während die physikalischen und ökologischen Zusammenhänge mehr oder weniger bekannt sind, ist der ökonomisch optimale Pfad der Energiewende unbestimmt, aber er wird durch den ökologischen Zeitfaktor und das technische System wesentlich vorgegeben. Die Technologien sind im Wesentlichen vorhanden, aber auf der Zeitachse hat die Menschheit ein sehr ernstes Problem – welches nur auf globaler Ebene zu lösen ist, aber gemäß dem Pariser Abkommen gleichwohl in jeder Volkswirtschaft zu Anstrengungen führen muss. Damit spitzt sich die Energiewende auf die ökonomische Frage zu, wie der Pfad zur Klimaneutralität effizient ausgestaltet werden kann und wie die Instrumente ausgestaltet werden müssen.

Die Klimarendite, die am Ende der Transformation in Form von sicherer, bezahlbarer und klimaneutraler Energieversorgung steht, muss an den Beginn der Transformation und den Anfang aller Wertschöpfung vorgezogen werden, um Anreize für Investitionen in erneuerbare Energien und in komplementäre Technologien zu implementieren. Je weniger und später erneuerbare Energien ausreichend zur Verfügung stehen, desto teurer wird alles andere, ob Gebäudesanierung oder Mobilitätswende. Es gilt das Prinzip des Fahrradfahrens: je schneller die Vorwärtsbewegung, desto stabiler und leichter ist die Fahrt. Um die erneuerbaren Energien, die volatil und dezentral erzeugt werden, muss sich ein neues technisches System und ein ökonomisches Ökosystem bilden.

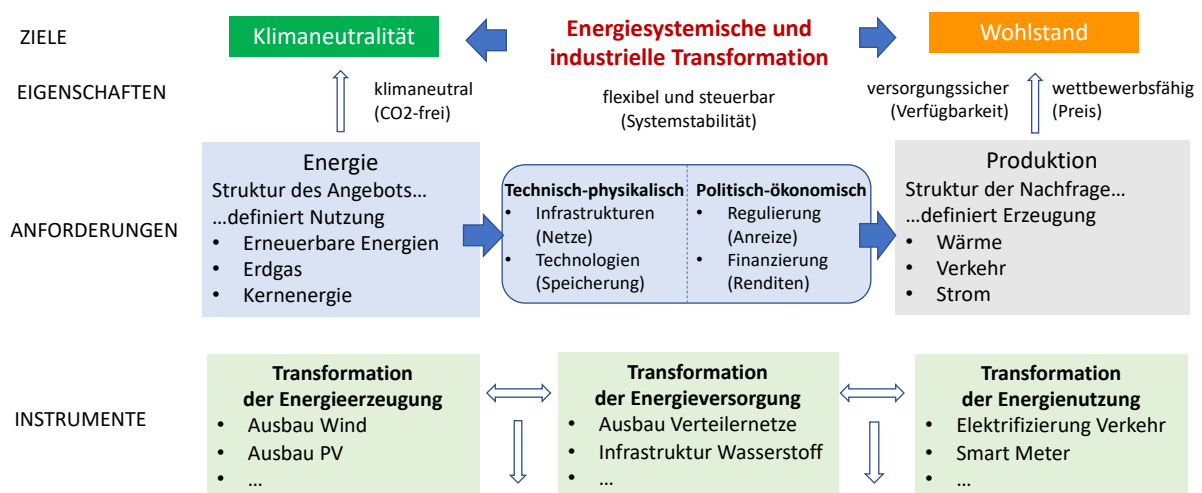
Derzeit steht die Energiewende trotz aller politischen Maßnahmen und Diskussionen ökonomisch am Scheideweg. Was niemand aussprechen will, kann gleichwohl passieren: dass die Energiewende scheitert. Streng genommen ist sie schon einmal gescheitert, wie die akute Energiekrise infolge des russischen Krieges in der Ukraine gezeigt hat. Die sprunghaft gestiegenen Energiepreise spiegeln reale Knappheit wider. Sie bestehen aus den auf den Gegenwartszeitpunkt diskontierten Versäumnissen der Vergangenheit und den vom Markt bewerteten Unsicherheiten über die Zukunft. Die gesamtwirtschaftlichen Kosten des Klimawandels und einer möglichen Deindustrialisierung Deutschlands kommen hinzu. Durch den Inflation Reduction Act der USA und den Net-Zero Industry Plan der EU hat sich zusätzlich ein geo- und industriepolitisches Spannungsfeld ergeben. Deutschland und Europa könnten mit den grünen Technologien auch die nächste industrielle Revolution verpassen und Wohlstand dauerhaft verlieren, wenn der nächste Investitions- und Innovationszyklus verpasst wird. Die Erwartung einer sicheren und wettbewerbsfähigen Energieversorgung ist dabei einer der wichtigsten Standortfaktoren für Investitionsentscheidungen. Eine gescheiterte Energiewende hätte für Deutschland somit dauerhaft hohe Kosten zur Folge.

Ein Blick in die Wirtschaftsgeschichte zeigt, dass in großen industriellen und technologischen Umbrüchen immer immense Reallokationsprozesse stattfanden, die für Jahre und Jahrzehnte bestimmend waren, und dass immer ein großer Kapitaleinsatz damit verbunden war. Dieser wichtige Aspekt wird, so die Argumentation dieser Studie, in der derzeitigen Debatte neben allen zweifellos wichtigen regulatorischen und politischen Details erkennbar vernachlässigt. Dabei sind (kapital-)marktfähige Investitionen jener Hebel, der die Klimaschutzrendite in direktes ökonomisches Handeln übersetzt und zugleich jene Geschwindigkeit möglich macht, die angesichts von ökologischen und sozialen Kipppunkten

bei Klima und Wohlstand angezeigt ist. Gemessen daran denken wir die Energiewende zwar politisch, aber ökonomisch immer noch viel zu klein. Die Pandemie ist nicht mit dem Klimawandel vergleichbar, in der Investitionslogik aber schon: Investitionen in die Entwicklung eines Impfstoffes zur Beendigung der Pandemie waren volkswirtschaftlich in fast beliebiger Höhe gerechtfertigt. Dadurch wurden Investitionen vorgezogen: Je früher die Pandemie gestoppt wird, desto höher die Rendite und desto stärker lohnt es sich, Investitionen vorzuziehen.

Unterhalb dieser ökonomischen Ebene wird die beschriebene Herausforderung technisch und ökonomisch komplex: Das bestehende Energiesystem, das heute ein Mischsystem aus erneuerbaren und fossilen Energien ist, muss im laufenden Betrieb, also unter Wahrung der Versorgungssicherheit, zu einem technisch und ökonomisch völlig anderem Energiesystem aus- und umgebaut werden (vgl. Abbildung 1). Ist es noch relativ einfach, den Anteil der erneuerbaren Energien am Gesamtmix graduell zu erhöhen, wird es jedoch enorm anspruchsvoll, das System vollständig auf erneuerbare Energien umzustellen, denn Strom aus Wind und Sonne hat gegenüber fossilen Energien spezifische Eigenschaften, v.a. seine volatile Erzeugung und geringe Speicherfähigkeit. Langfristszenarien gehen von einer Verfünfachung der derzeitigen Erzeugungskapazität erneuerbarer Energien aus.

**Abbildung 1: Energiewende als systemische Transformation**



Quelle: eigene Darstellung

Wenn die Energiewende eine Aktie wäre – würde man sie heute kaufen oder verkaufen? Klar ist, von einer erfolgreichen Energiewende sind wir noch weit weg. Die hohe politische Zeitpräferenz der Energiewende muss sich letztlich in Renditen widerspiegeln, um entsprechende Investitionsanreize zu geben. Es geht dabei nicht primär um privatwirtschaftliche Gewinne, sondern um marktwirtschaftliche Wege, die volkswirtschaftlichen Renditen einer erfolgreichen Energiewende zu realisieren. Auch ein „zentraler Planer“ würde die Wohlfahrt nach Maßgabe der wohldefinierten volkswirtschaftlichen Renditen maximieren. Die Transformation ist im Fall der Energiewende jedoch so komplex, dass zwingend ein marktwirtschaftlicher Suchprozess für Lösungen gebraucht wird. Der Preismechanismus deckt auf, wo reale Knappheit existiert, und gibt Anreize, diese effizient zu reduzieren. So wie der Klimawandel „Kostenwahrheit“ über unser Handeln erfordert, gilt dies auch für Energiewende. Der Kampf gegen den „Teufel im Detail“ lässt sich jedenfalls nicht mit politischer Planung allein gewinnen.

## 2 Von fossilen zu erneuerbaren Energien: Die schwierige Transformation und Transition des Energiesystems

### 2.1 Die Logik der Transformation

Die aktuelle politische Diskussion droht sich in genau eben diesen Details zu verlieren, obgleich die Energiewende immer noch ganz am Anfang steht. Rationierung und Subventionierung von Energie sind zu diesem frühen Zeitpunkt keine Strategie, denn sie ist nicht durchhaltbar. Dieser Politik liegt ein falsches Verständnis von Transformation zugrunde: Sie ist keine chirurgische Operation, sondern ein emergenter Prozess, der sich in eine technologieoffene und institutionell unterbestimmte Zukunft hinein entwickelt. Eines lässt jedoch keinen Aufschub zu: Die Erreichung der Klimaziele. Das Europäische Emissionshandelssystem ist die zentrale Regulierung: Der exogene Reduktionspfad wird über einen endogen bestimmten Preispfad zu den geringstmöglichen Kosten erreicht. Soweit die Theorie. Die Transformation des Energiesystems wird jedoch begleitet von Markt- und Koordinationsversagen, so dass der Preismechanismus allein nicht effizient ist. Infrastrukturentscheidungen müssen getroffen werden, um einzelwirtschaftliche Aktivitäten auf einen gemeinsamen Pfad zu koordinieren und über Netzwerkeffekte skalierbar zu machen. Solche Entscheidungen implizieren zumeist jedoch auch eine Technologie-Entscheidung, weshalb das Postulat der Technologieneutralität ambivalent ist. Weitere Voraussetzungen müssen also geschaffen werden, denn sonst führt der steigende CO<sub>2</sub>-Preis lediglich zu Carbon Leakage und industrieller Schrumpfung in Deutschland und Europa. Damit die Energiewende gelingt, müssen die folgenden „sieben Todsünden“ dringend angegangen werden:

1. **Dirigismus (→ weniger Staat):** *Die Politik droht die Energiewende kleinteilig zu übersteuern, eine klare Ordnungspolitik ist sinnvoller als politisches Mikromanagement. In der nächsten Phase der Energiewende kommt es vor allem darauf an, einen großen Schritt zu machen, um Irreversibilität und Synergien zu erzeugen. Ein zu enges Korsett aber erzeugt „Deformation“, keine Transformation.*
2. **Ideologie (→ mehr Markt):** *Der grüne Kapitalismus ist derzeit nicht kapitalmarktfähig, aber der Kapitalbedarf der gesamten Energiewende ist so enorm, dass ohne private Innovationen keine grüne Transformation stattfinden wird. Das gilt in fast allen Bereichen der Wirtschaft, z.B. in der Wohnungswirtschaft, in der der Gebäudebestand hohen langfristigen Investitionsbedarf nach sich zieht. Die gesellschaftliche Klimarendite (zur Internalisierung externer Effekte) muss an die Investoren weitergereicht werden.*
3. **Wunschdenken (→ mehr Pragmatismus):** *Die Energiewende ist derzeit strukturell instabil, denn zwar ist die Energiewende im Endzustand stabil, der Transformationspfad selbst jedoch instabil. Ein Haus muss analog nicht nur im fertigen Zustand statisch stabil sein, sondern zu jedem Zeitpunkt seiner Errichtung, weil es sonst zusammenfällt, bevor es fertig ist. Versorgungssicherheit und Wettbewerbsfähigkeit müssen für ein exportorientiertes Industrieland wie Deutschland während des gesamten Transformationsprozesses gewährleistet sein.*
4. **Kleinteiligkeit (→ mehr Mut):** *Die Energiewende wird in ihrer ökonomischen Bedeutung und politischen Herausforderung nach wie vor unterschätzt, denn an einer erfolgreichen Energiewende hängen Wohlstand und sozialer Frieden gleichermaßen. Das Ziel ist nicht weniger als die vollständige Dekarbonisierung der gesamten Wirtschaft. Die Eisenbahnen in den USA des frühen 19. Jahrhunderts haben das funktionierende und etablierte System der Postkutschen trotz ökonomisch überlegener Technologie nur verdrängen können, weil es genügend unternehmerische Vision dafür gab.*

5. **Konzeptlosigkeit (→ mehr Koordination):** *Die Governance der Energiewende ist derzeit dysfunktional, denn sie „denkt“ nicht systemisch genug. Das Energiesystem besteht aus interdependenten Strukturen. Ein mögliches Koordinationsversagen besteht in zirkulären Voraussetzungen, die eine Art Transformationsparadoxon erzeugen: alle wollen es, aber niemand fängt an. Die Energiewende muss viel stärker mit der Mobilitätswende, der Wärmewende und der Industrietransformation synchronisiert werden. Das setzt eine ordnungspolitisch saubere Aufgabenteilung zwischen Staat und Markt voraus.*
6. **Bürokratie (→ mehr Geschwindigkeit):** *Die fehlende Geschwindigkeit droht die Energiewende auszubremsen. Bei der Transition von einem System in ein anderes entstehen temporäre Trade-offs, konkret in der Energiewende zwischen Emissionsreduktion und Versorgungssicherheit. In diesem Sinne sind die langsamen Genehmigungsverfahren Gift für die gesamte Energiewende. Diese lassen sich umso besser überwinden, je früher und schneller sie adressiert werden. Wenn das Angebot zu langsam ausgebaut wird, lohnt sich auf der Nachfrageseite nicht die technologische und infrastrukturelle Umstellung („Systemexternalität“). Es kann also eine „Geschwindigkeitsrendite“ erzielt werden, indem das Trägheitsmoment des Systems überwunden wird.*
7. **Alleingänge (→ mehr Europa):** *Deutschland verliert seine Energiewende politisch in Europa, denn die Diskussion um das europäische Strommarktdesign und den europäischen Energiebörsenmarkt wird mittlerweile von anderen Ländern, u.a. Frankreich, dominiert. Die deutsche Energiewende lässt sich aber politisch und ökonomisch nicht mehr unabhängig von Europa denken. Gerade für die deutsche Energiewende, die bislang aus allem aus-, aber in nichts eingestiegen ist, gilt, dass sie nur europäisch erfolgreich sein kann.*

Alle diese Bremsklötze der Energiewende können dadurch überwunden werden, dass nun ein großer und schneller Schritt getan wird. Die realen Erzeugungskapazitäten müssen so stark erweitert werden, dass das neue System „arbeiten“ und das alte verdrängt werden kann. Wesentliche Transformationsmechanismen werden dadurch erst in Gang gesetzt: Grüne Investitionen werden kapitalmarktfähig und Innovationen werden ausgelöst. Ohne diese wesentlichen Treiber von Transformation bleiben alle regulatorischen und politischen Stellschrauben wirkungslos.

## 2.2 Spezifische Systemeigenschaften und energiepolitische Ziele

Die politische Festlegung auf (ausschließlich) erneuerbare Energien schafft aufgrund ihrer spezifischen Eigenschaften, nämlich volatil und kaum regelbar zu sein, neue Trade-offs zu den beiden anderen Zielen des energiepolitischen Zieldreiecks: der Wirtschaftlichkeit und der Versorgungssicherheit. Die Transition von einem fossilen zu einem ausschließlich erneuerbaren Energiesystem erfordert dementsprechend eine umfassende technisch-systemische und ökonomisch-regulatorische Transformation, die Energiewende also.

Eine zukunftssichere Energieversorgung weist zentrale Eigenschaften auf: Sie muss klimaneutral, versorgungssicher, energieeffizient und kostenverträglich sein. **Klimaneutralität** bedeutet, dass das System langfristig keine Netto-Treibhausgasemissionen erzeugt. Energieversorgung und Anwendungstechnologien in den Verbrauchssektoren müssen hierzu so weit wie möglich dekarbonisiert werden. In den Fällen, wo dies nicht zu wirtschaftlichen Bedingungen möglich ist, sollten verbleibende THG-Emissionen durch Technologien wie CO<sub>2</sub>-Abscheidung kompensiert bzw. vermieden werden. **Versorgungssicherheit** bedeutet, dass die jederzeitige Verfügbarkeit von Energie auch zukünftig garantiert

werden kann. Dies setzt einen kohärenten Mix aus Netzausbau, Speicherkapazitäten und Flexibilitätsinstrumenten auf der Nachfrageseite voraus, um natürlichen Schwankungen im Stromdargebot flexibel begegnen zu können. **Energieeffizienz** bedeutet, dass das Gesamtsystem auf die maximale Verwertung der begrenzten Potenziale für die Nutzung Erneuerbarer Energien ausgerichtet ist, Verluste an Nutzenergie in Umwandlungsprozessen minimiert werden. **Kostenverträglichkeit** bedeutet, dass die Mechanismen des Gesamtsystems eine wettbewerbsfähige Energieversorgung sicherstellen, die einzelne Gruppen zugleich nicht überproportional belastet.

Diese Ziele sind nicht spannungsfrei. Für die Übergangsphase gilt es daher, Trade-offs transparent zu machen und Abwägungen zu treffen. Regulatorische Instrumente sollten mit Blick auf diese Trade-offs und möglicher Wechselwirkungen analysiert werden. Im Folgenden werden die aus den Zielen erwachsenden technischen Anforderungen an unterschiedliche Akteure im System näher definiert.

### 2.3 Technische Anforderungen

Das klimaneutrale Energiesystem der Zukunft setzt gänzlich neue Anforderungen an alle Akteure des Systems. Es gilt, einen stetig wachsenden Anteil natürlich-volatiler Stromerzeugung in das System zu integrieren, ohne die Sicherheit und Kostenverträglichkeit der Energieversorgung zu gefährden. Dazu bedarf es vor allem zusätzlicher Puffer und Flexibilitätsinstrumente, sowie einer stärkeren marktgesteuerten Synchronisation aller Akteure. Im Folgenden sind die Anforderungen an einzelne Akteure/Systemeinheiten im System aufgelistet.

- **Kapazitäten für Stromerzeugung:**

Beim Umbau der Stromerzeugung müssen der Ausbau und die Marktintegration von Erzeugungskapazitäten aus erneuerbaren Quellen Priorität besitzen. Dies ist entscheidende Voraussetzung für eine **klimaneutrale** Energieversorgung. In Deutschland wird auch zukünftig der dominierende Teil dieser EE-Kapazitäten auf den natürlich-volatilen Energieträgern Wind und Sonne fußen.<sup>1</sup> Für die Sicherstellung von **Versorgungssicherheit** müssen deshalb ergänzend flexible Kapazitäten vorgehalten werden, die die natürlichen Schwankungen im Dargebot an Wind- und PV-Strom zeitnah ausgleichen können. Für den Übergangszeitraum der nächsten Jahre wird Erdgas als Energieträger für solche flexible Kapazitäten noch unverzichtbar bleiben. Fraglich ist, inwieweit durch Technologien der CO<sub>2</sub>-Abscheidung und Speicherung (CCS) auch hier bereits kurzfristig Klimaneutralität erzielt werden kann. Langfristig sollte für den Bereich der Spitzenlastkraftwerke ein Umstieg auf klimaneutrale Energieträger wie grüner Wasserstoff und Biomasse erfolgen. Im Falle von Biomasse bietet die Kombination mit CCS sogar das Potenzial für Negativemissionen (BECCS), die als Ausgleich für unvermeidbare Industrie-Emissionen langfristig wichtig werden könnten. Dasselbe gilt für die CO<sub>2</sub>-Abscheidung direkt aus der Luft.<sup>2</sup> Ergänzend müssen zudem auch Stromverbraucher als „Prosumer“ zukünftig zeitflexibel in die Erzeugung eingebunden werden. Die **Kostenverträglichkeit** der Erzeugungskapazitäten ist zugleich über ein Fördersystem sicherzustellen, das eine Allokation der neu zu schaffenden Kapazitäten für die dafür effizientesten Flächen sicherstellt. Neben den zu erwartenden Stromerträgen sind auch die verursach-

---

<sup>1</sup> Ariadne (2021). Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität 2045 – Szenarien und Pfade im Modellvergleich. Report Ariadne-Projekt.

<sup>2</sup> Prognos/Öko-Institut/Wuppertal-Institut (2021). Klimaneutrales Deutschland 2045 - Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann. Studie im Auftrag von Stiftung Klimaneutralität /Agora Energiewende / Agora Verkehrswende.



ten gesamtsystemischen Kosten (entstehende Anforderungen an Speicher- und Transportinfrastruktur) in die Effizienzbetrachtungen einzubeziehen. Auch die Frage des Repowering von Altanlagen sollte sich an diesen Effizienzkriterien orientieren.

- **Kapazitäten für Stromspeicherung:**

Die vermehrte Zwischenspeicherung von Strom ist zukünftig essenziell für den Ausgleich natürlicher Stromerzeugungsschwankungen. Sie trägt zur stärkeren Integration erneuerbarer Energieträger in den Strommix bei, indem sie die Abregelung von Anlagen in Zeiten der Überschusserzeugung (sogenannten „Wegwerfstrom“) unnötig macht. Stromspeicher tragen so zur **Klimaneutralität** der Stromerzeugung bei. Damit das gelingt, bedarf es eines guten Mix an Speichertechnologien für die kurze und die lange Frist. Die Aufgabe kurzfristiger Speicher ist es, temporäre Erzeugungsschwankungen durch zeitnahe flexible Ein- und Ausspeicherung auszugleichen. Als Anforderungen im Mittelpunkt stehen hier eine hohe Umwandlungseffizienz und eine kurze Ladedauer. Nach gegenwärtigem Technologiestand sind diese Anforderungen am ehesten bei Batteriespeichern erfüllt.<sup>3</sup> Langfristige Speicher dienen der Überbrückung systematischer Erzeugungsschwankungen, z.B. saisonalen Erzeugungsmustern bei PV-Strom. Eine größere Energiemenge soll hier auf längere Zeit vorgehalten werden. Zentrale Anforderungen an die langfristige Speicherung sind deshalb eine hohe Energiedichte und geringe Bestandsverluste in der Speicherung. Dafür wird es anderer Technologien neben Batteriespeichern bedürfen. In Frage kommt neben konventionellen Pumpspeicherkraftwerken dafür zukünftig die Zwischenspeicherung in grünen Wasserstoff. Vor allem die langfristigen Speicher können damit neben der Unterstützung Erneuerbarer auch einen Beitrag zur **Versorgungssicherheit** leisten. Zugleich trägt die Aktivität von Speicherbetreibern auch zur **Kostenverträglichkeit** bei. Auf funktionierenden Strommärkten werden Speicherbetreiber als Arbitrageure tätig, deren Ausnutzung von Preisschwankungen zur Glättung der Preisprofile im Zeitverlauf beiträgt. Insbesondere Preisspitzen könnten, ausreichende Speicherkapazitäten vorausgesetzt, durch zeitnahe Ausspeicherung abgemildert werden. Durch die Minimierung von „Wegwerfstrom“ können Speicher auch zur **Energieeffizienz** des Gesamtsystems beitragen. Voraussetzung ist auch hier ein an den marktwirtschaftlichen Gesetzen orientierter Betrieb, der die Systemdienstleistung der Speicher den entstehenden Energieverlusten (Umwandlung, Transport, Bestand) gegenüberstellt. Schließlich ist auch im Hinblick auf die Speicherfunktion zukünftig die Integration der „Prosumer“ mitzudenken. Hierfür muss deren Marktintegration vorangetrieben werden.

- **Stromnetzinfrastuktur:**

Der wachsende Anteil natürlich-volatiler Stromerzeugung setzt auch neue Anforderungen an die Stromnetze im Kurz- und Langstreckentransport. Für die Übertragungsnetze stellt vor allem die wachsende räumliche Disparität zwischen Erzeugungs- und Verbrauchsstandorten eine Herausforderung dar. Während sich ein bedeutender Teil des Windkraftausbaus im Hinterland der norddeutschen Küsten sowie Offshore konzentrieren wird, werden die industriellen Zentren des Stromverbrauchs auch mittelfristig eher im Westen und Süden der Republik verortet sein. Die Netzinfrastruktur muss entsprechend auf den Langstreckentransport großer Energiemengen ausgelegt sein. Die Volatilität der erzeugten Mengen verursacht zusätzliche organisatorische Herausforderungen und Kosten für das Einspeisemanagement. Nachfrageseitig führen die sich im Zusammenhang mit der Elektrifizierung von Industrie, Gebäudesektor und Verkehr verändernden Lastmuster zu weiteren Herausforderungen für

---

<sup>3</sup> Schmidt, O., Melchior, S., Hawkes, A., & Staffell, I. (2019). Projecting the future levelized cost of electricity storage technologies. *Joule*, 3(1), 81-100.

das Netzmanagement. Ein paralleler Ausbau von Speicherkapazitäten kann hier kostensenkend wirken, erfordert aber auch eine Koordination mit dem Netzausbau. Für die Verteilnetze führt eine räumlich zunehmend dezentrale Erzeugungsstruktur zu neuen Aufgaben. Sie sind nicht länger nur Endverteiler, sondern auch Einspeisepunkt für Erzeuger. Auch sie müssen sich zukünftig am Einspeisemanagement beteiligen und Aufgaben zur Netzstabilisierung wahrnehmen. Das erfordert zusätzliche Ressourcen. Ein auf diese Aufgaben ausgerichteter Netzausbau ist gleichermaßen elementar für die zukünftige **Klimaneutralität** und **Versorgungssicherheit** des Energiesystems. Er trägt auch zu einer Erhöhung der **Energieeffizienz** des Gesamtsystems bei, indem er Bedarfe zur temporären Abregelung von EE-Anlagen verringert. Zur Sicherstellung der **Kostenverträglichkeit** des Netzausbaus wird es vor allem notwendig sein, die administrativen Umsetzungskosten zu senken.

- **Strommärkte:**

Den Strommärkten wird auch zukünftig die entscheidende Rolle bei der Koordination von Stromangebot und -nachfrage und der Allokation von Strom an verschiedene Verbraucher zukommen. Die wachsende Bedeutung natürlich-volatiler Erzeugung macht eine dezentrale Steuerung über Preissignale mehr denn je erforderlich. Nur wenn sich Situationen erzeugungsseitiger Engpässe in hohen Erzeugerpreisen äußern, bestehen ausreichende ökonomische Anreize für die Investition in Spitzenlastkapazitäten. Dasselbe gilt für die Incentivierung der zukünftig in Zwischenspeicherung und Verbrauch erforderlichen Flexibilitätsinstrumente. Richtschnur für ein Marktdesign sollte die Bewahrung der Fähigkeit von Marktpreisen sein, (i) reale Knappheiten in zeitlich und räumlich hoher Schärfe zu spiegeln und (ii) eine Allokation von Erzeugung und Verbrauch auf Basis realer Kosten und Nutzen zu leisten. Ein derart gestaltetes Marktdesign trägt unmittelbar zur **Versorgungssicherheit** bei, indem es die Wirkung von Preisen als Indikator für kurz- und langfristige Engpassrisiken bewahrt. Es weist zudem den Weg zur **Klimaneutralität**, indem es die Wirksamkeit der kostenbasierten Merit Order sicherstellt, den Vorrang der inframarginalen EE-Anbieter am Markt sichert. Dies trägt auch zur **Kostenverträglichkeit** der Stromerzeugung bei. Unverzerrte Preissignale bieten zielgerichtete Anreize zum Energiesparen, was sich positiv auf die **Energieeffizienz** auswirkt. Diese Gestaltungsanforderungen gelten grundsätzlich nicht nur für den Großhandel (Strombörse), sondern auch für die Endverbrauchermärkte.

- **Endverbraucher:**

Die (direkte oder indirekte) Elektrifizierung weiter Teile der Ökonomie wird zukünftig das Portfolio an Verwertungsoptionen von elektrischem Strom deutlich erweitern.<sup>4</sup> Dies ist eine wesentliche Voraussetzung für die **Klimaneutralität** des Endenergieverbrauchs. Der hierfür geeignete Technologiemix wird – abhängig von den prozessbezogenen Anforderungen – von Branche zu Branche differieren. **Energieeffizienz** setzt voraus, dass Investitionen über den Marktmechanismus in die sektoral jeweils effizientesten Anwendungstechnologien gelenkt werden. Mit der Elektrifizierung einher gehen auch neue charakteristische Lastprofile, die sich teilweise überlappen. So dürfte mit zunehmender Marktdurchdringung von Elektromobilität und Stromheizungen der Anteil der Abendstunden am Tagesstromverbrauch der Haushalte zunehmen. Hierdurch bedingte neue Lastspitzen können infrastrukturelle Mehrkosten in Form größerer Speicher- und Netzkapazitätsbedarfe nach sich ziehen. Im Sinne der **Versorgungssicherheit** und der **Kostenverträglichkeit** sollten die Verbraucher deshalb aktiv in das Stabilitätsmanagement der Netze eingebunden werden. Zugleich müssen vulnerable Endverbraucher

---

<sup>4</sup> Vgl. Ariadne (2021).

in Industrie und Haushaltssektor aber auch selbst vor dem Risiko starker Preisanstiege geschützt werden.

## 2.4 Restriktionen

Bei der Erreichung der mit der Transformation verbundenen Ziele stehen Politik und Wirtschaft einer Reihe von Systemrestriktionen gegenüber. Diese sind aber mittelfristig überwindbar oder können zumindest abgeschwächt werden.

- **Natürliche Restriktionen:**

Eine wesentliche natürliche Restriktion für den Ausbau des Angebots an grüner Energie in Deutschland stellt die begrenzte Verfügbarkeit geeigneter Flächen dar. Das betrifft vor allem die Onshore-Windkraft. Umso wichtiger ist es, über systemische Anreize die räumliche Allokation von Anlagen in Richtung der ertragreichsten, aber auch für die Versorgungssicherheit effizientesten Flächen zu lenken. Zudem kann über die Raumplanung das verfügbare Flächenangebot mittelfristig ausgeweitet werden. Hier kommen jedoch technische Restriktionen hinzu, die vor allem in den Übertragungsnetzen liegen. So sind im Norden relative Überkapazitäten entstanden, während der Süden unterversorgt ist. Es müssen daher auch im Süden Windanlagen mit geringerer Effizienz im Vergleich zum Norden entstehen, ansonsten fehlt in der Industrieregion Kapazität.

- **Technologische Restriktionen:**

Die technologischen Restriktionen betreffen die Verwertung der gewonnenen erneuerbaren Primärenergie im System. Dazu zählen zum einen die energetischen Verluste in Speicherung, Transport sowie bei der Umwandlung in flexibel nutzbare Energieträger wie Wasserstoff. Zum anderen sind die technischen Grenzen bei den Einsparmöglichkeiten im Endenergieverbrauch zu nennen. Diese Arten von Restriktionen können durch technologischen Fortschritt zukünftig verringert werden.

- **Gesellschaftliche Restriktionen:**

Die gesellschaftlichen Restriktionen betreffen das Verhalten der Akteure. Dazu gehören zum einen Formen des Widerstands gegen den Ausbau physischer Systemkomponenten wie Windkraftanlagen und Stromnetze. Zum anderen fallen hierunter auch Vorbehalte gegenüber Instrumenten zur Verbrauchsflexibilisierung und mangelnde Bereitschaft zur Anpassung des individuellen Energienutzungsverhaltens.

## 2.5 Ordnungspolitik der Energiewende: Marktversagen versus Markteffizienz

Das Ziel der Energiewende ist die vollständige Umstellung auf erneuerbare Energien, um klimaneutralen Wohlstand zu ermöglichen. Die Energiewende hat zwei zentrale Anforderungen: Erstens muss die volkswirtschaftliche Rendite der Energiewende in entsprechende Marktanreize übersetzt werden, damit sie sich durch reale Reallokationsprozesse realisiert. Zweitens soll sich die Energiewende effizient vollziehen, was durch Regulierung und Marktdesign unterstützt werden kann. Insbesondere soll der Ausbau erneuerbarer Energien effizient erfolgen, das heißt, die Kapazitäten sollten dort entstehen, wo die Erzeugung von Energie effizient ist, wo also zum einen Sonne und Wind ertragreich sind, für die Versorgung sinnvoll genutzt und zum anderen die Bodennutzung möglichst geringe Opportunitätskosten verursacht. Die Investitionsentscheidung und die Investitionen sollten dabei von privaten Akteuren

getroffen bzw. finanziert werden. Sie können am Markt die effizientesten Bedingungen verhandeln und zugleich optimale Innovationen und Ersatzzeitpunkte für Modernisierungsinvestitionen bestimmen. Die Investition in erneuerbare Energien weisen ökonomisch jedoch einige Besonderheiten auf, die regulatorisch und wirtschaftspolitisch bedeutsam sind: Die Fixkosten sind im Verhältnis zu den variablen Kosten hoch. Die Grenzkosten sind im Vergleich gering (*Pachten sind jedoch erlösabhängig zu zahlen*), weshalb erneuerbare Energien zwar günstig, aber als private Investition schwieriger refinanzierbar sind. Denn die Marktpreisbildung erfolgt zu sehr geringen Grenzkosten, weshalb die Fixkosten womöglich nicht über den Lebenszyklus hinweg gedeckt werden können. Im Moment sorgen die durch die Emissionszertifikate teurer werdenden fossilen Erzeuger für ausreichend Produzentenrente für die erneuerbaren Energien, da sie den Marktpreis bestimmen. In einem Markt ausschließlich erneuerbarer Energien aber wird der Preis sinken und zugleich die Volatilität zunehmen, die Versorgungssicherheit also nicht gegeben sein. Was ist der Preis für Versorgungssicherheit und die Zahlungsbereitschaft der Verbraucher, in entsprechende komplementäre Technologien zu investieren? Diese Entscheidung sollte im Sinne der Technologieneutralität den Akteuren selbst überlassen bleiben. Dies bedeutet im Umkehrschluss, dass das Merit-Order-System ein ganz wichtiger Mechanismus ist, um das Phase-out der fossilen und das Phase-in der erneuerbaren Energien zu unterstützen. Je stärker sich das Energiesystem zu einem ausschließlich erneuerbaren entwickelt, desto schwieriger wird es, die private Investition zu refinanzieren. Das Grenzwindrad wird immer teurer, denn der Wind- oder Sonnenertrag wird geringer, gleichzeitig trägt es aber wesentlich zur Versorgungssicherheit bei, weil es das Erzeugungsrisiko diversifiziert. Diese Diversifizierungs- und Angebotsstabilisierungsfunktion wird vom Markt vergütet. Sind die fossilen Energien vollständig aus dem Markt gedrängt, profitieren die erneuerbaren Energien nicht mehr von dem höheren Marktpreis und auch nicht von den steigenden Zertifikatspreisen. Die Klimaschutzrendite fällt bei den privaten Investitionen in erneuerbare Energien weg; sie ist jedoch das wesentliche ökonomische Motiv für die Investition.

Dies ist kein grundsätzliches Marktversagen, aber der Staat hat zuletzt in der akuten Energiekrise durch Marktintervention versucht, das Energieangebot zu rationieren und zu bezahlbaren Preisen bereitzustellen. Die Knappheit selbst hat der Staat dadurch aber nicht reduziert. Was der Staat ordnungspolitisch jedoch tun kann und tun sollte, ist die Bereitstellung planungssicherer Rahmenbedingungen, etwa die verlässliche Dauer von Genehmigungsverfahren. Der Staat kann also durch eine optimale Risikoteilung mit den privaten Akteuren zur Versorgungssicherheit zu volkswirtschaftlich effizienten Kosten beitragen. Versorgungsstabilität ist eine sogenannte Systemdienstleistung, die durch entsprechende Anreizregulierung effizient bereitgestellt wird. Wie dies gelingen kann, ist Gegenstand der Reform des europäischen Strommarktdesigns. Die Kosten der Versorgungssicherheit an den Verbrauch weiterzugeben, schafft Anreize, in komplementäre Speicher- und Verbrauchstechnologien zu investieren. Eine höhere Geschwindigkeit in der Umstellung auf ein System ausschließlich erneuerbarer Energien macht die Transformation friktionsloser und effizienter, weil man schneller gegen das neue System wettbewerbsfähiger und versorgungssicherer Energieversorgung konvergiert. Sonst läuft das System in Rationierungsregime und Preisinterventionen.

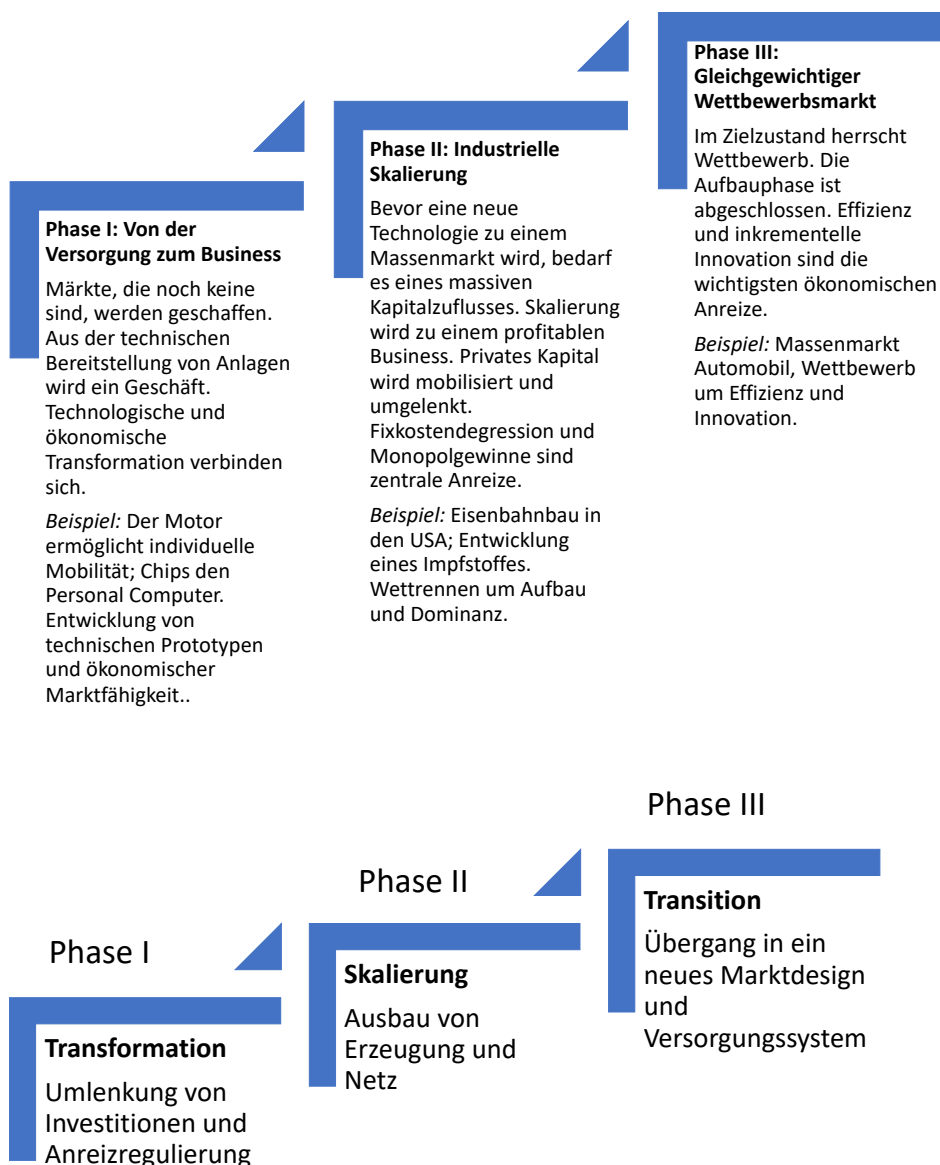
### **3 Die Energiewende als grüne industrielle Revolution**

#### **3.1 Phasen der industriellen Erneuerung: Transformation als Boom und Business**

Große technologische und industrielle Umbrüche gingen immer einher mit gewaltigen Reallokationsprozessen. Diese waren nicht durch eine technische oder regulatorische Umnutzung des vorhandenen

Kapitalstocks möglich, sondern erst und nur durch einen massiven Kapitaleinsatz privater Investoren. Die Umstellung von Postkutschen auf Eisenbahnen in den USA des frühen 19. Jahrhunderts war im Wesentlichen eine privat finanzierte Revolution – erste Eisenbahngesellschaften gründeten sich, die erste, die Baltimore and Ohio Railroad, 1827. Es ging darum, vom Osten der USA her den Westen zu erschließen. Im Jahr 1840 hatte das Eisenbahnstreckennetz eine Gesamtlänge von 4.5128 Kilometern, Ende der 1850er Jahre bereits von 48.000 Kilometern. Je länger und verzweigter das Streckennetz wurde, desto schneller wurde der Ausbau und Innovationen im Bau schnellerer Lokomotiven entwickelten sich. Der Staat unterstützte den Bau, indem er für jedes verlegte Streckenstück einen Zuschuss zahlte und den Eisenbahngesellschaften Land entlang der Strecken für den Betrieb schenkte. Jedes andere Instrument, ob Tarifpreisgestaltung oder Gewinngarantien hätten wohl nicht zu einer ähnlich rasanten Entwicklung geführt. Der entstehende Markt war in der Phantasie der Investoren und Unternehmer groß genug.

**Abbildung 2: Phasen der Dissemination neuer Technologien**



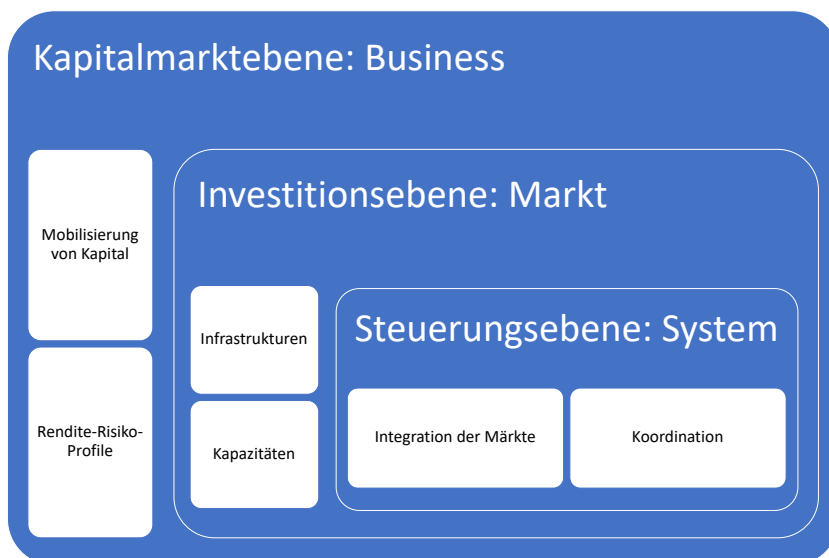
Quelle: Eigene Darstellung.

In Bezug auf die Transformation des Energiesystems befinden wir uns aktuell in Phase II. Das Ausmaß an mobilisiertem Kapital stellt somit die entscheidende Stellschraube für den Sprung in die nächste Entwicklungsstufe, die Transition in das neue Marktdesign dar. Die Bedeutung der Investitionstätigkeit für den Fortgang der Systemtransformation wird im nächsten Abschnitt näher untersucht.

### 3.2 Die Kapitalmarktfähigkeit der Energiewende

Die Energiewende wird häufig als ein Transformationsprozess beschrieben. Das ist nicht falsch, sondern im Gegenteil aufgrund der Komplexität und systemischen Interdependenzen vielleicht der entscheidende Faktor für die Effizienz der Transformation. Was Dynamik und Skalierung der Energiewende betrifft, handelt es sich jedoch um einen wachstumspolitischen Vorgang: Der Kapitalstock einer gesamten Volkswirtschaft soll auf klimaneutrale Energieversorgung umgestellt werden. Technologien sind im Kapitalstock gebunden, so dass neue Technologien nur über Investitionen in den zu verändernden Kapitalstock hineinkommen können, die wiederum finanziert werden müssen. Aus dieser wachstumspolitischen Perspektive heraus ergibt sich ein neuer, abstrakterer, aber auch größerer Blick auf die Aufgabe der Energiewende. Sie muss volkswirtschaftlich kapitalmarktfähig und „makrofähig“ sein.

Abbildung 3: Handlungsebenen

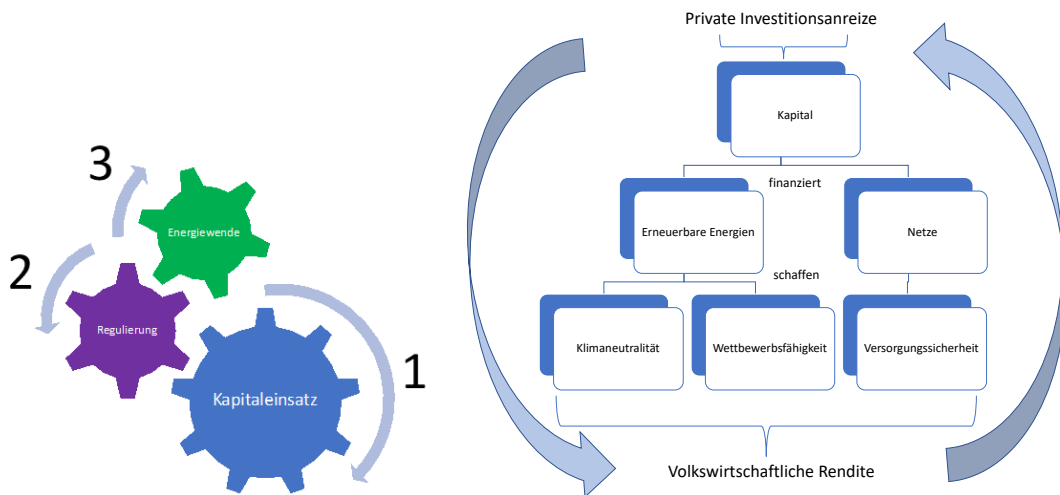


Quelle.: Eigene Darstellung

An den Kapitalmärkten werden nicht nur Renditen und Finanzierungsbedingungen bestimmt, sondern auch und sehr wesentlich Erwartungen und Risiken gebildet und gehandelt. Angesichts des hohen Kapital- und Finanzierungsbedarfs der Energiewende ist die Kapitalmarktfähigkeit neben den technisch-systemischen und regulatorischen Aspekten eine *conditio sine qua non* eines Klimakapitalismus. Was „unten“ herauskommt und wie effizient, hängt maßgeblich von den technisch-systemischen Regulierungen und deren Zusammenspiel ab. Was und wie viel „oben“ hineinkommt, entscheidet sich auf den Kapitalmärkten und an der Frage, wie attraktiv das Rendite-Risiko-Portfolio der Energiewende als private Investition tatsächlich ist. Die politische Energiewende und die volkswirtschaftliche Klimarendite erfordern zwingend die Übersetzung in Kapitalmarktfähigkeit. Grundsätzliche Kapitalmarktfähigkeit bedeutet, dass auch liquide Märkte für Derivate und Risikosicherungsinstrumente entstehen. Das führt

zum Zugang zu Finanzierung für sehr unterschiedliche Investoren und löst die Frage, ob es staatliche Instrumente wie Contracts-for-Difference (CfDs) geben muss, auf.

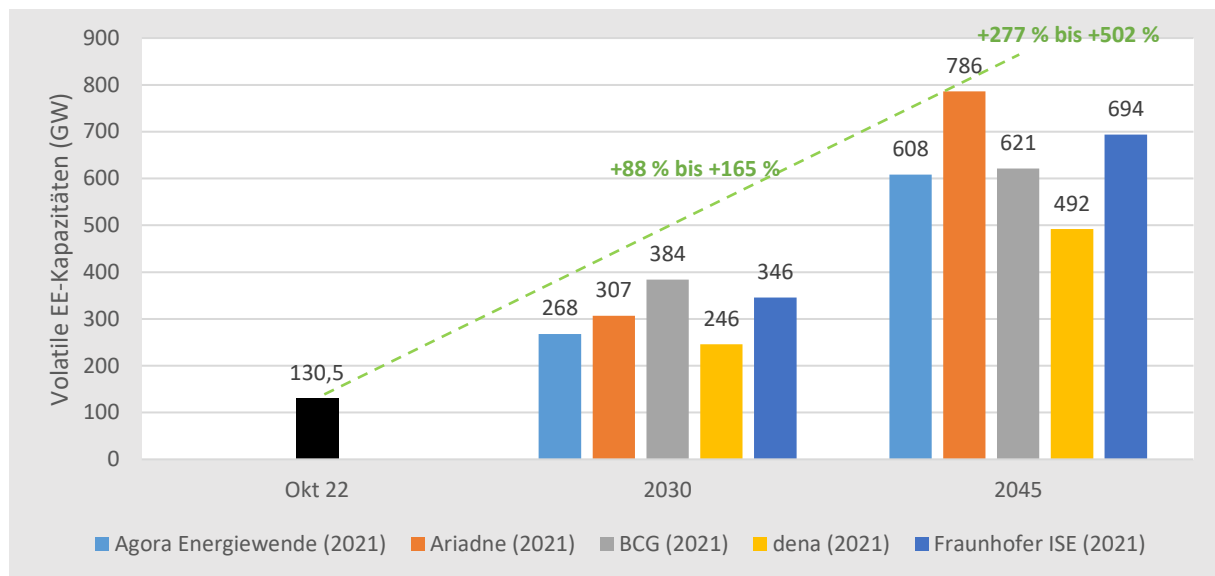
**Abbildung 4: Zusammenwirken der Stellschrauben: Von der volkswirtschaftlichen Rendite zu den Investitionsanreizen**



Quelle: Eigene Darstellung.

### 3.3 Hoher Investitionsbedarf

Auf nationaler Ebene setzt das Ziel der Klimaneutralität bis 2045 einen steilen Ausbaupfad für Kapazitäten der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern voraus. Aufgrund der natürlichen Gegebenheiten betrifft das in Deutschland in erster Linie den Ausbau von Kapazitäten in den Bereichen Photovoltaik und Windkraft (On- und Offshore). Die hierzu in jüngerer Zeit erschienenen Langfriststudien errechnen für die Zeit bis 2030 Ausbaubedarfe im Umfang von teilweise mehr als einer Verdopplung heutiger (Stand: Oktober 2022) Kapazitäten, für die Zeit bis 2045 im Umfang von teilweise einer Vervielfachung. Der genaue Umfang hängt von einer Vielzahl an Systemannahmen ab, insbesondere von der zukünftigen Marktdurchdringung erneuerbarer Spitzenlasterzeugung und an der Verfügbarkeit von Flexibilitätsinstrumenten auf Nachfragerseite. Die für den Ausbau der Energiegewinnung erforderlichen Investitionssummen sind aber in jedem Fall beträchtlich. BCG (2021) rechnen in ihrem Report über die Zeitspanne 2021-2030 für den Ausbau von PV- und Windkraftkapazitäten mit einem Gesamtinvestitionsbedarf von 170 Mrd. Euro.

**Abbildung 5: Zielgrößen für installierte EE-Leistungen in Szenarien zur Klimaneutralität 2045**

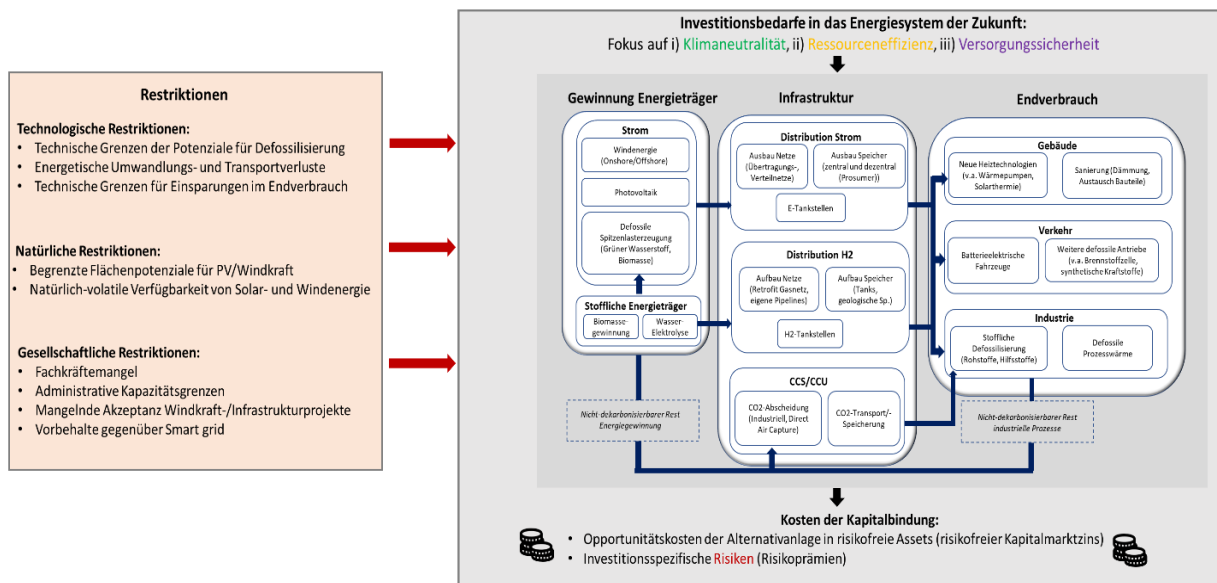
Quellen: BMWK (2022); Agora Energiewende (2021); Ariadne (2021); BCG (2021); dena (2021); Fraunhofer ISE (2021); eigene Darstellung.

Die Investitionsbedarfe beschränken sich längst nicht nur auf PV und Windkraft. Auf Seiten des Stromangebots gehen sämtliche der oben genannten Langfriststudien davon aus, dass es für eine vollständig klimaneutrale Energiegewinnung in Ergänzung zu natürlich-volatilen Kapazitäten auch Investitionen in die Defossilisierung der regelbaren Spitzenlastherzeugung bedarf. Dazu werden vor allem mit grünem Wasserstoff betriebene Gasturbinenkraftwerke, Biomassekraftwerke und mit einer Kombination aus verschiedenen erneuerbaren Energieträgern betriebene KWK-Anlagen gehören. Hierbei in Zusammenhang mit fossilen Restkapazitäten entstehende CO<sub>2</sub>-Emissionen werden im Sinne der vollständigen Klimaneutralität zudem durch Kapazitäten im Bereich industriellen Carbon Capture and Storage (CCS) vermieden bzw. durch Investitionen in die Technologie des Direct Air Capture ausgeglichen werden müssen. Ganz wesentliche Investitionsbedarfe entstehen auch bei der Infrastruktur zur Verteilung der erneuerbaren Energien in Form von Netzen und Speichern. Das betrifft nicht allein die strombezogene Infrastruktur, sondern auch die zu schaffenden Kapazitäten in der Distribution von grünem Wasserstoff und Biomasse. Auf Seiten des Endenergieverbrauchs entstehen zudem hohe Investitionsbedarfe beim Umstieg auf neue Energieanwendungstechnologien. Das betrifft in erster Linie die Direktnutzung von Grünstrom in Industrie, Haushalten (Wärmepumpen und Elektrodenheizkesseln (und Verkehrssektor (Elektromobilität)). In einzelnen Segmenten wie der Stahl- und Chemieindustrie sowie im Schwerlastverkehr wird dies auch Technologien zur Anwendung von grünem Wasserstoff umfassen. BCG (2021) schätzt in seinem Report den gesamtsystemischen Investitionsbedarf für die Zeitspanne 2021 – 2030 auf eine Gesamthöhe von 860 Mrd. Euro.

All diese Investitionen müssen zudem über geeignete Mechanismen systemintern koordiniert und synchronisiert werden. Unabhängig davon, wem diese Koordinierungsaufgabe zufällt, entsteht über die Kosten der Kapitalbindung hinaus so ein gesellschaftlich hoher Koordinierungsaufwand. Deshalb ist es umso wichtiger, sich die zu erwartenden gesellschaftlichen Erträge eines solchen Investitionsplans vor Augen zu führen.



Abbildung 6: Investitionsbedarfe in das Energiesystem der Zukunft



Quelle: Eigene Darstellung.

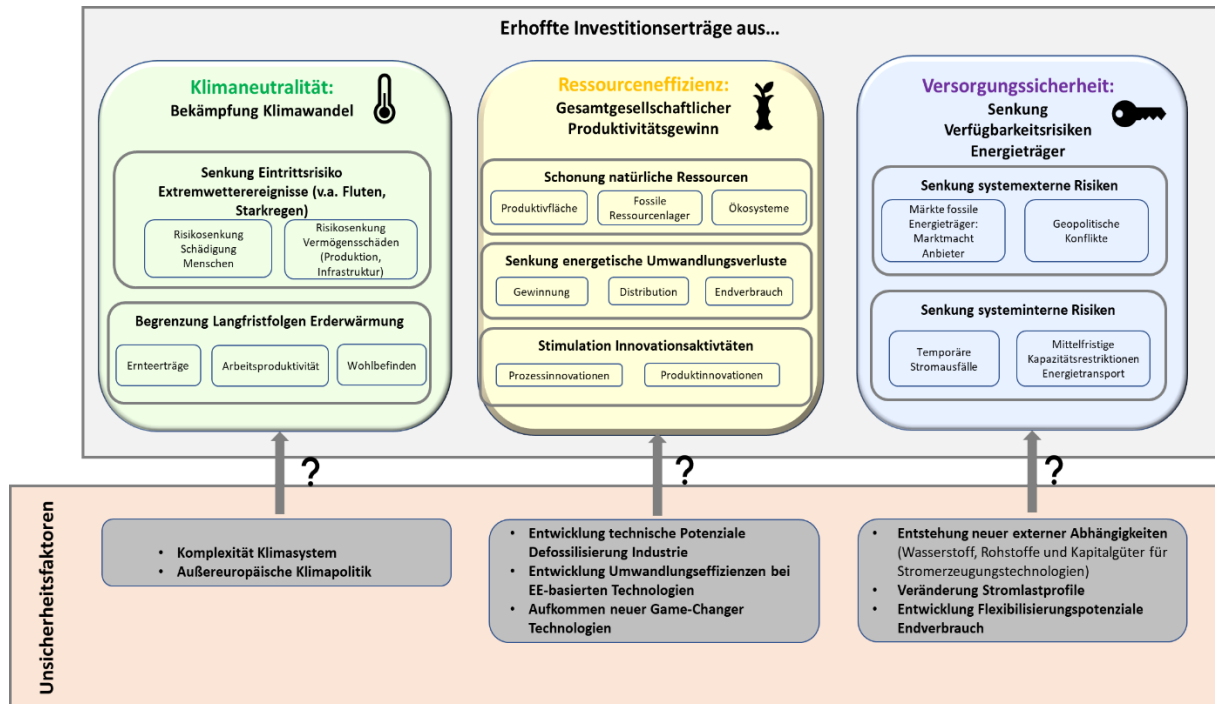
### 3.4 Volkswirtschaftliche Rendite

Die aus der Transformation resultierenden Erträge sind potenziell genauso vielschichtig wie ihr Zielsystem. Unmittelbares Ziel des Umbaus ist die Bekämpfung des Klimawandels. Insoweit die Transformation in Europa einen effektiven Beitrag zur Mäßigung der globalen Klimaveränderungen leisten kann, besteht ein wesentlicher Ertrag in der Senkung des Eintrittsrisikos klimabedingter Extremereignisse und der mit ihnen verbundenen gesellschaftlich-wirtschaftlichen Schäden. Hier ist mit Blick auf Deutschland vor allem an Extremwetterereignisse in Form von Fluten und Starkregen zu denken. Zu den vermiedenen direkten Schäden gehören die gesundheitliche Schädigung von Menschen sowie Vermögensverluste im Bereich von Infrastruktur, Produktionsanlagen und dem Eigentum von Privathaushalten. Indirekte Schäden können die Form von zeitweiligen Produktionsausfällen annehmen, oder Folgeschäden aus dem zeitweiligen Ausfall von Infrastruktur-Dienstleistungen. Neben der Risikosenkung liegt ein weiterer Ertrag hier auch in der Begrenzung der Erderwärmung und ihrer Langfristfolgen. Das betrifft mögliche Auswirkungen großer Hitze auf Ernteerträge, die Arbeitsproduktivität und das gesundheitliche Wohlbefinden von Menschen. Wesentliche Unsicherheitsfaktoren sind hier die hohe Komplexität des globalen Klimasystems und die Grenzen des eigenen Einflusses auf die globale Klimapolitik.

Abseits der klimabezogenen Effekte besteht aber auch Hoffnung auf weitere Erträge. Das betrifft zum einen die Hoffnung auf langfristige gesamtwirtschaftliche Produktivitätsgewinne aus dem Umbau des Energiesystems. Indem in Technologien investiert wird, die Energie in prinzipiell unbegrenztem Ausmaß und zu äußerst geringen variablen Kosten gewinnen können, wird bei erst einmal erfolgter Transformation ein hohes Potenzial für die Freisetzung von bislang gebundenen Ressourcen geschaffen. Auch wird der mit der Transformation einhergehende Erfahrungsgewinn neue Innovationsaktivität stimulieren, die über zukünftige Produkt- und Prozessinnovationen zu weiteren Produktivitätssteigerungen führen können. Eine weitere Form von Ertrag kann schließlich in der Senkung bestehender Versorgungsrisiken im Zusammenhang mit fossilen Energieträgern bestehen. Voraussetzung ist zum einen, dass die systeminternen Verfügbarkeitsrisiken - insbesondere im Hinblick auf beschränkte Kapazitäten

im Stromtransport - ebenfalls konsequent angegangen werden. Zum anderen bringt die Transformation neue Risiken auf Vorleistungsebene mit sich, insbesondere im Hinblick auf die Verfügbarkeit systemkritischer Rohstoffe und Fachkräfte, die ebenfalls parallel durch neue Risikominderungsstrategien bewältigt werden müssen.

**Abbildung 7: Formen gesellschaftlicher Erträge aus den Investitionen in das Energiesystem**



Quelle: Eigene Darstellung.

### Ein generationenübergreifender Klimafonds

Oftmals wird der Klimaschutz als Generationenkonflikt dargestellt: Den Älteren ginge es um den Erhalt des Wohlstands, den Jüngeren um den Erhalt der Lebensgrundlagen. Diesen Zielkonflikt gibt es mittelfristig jedoch nicht: Kippt das Klima, geht Wohlstand verloren. Im Gegenteil: Wenn die Älteren heute anfangen, in Klimaschutz zu investieren, können die Jüngeren mehr Wohlstand erhalten. Dies ist nichts anderes als eine intergenerative Rendite, eine Art Klimarente, die der Staat gleich einer Riesterrente sogar fördern könnte.

### 3.5 Investitionsanreize und optimale Investitionspfade

Ohne die Kapitalmarktfähigkeit gelingt keine auch „Makrofinanzfähigkeit“ der Energiewende. Die Energiewende kann für ein Industrieland wie Deutschland nicht allein als isolierte Transformation des Energiesystems konzipiert werden. Das Energiesystem muss in Wettbewerbsfähigkeit und Versorgungssicherheit und somit in der Skalierung den Anforderungen einer Volkswirtschaft mit hoher industrieller Fertigungstiefe und breiter industrieller Basis funktionieren. Aus der makrofinanziellen und kapitalmarktökonomischen Perspektive ergibt sich zugleich das Problem des optimalen Investitionspfad. Dieses lässt sich u.a. mit dem Konzept von Tobin's Q beschreiben.

**Tobin's Q** ist ein Maß für die Über- bzw. Unterbewertung des Kapitalstocks am Markt. Laitner und Stolyarov (2003)<sup>5</sup> haben die Langfristentwicklung von Tobin's Q für US-Unternehmen untersucht. Das Maß ist Anfang der 1970er Jahre abrupt unter 1 gesunken (Zeichen für Unterbewertung), ab den 1980er Jahren aber wieder stark über 1 gestiegen. Die technologische Revolution Anfang der 70er Jahre (Mikroprozessoren) hatte nach Ansicht der Autoren zu einer starken spontanen Abwertung des Marktwertes des vorhandenen Kapitalstocks geführt (Zähler von Q), während die replacement costs (Nenner von Q) darauf nur zögerlich reagiert hätten, da sie in Buchwerten gemessen sind.

Die Autoren nehmen diese Beobachtung zum Anlass für die Entwicklung eines eigenen Wachstumsmodells. Der Wert des Kapitalstocks hängt darin von zwei Komponenten ab: dem physischen Bestandskapital und bahnbrechenden Erfindungen, die neue (überlegene) Formen von physischem Kapital hervorbringen. Die Erfindungen treten überraschend und unregelmäßig auf und sind vom Markt nicht vorherzusehen. Sobald sie eingetreten sind, führen sie deshalb zur spontanen Abwertung des Bestandskapitals. Da hierdurch die Kapitalintensität der Produktion unter das optimale Niveau sinkt, ist eine starke Zunahme der gesamtwirtschaftlichen Investitionen in der unmittelbaren Folgezeit die logische (und gesellschaftlich optimale!) Konsequenz. Da dadurch der Kapitalstock modernisiert wird, wird er zugleich auch produktiver, so dass nicht nur der reale Kapitalstock wächst, sondern auch der Marktwert des optimalen Kapitalstocks im neuen Gleichgewicht den Wert des Kapitalstocks im alten Gleichgewicht noch übersteigt, der Q-Wert sich in der Folge auf das alte Niveau erholt (siehe Abbildung 2 in Laitner und Stolyarov (2003)).

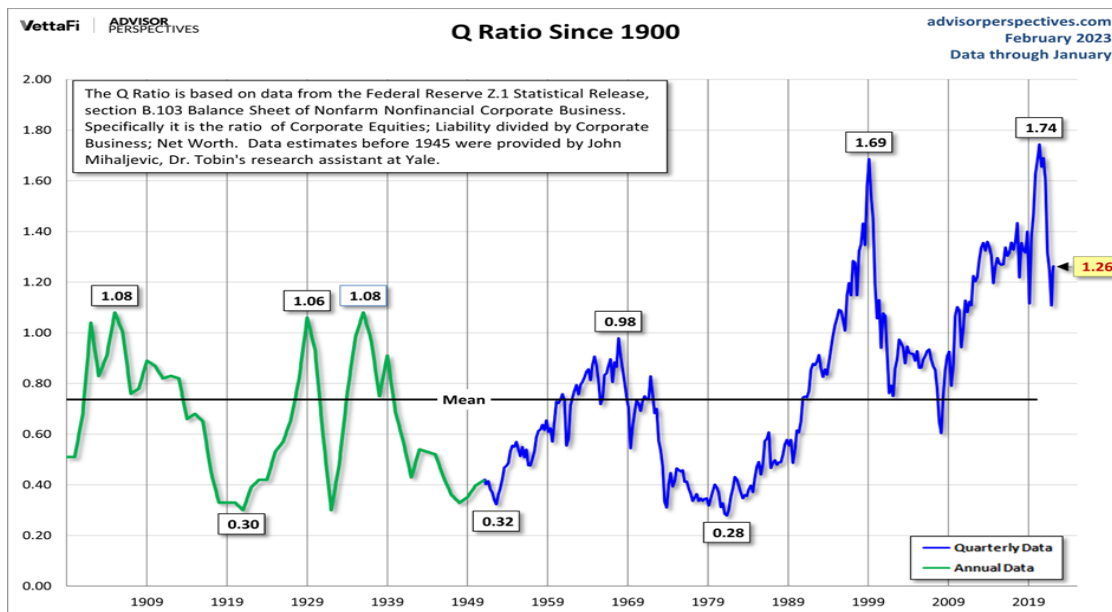
Daraus folgt, dass durch disruptive Erfindungen ausgelöste Umbruchsphasen mit einer temporär besonders hohen Investitionsrate verbunden sind sowie in der Folgezeit mit einem (über 1) ansteigenden Q-Wert (d.h. eine Phase der Überschussrendite) als Zeichen für starke Modernisierungsschübe im Kapitalstock. Natürlich besteht jederzeit das Risiko einer erneuten spontanen Abwertung durch Erfindungen. Der entscheidende Punkt ist hier aber: Sofern neue disruptive Erfindungen unvorhersehbar sind und zu jeder Zeit mit gleicher Wahrscheinlichkeit auftreten können, ist das kein Argument für Investitionszurückhaltung, ganz im Gegenteil: Gerade weil jede Technologie nur eine beschränkte, aber unberechenbare Lebensdauer hat, sollte man durch beschleunigte Investition möglichst schnell das neue Gleichgewicht erreichen, um die optimale Startposition für den nächsten Modernisierungsschub einzunehmen. Denn neue Technologien sind nie komplett substitutiv zum alten Technologiearsenal, sondern immer ein Stück weit komplementär zu bestehenden Technologien.

Schätzungen für die Entwicklung von Q für die USA (siehe Abbildung 7) würden demnach suggerieren, dass wir uns in einer solchen Folgephase befinden. Es geht, angewendet auf die Energiewende, bei der Transformation des Energiesystems (vorläufig) nicht primär um Innovation, sondern um Implementierung. Die Modernisierung des gesellschaftlich notwendigen Kapitalstocks (d.h. Erzeugungskapazitäten, Netze, Speicher, Elektrifizierung Abnehmer) muss jetzt durch beschleunigte Investition in bereits erprobte Technologien geschehen, auch damit man für den nächsten Technologieschub in der besten Startposition ist.

---

<sup>5</sup> Laitner, J., & Stolyarov, D. (2003). Technological change and the stock market. *American Economic Review*, 93(4), 1240-1267.

Abbildung 8: Langfristige Entwicklung von Tobin's Q für US-Corporations



Quelle: advisorperspectives (2023).

Da ein Teil des Mehrwerts dieser Modernisierungsphase nicht direkt am Markt sichtbar ist (Vermeidung von Klima-Externalitäten), ist das „gesellschaftliche Q“ vermutlich noch größer als ein für Unternehmen des Energiesektors am Markt gemessener Wert. Das wäre eine Begründung für einen regulatorischen Eingriff. Das marktbezogene Renditesignal (Steigerung Q) ist in dieser Phase zu schwach, weil der Mehrwert der neuen Technologien zum Teil nicht-ausschließbarer Natur ist. Da die CO<sub>2</sub>-Preise eine Funktion der Vermeidungskosten und nicht der Klimarendite sind, können sie in ihrer Dynamik die fehlenden Börsenpreissignale auch nicht ersetzen. Lockert man die Annahmen dergestalt, dass das Auftreten von Erfindungen nicht komplett exogen ist, sondern erfahrungsabhängig (und damit abhängig von der Modernität des Kapitalstocks!), und das technologische Wissen realistischerweise auch nicht unmittelbar global verfügbar ist, verstärkt sich das Argument noch: Es sollte dann auch deshalb vorübergehend mehr investiert werden, um die Chancen zu erhöhen, selbst die nächste technologische Revolution hervorzubringen.

## 4 Die Reform des europäischen Strommarktdesigns

### 4.1 Aktuelle Situation

Die Europäische Kommission hat im März 2023 einen Vorschlag für die Reform des europäischen Strommarktdesigns unterbreitet und hierzu vorher über den Zeitraum von vier Wochen eine öffentliche Konsultation durchgeführt. In der Konsultation stellte die Kommission ein breites Bündel an möglichen Maßnahmen zur Diskussion. Diese betrafen nicht nur das Design des Stromhandels, sondern auch die zukünftige Förderung erneuerbarer Energien sowie von Energiespeichern und Flexibilitätsanreizen auf der Nachfrageseite. Konkret subsumiert sie die möglichen Instrumente unter die folgenden vier Handlungsfelder: Entkoppelung von Strom- und Gaspreisen, Incentivierung von Speichern und flexiblem Verbrauch, Verbesserung des Schutzes von Konsumenten, Erhöhung der Markttransparenz.

## 4.2 Diskutierte Instrumente

Die gegenwärtig vor allem auf der Grundlage des Kommissionsentwurfs diskutierten Instrumente unterscheiden sich sowohl in der Frage, welche System-Akteure adressiert werden, als auch in der primär verfolgten Zielsetzung. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Vielfalt an Maßnahmen. Jedes dieser Instrumente erfordert eine eigene Wirkungsanalyse. Im Folgenden beschränken wir uns auf einige grundsätzliche Kernvorschläge aus ordnungspolitischer Perspektive.

**Tabelle 1: Überblick über gegenwärtig diskutierte Instrumente**

| Handlungsfeld                    | Teilbereich                              | Instrumente   | Maßnahme zielt primär ab auf... |
|----------------------------------|--|---|---------------------------------|
| Erzeugungskapazität              | Förderung natürlich-volatile Kapazitäten | Umstieg auf CfDs                                      | Kostenverträglichkeit           |
|                                  |  | Genehmigungsprozesse: Verfahrensvereinfachungen       | Klimaneutralität                |
|                                  |  | Genehmigungsprozesse: Priorisierung Großprojekte      | Klimaneutralität                |
|                                  |  | Genehmigungsprozesse: Sonderregelungen für Repowering | Klimaneutralität                |
|                                  | Förderung flexible Kapazitäten           | Aufbau Kapazitätsmärkte                               | Versorgungssicherheit           |
|                                  |  | Aufbau strategischer Reserven an Energieträgern       | Versorgungssicherheit           |
|                                  |  | Subvention Energieträger Spitzenlasttechnologien      | Kostenverträglichkeit           |
| Stromhandel                      | Großhandel: Day ahead/intra-day          | Anpassung Gebotszonen                                 | Versorgungssicherheit           |
|                                  |  | Umstieg von Zonen- auf Knoten-Modell                  | Versorgungssicherheit           |
|                                  |  | CAPEX-Märkte für inframarginale Anbieter              | Kostenverträglichkeit           |
|                                  |  | Umstieg auf Pay-as-bid Verfahren                      | Kostenverträglichkeit           |
|                                  |  | Regelbasierte Preiseingriffe (Relief Valve)           | Kostenverträglichkeit           |
|                                  | Großhandel: Terminmärkte                 | Standardisierung Produkte                             | Kostenverträglichkeit           |
|                                  |  | Staatliche Bürgschaften für Terminkontrakte           | Kostenverträglichkeit           |
|                                  |  | Staatliche Förderung von 'market-makers'              | Kostenverträglichkeit           |
|                                  | Einzelhandel                             | Förderung von Akteurspooling für PPAs                 | Kostenverträglichkeit           |
| Staatliche Bürgschaften für PPAs |  | Kostenverträglichkeit                                 |                                 |
| Stromnetzinfrastuktur            | Übertragungsnetze                        | Verkürzung Genehmigungsverfahren Netzausbau           | Versorgungssicherheit           |
|                                  |  | Stärkere europäische Koordination Netzausbau          | Versorgungssicherheit           |
|                                  |  | Stärkerer Fokus auf Ausbau Grenzkuppelstellen         | Versorgungssicherheit           |
| Energiespeicher/Regelenergie     | Dezentrale Speicher                      | Geringe Markteintrittshürden für Regelenenergiemärkte | Versorgungssicherheit           |
|                                  |  | Förderung von Verbraucherpooling                      | Versorgungssicherheit           |
|                                  |  | Förderung von Steuerungs-IT (Smart Meter, Apps)       | Versorgungssicherheit           |
|                                  |  | Zeitliche Variation von Netzentgelten                 | Versorgungssicherheit           |
| Stromverbrauch                   | Industrie                                | Ausschreibung von CCfDs                               | Kostenverträglichkeit           |
|                                  |  | Deckelung Endverbraucherpreise                        | Kostenverträglichkeit           |
|                                  |  | Zuschüsse Investitionen in PtH-/PtG-Technologien      | Klimaneutralität                |
|                                  |  | Befreiung/Senkung staatliche Strompreiskomponenten    | Kostenverträglichkeit           |
|                                  | Gebäudesektor                            | Pauschale Hilfen an Mieter                            | Kostenverträglichkeit           |
|                                  |  | Deckelung Endverbraucherpreise                        | Kostenverträglichkeit           |
|                                  |  | Zuschüsse Investitionen EE-Heiztechnologien           | Klimaneutralität                |

|  |         |  |                       |
|--|---------|--|-----------------------|
|  |         | Befreiung/Senkung staatliche Strompreiskomponenten | Kostenverträglichkeit |
|  |         | Deckelung Endverbraucherpreise                     | Kostenverträglichkeit |
|  | Verkehr | Kaufprämien Elektroautos                           | Klimaneutralität      |
|  |         | Befreiung/Senkung staatliche Strompreiskomponenten | Kostenverträglichkeit |

Quelle: Eigene Darstellung.

### 4.3 Vorschläge des cep für die Strommärkte in Deutschland und der EU

#### 4.3.1 Politische Risiken senken

- **Genehmigungen massiv beschleunigen:** Derzeit stellt die unsichere Genehmigungslage ein erhebliches Investitionsrisiko dar. Nicht nur die Bereitstellung von geeigneten Flächen, sondern auch die Dauer der Genehmigungsverfahren stellt ein Risiko für private Investitionen dar.
- **Technologiepfad auf erneuerbare Energien fokussieren:** In den letzten Jahrzehnten und sogar in den letzten Monaten gab es viele politische Debatten, die den langfristigen Kurs der Energiepolitik immer wieder zugunsten sehr kurzfristiger Erwägungen in Frage gestellt haben. Dies hat das Investitionsrisiko und damit die Finanzierungsbedingungen erheblich belastet.

**Vorschlag/Maßnahme:** Technologieoffenheit ist aus der Perspektive einer notwendigen schnellen Skalierung erneuerbarer Energien und der diesbezüglichen Voraussetzungen, die infrastrukturell geschaffen werden müssen, ein zweiseitiges Schwert und eher eine graduelle als eine prinzipielle Entscheidung. Eine politische Entscheidung für den grundsätzlichen Pfad der erneuerbaren Energien eröffnet systemisch klare Perspektiven und Anforderungen. Sie sind ein wesentlicher Hebel für Beschleunigung und Koordination der verschiedenen Maßnahmen.

#### 4.3.2 Investitionssicherheit für erneuerbare Energien stärken

- **Merit Order beibehalten:** Mit zunehmendem Anteil volatiler Stromerzeugung werden Anreize zu marktstabilisierendem Verhalten immer wichtiger. Das bedeutet: Die Erzeugerpreise müssen die temporäre Versorgungssituation widerspiegeln. Das etablierte Handelsdesign an den europäischen Strombörsen bietet mit seinen kurzfristigen Preissignalen hierfür einen zuverlässigen Orientierungspunkt. Zugleich ist es ein wichtiges Instrument zum effizienten Phase-out fossiler Energieträger und insoweit ein Anreizmechanismus für private Investitionen in erneuerbare Energien. Der unverzerrte Preismechanismus ist wichtig, um Investitions- und Transformationsanreize im gesamten nachgelagerten Energiesystem zu setzen, damit es Flexibilität, Stabilität und Versorgungssicherheit erzeugen kann.
- **Fixkostendeckung:** Volatile erneuerbare Energien zugleich versorgungssicher und bezahlbar zu machen, stellt eine industriepolitische Aufgabe und einen Versorgungsauftrag dar. Denn zusätzliche Erzeugungskapazitäten von erneuerbaren Energien werden zwar ertragsschwächer (wegen zunehmend wind- und sonnenärmerer Flächen), tragen aber systemisch zur Versorgungssicherheit bei. Hinzu kommt, dass die niedrigen Grenzkosten der Erzeugung relativ zu den hohen Fixkosten der Investition eine Refinanzierung zunehmend erschweren. Um die privaten Investitionsanreize zu erhalten, kann z.B. über wettbewerbliche Ausschreibungsverfahren eine Prämie für die Erzeugung von EE-Strom kosteneffizient bestimmt werden.

**Vorschlag/Maßnahme:** In der Transition zu einem wettbewerblichen Energiesystem der erneuerbaren Energien gilt es, für den notwendigen Hochlauf der Erzeugungskapazitäten ein langfristig stabiles und kosteneffizientes Investitionsregime zu etablieren. Die entscheidende Logik der Transformation besteht darin, dass ein wettbewerblich organisierter Zielmarkt mit einer klimaneutralen, sicheren und bezahlbaren Versorgung im Übergang eine gesellschaftliche Förderung bedingt. Zur Mobilisierung privater Investitionen muss ein kapitalmarktfähiges Rendite-Risiko-Verhältnis geschaffen werden. Hierfür ist die Ausschöpfung vorhandener Flächenpotenziale in Deutschland und Europa für die EE-Stromerzeugung ein entscheidender Hebel: Es bedarf ausreichender ökonomischer Anreize für die Ausweisung effizienter Erzeugungsflächen. Zugleich muss die Funktion von Preisen als Knappheitsindikatoren gewahrt bleiben. Die Strompreise an der Börse dienen so auch zukünftig als Marktsignale für Flexibilität und Stabilität des Systems und schaffen zielgerichtete Anreize für Investitionen in Zubauten von Batterien, Wasserstoff etc.

#### 4.3.3 Komplementäre Technologien fördern

- **Speicher- und Verbrauchstechnologien skalieren:** Dadurch, dass erneuerbare Energien volatil sind, besteht eine erhebliche Mengen- und Preisunsicherheit und somit ein Erlösrisiko. Speicher- und smarte Anwendungstechnologien können die Erlösmodelle erneuerbarer Energien verstetigen und das Investitionsrisiko systemisch signifikant senken. Diese Technologien sind technisch und ökonomisch komplementär zu erneuerbaren Energien. Ein zukünftiges Förderregime für Erneuerbare Energien sollte ausreichende Anreize für die Kopplung von Erzeugung mit Speichertechnologien setzen, indem es der Lenkungsrolle von Börsenpreisen Raum gibt.
- **Ökonomische Anreize für smarte Nachfrage- und Angebotssteuerung:** Für Kleinverbraucher müssen mehr Anreize geschaffen werden, das Netzmanagement zu unterstützen. Dadurch kommt es zu flexibleren Lasten und gleichzeitig zu einer Senkung von Markteintrittshürden (z.B. Mindestgebote Regelenergiemarkt), zur Förderung von Geschäftsmodellen zum virtuellen Pooling und zu einer Dynamisierung staatlich regulierter Strompreisbestandteile (z.B. Netzentgelte).

**Vorschlag/Maßnahme:** Die Transformation des Energiesystems ist notwendig eine systemische. Die spezifischen Eigenschaften erneuerbarer Energien machen den Ausbau komplementärer Technologien und Infrastrukturen zu einer notwendigen Bedingung für eine erfolgreiche Energiewende. Die Mittel des Green Deal Industrial Plan lassen sich effizient und effektiv nur durch eine koordinierend-industriepolitische und zugleich wettbewerblich-technologieneutrale Governance erzielen. Sie verhindert, dass die Mittel versickern, einen Subventionswettbewerb finanzieren und Gegenstand von Rent-seeking werden.

#### 4.3.4 Marktintegration und Netzinfrastruktur ausbauen

- **Flächenpotenziale deutschland- und europaweit effizient ausschöpfen:** Um die begrenzten Potenziale Deutschlands und Europas beim EE-Ausbau besser ausschöpfen zu können, bedarf es mehr Koordination sowohl innerhalb Deutschlands als auch zwischen den EU-Mitgliedstaaten. Eine vollständige regulatorische Harmonisierung ist kurzfristig unrealistisch. Um die ertragsreichsten EE-Kapazitäten effizient nutzen zu und zugleich den Ausbau der hierfür erforderlichen Netze anreizen können, sind hierauf ausgerichtete Strompreissignale essentiell, z.B. über einen stärkeren Fokus im Netzausbau auf grenzüberschreitende Übertragungskapazitäten und eine Reform der Gebotszonen auf Basis der räumlichen Verteilung von EE-Kapazitäten.

- **Europäisches Strommarktdesign nutzen:** Die Neukonzeptionierung des europäischen Strommarktdesigns ist eine Chance für eine stärkere Marktintegration. Die Energiewende wird dadurch beschleunigt und effizienter. Voraussetzung für eine räumliche Marktintegration ist jedoch der Ausbau der europäischen Netzinfrastruktur.

**Vorschlag/Maßnahme:** Das neue europäische Strommarktdesign muss Anreize zur Marktintegration schaffen. Dadurch kann das Erzeugungs- und Flächenproblem deutlich effizienter gelöst werden, indem es zum Beispiel für dünn besiedelte, wirtschaftsstrukturell schwache Regionen neue Entwicklungspotenziale bietet. Für die EU ist dies die Chance auf eine dezentrale Umsetzung des wichtigsten industriepolitischen Projekts des 21. Jahrhunderts für ganz Europa – und zugleich die Chance, den Green Deal Industrial Plan zu einem Projekt der energiewirtschaftlichen und industriellen Konvergenz, und zum Ausgangspunkt für eine neue europäische Arbeitsteilung, zu machen.

## 5 Fazit: Ein „Big Push“ für die Energiewende – jetzt!

In der Aufgabe gleicht die Energiewende einer industriellen Revolution, die einen Wachstumszyklus auslöst, bestehend aus einem Investitions- und Innovationszyklus. Abstrahiert man die Energiewende von den vielen (systemisch bedeutsamen) Details, bleiben als die zentralen Herausforderungen die Größe und die Geschwindigkeit der Energiewende übrig. Um den dafür notwendigen Ausbau der Erzeugungskapazitäten der erneuerbaren Energien zu skalieren und zu beschleunigen, sind in großem Umfang private Investitionen erforderlich. Die volkswirtschaftliche Rendite der Energiewende muss sich also in private Investitionsanreize übersetzen. Dabei gilt, dass die Rendite selbst von der Geschwindigkeit und Skalierung der Energiewende abhängt. Dieser Umstand rationalisiert einen schnellen Big Push der Energiewende. Um dies zu erreichen, sind folgende Maßnahmen geeignet:

**Eine ordnungspolitische Governance für die Energiewende:** Das Energiesystem besteht aus einer Vielzahl von technisch-physikalisch, regulatorischen und ökonomischen Zusammenhängen. Die Transformation des Energiesystems muss zu jedem Zeitpunkt des Übergangs Stabilität garantieren. Eine ordnungspolitische Governance der Energiewende identifiziert systemische Zusammenhänge auf technisch-physikalischer Ebene (z.B. Netzstabilität) und entwickelt eine politisch-institutionelle Transformationsstrategie, u.a. die Aufgabenteilung zwischen Staat und Markt.

**„Deutschlandgeschwindigkeit“ bei Planung und Ausbau:** Die Zeit drängt. Der Klimawandel schreitet spürbar voran, eine schleichende Deindustrialisierung setzt ein. Der Ausbau muss sich signifikant beschleunigen. Wenn die Erzeugungskapazitäten der erneuerbaren Energien um 7% pro Jahr wachsen, verfünffacht sich die installierte Kapazität bis 2045 hin. Bis dahin wird der Bedarf an erneuerbarer Energie deutlich gestiegen sein. Die Planungs- und Genehmigungsverfahren müssen sich dafür drastisch reduzieren, von derzeit durchschnittlich fünf Jahren auf höchstens zwölf Monate. Der klimaneutrale Umbau der Energieversorgung benötigt dafür politisch höchste Priorisierung vor anderen Zielen.

**Gesamte Industrie systemisch auf erneuerbare Energien umbauen:** Die Umstellung des Energieangebots auf erneuerbare Energien zieht Auswirkungen auf die Nachfrage und speziell die industrielle Nutzung nach. Der Ausbau der Erzeugungskapazitäten der erneuerbaren Energien muss daher zwingend mit dem Ausbau und der Entwicklung von Speicher- und industriellen Anwendungstechnologien und deren Infrastrukturen (z.B. einer Wasserstoff-Transportinfrastruktur oder Smart Metering) synchronisiert werden, um skalieren zu können.



**Vorrang für erneuerbare Energien (Pfadsicherheit):** Immer wieder über Laufzeitverlängerung von Kernkraftwerken, Fracking oder LNG zu sprechen, mag politisch bequem sein, aber es verzögert den am Ende unvermeidlichen Umbau hin zu erneuerbaren Energien, was ihn unnötig teuer macht. Technologieoffenheit ist prinzipiell wünschenswert, aber eine Festlegung auf den generellen Technologiepfad ist an dem Punkt, den wir heute erreicht haben, sinnvoll. Die politische und regulatorische Unumkehrbarkeit ist ein wichtiges Signal an private Investoren.

**Grüner Klimakapitalismus:** Investitionen in erneuerbare Energien haben volkswirtschaftlich eine hohe Rendite: Sie schützen das Klima und schaffen so die Voraussetzung für klimaneutrales Wachstum. Die Energiewende wird viel privates Kapital benötigen. Für die Mobilisierung dieses Kapitals benötigt es eine marktfähige Rendite. Der Umbau zur Klimaneutralität erfordert entsprechende Reallokationsanreize. Das antikapitalistische Framing der Klimakrise ist falsch. Eine für Wirtschaft und Gesellschaft kosteneffiziente Energiewende benötigt marktwirtschaftliche Knappheitssignale und wettbewerbliche Instrumente.

**Ein wettbewerblicher Erzeugermarkt („Merit Order“):** Das „Merit Order“ ist ein wichtiges Prinzip wettbewerblicher Märkte. Unverzerrte Preissignale an Erzeuger und Verbraucher sichern Effizienz, indem die günstigsten Anbieter (nach Grenzkosten) in den Markt eintreten. Das Phase-in der erneuerbaren Energien erfordert ein Phase-out anderer Energieträger. Erneuerbare Energien werden dadurch attraktiver, dass sie profitabler gegenüber den teurer werdenden fossilen Rohstoffen sind. Die Preisbildung muss daher auf einem wettbewerblichen Markt in der Schnittstelle zwischen Erzeugung und Verbrauch erfolgen, damit der gewollte Phase-in der Erneuerbaren und Phase-out der Fossilen sich ökonomisch vollzieht. Eine Abschöpfung von Gewinnen ist daher kontraproduktiv, denn sie könnte über die Finanzmärkte (Risikobewertung, Hedging etc.) zu hohen Bremswirkungen beim Ausbau führen. Der Gewinn auf dem Strommarkt ist der wichtigste Anreiz für die Investition in neue Erzeugungskapazitäten (Stock-flow- bzw. Kurs-Rendite-Beziehung).

**Mehr Investitionssicherheit für mehr Versorgungssicherheit:** Der klimaneutrale Umbau des Energiesystems wird über lange Zeiträume hohe Investitionen erfordern. Rund 100 Milliarden pro Jahr bis 2045 bedeuten eine Erhöhung der volkswirtschaftlichen Investitionen um 15%. Ohne Investitionssicherheit wird es keine Energieversorgungssicherheit geben. Dafür ist keine Staatswirtschaft in der Energiewende notwendig, wohl aber eine optimale Risikoteilung zwischen Staat und Markt. Dazu gehört wesentlich, dass Genehmigungsverfahren verkürzt und verschlankt werden.

**Autoren:**

Dr. Götz Reichert, Fachbereichsleiter

[reichert@cep.eu](mailto:reichert@cep.eu)

Prof. Dr. Henning Vöpel, Direktor Centrum für Europäische Politik und  
Vorstand der Stiftung Ordnungspolitik

[voepel@cep.eu](mailto:voepel@cep.eu)

Dr. André Wolf, Fachbereichsleiter

[wolf@cep.eu](mailto:wolf@cep.eu)

**Centrum für Europäische Politik** FREIBURG | BERLIN

Kaiser-Joseph-Straße 266 | D-79098 Freiburg

Schiffbauerdamm 40 Räume 4205/06 | D-10117 Berlin

Tel. + 49 761 38693-0

Das **Centrum für Europäische Politik** FREIBURG | BERLIN, das **Centre de Politique Européenne** PARIS, und das **Centro Politiche Europee** ROMA bilden das **Centres for European Policy Network** FREIBURG | BERLIN | PARIS | ROMA.

Das gemeinnützige Centrum für Europäische Politik analysiert und bewertet die Politik der Europäischen Union unabhängig von Partikular- und parteipolitischen Interessen in grundsätzlich integrationsfreundlicher Ausrichtung und auf Basis der ordnungspolitischen Grundsätze einer freiheitlichen und marktwirtschaftlichen Ordnung.