



Ariadne-Report

Importabhängigkeit bei sauberen Energiegütern – Marktversagen und Politikinstrumente

KOPERNIKUS
Ariadne **PROJEKTE**
Die Zukunft unserer Energie

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Forschung, Technologie
und Raumfahrt

Autorinnen und Autoren



» Dr. Michael Jakob
Climate Transition Economics



» Prof. Dr. Matthias Kalkuhl
Potsdam-Institut für Klimafolgen-
forschung



» Dr. Robert Marschinski
Joint Research Centre of the European
Commission



» Dr. Michael Mehling
Center for Energy and Environmental
Policy Research, Massachusetts
Institute of Technology



» Prof. Dr. Joschka Wanner
Julius-Maximilians-Universität Würzburg

Die Autoren danken Marian Feist für zahlreiche Hinweise und Anregungen zu diesem Beitrag.

Dieses Papier zitieren:

Michael Jakob, Matthias Kalkuhl, Robert Marschinski, Michael Mehling, Joschka Wanner (2025): Importabhängigkeit bei sauberen Energiegütern – Marktversagen und Politikinstrumente. Kopernikus-Projekt Ariadne, Potsdam.

<https://doi.org/10.48485/pik.2025.28>

Kontakt zu den Autoren: Michael Jakob, mj@ct-economics.net

Das vorliegende Ariadne-Kurzdossier wurde von den oben genannten Autorinnen und Autoren des Ariadne-Konsortiums ausgearbeitet. Es spiegelt nicht zwangsläufig die Meinung des gesamten Ariadne-Konsortiums oder des Fördermittelgebers wider. Die Inhalte der Ariadne-Publikationen werden im Projekt unabhängig vom Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt erstellt.

Die in diesem Beitrag geäußerten Ansichten sind ausschließlich die der Autoren und dürfen unter keinen Umständen als offizielle Position der Europäischen Kommission ausgelegt werden.

Herausgeben von

Kopernikus-Projekt Ariadne
Potsdam-Institut für Klimafolgen-
forschung (PIK)
Telegrafenberg A 31
14473 Potsdam

Dezember 2025

Bildnachweis

Corin / Adobe Stock

INHALT

	Kernaussagen	1
1.	Einleitung	3
2.	Konzepte von Importabhängigkeit und entsprechender Gegenmaßnahmen	6
3.	Marktversagen	8
3.1	Marktversagen als Ursache für zu geringe inländische Produktion	8
3.2	Marktversagen als Ursache für zu geringe Diversifizierung und Widerstandsfähigkeit	10
4.	Politikinstrumente	12
4.1	Maßnahmen zur Förderung der inländischen Produktion	12
4.2	Maßnahmen zur Förderung von Diversifizierung und Resilienz	14
5.	Die Rolle geopolitischer Rivalität	16
6.	Implikationen für Entscheidungsträgerinnen	18
6.1	Prinzipielle politische Aspekte	18
6.2	Quantitative Modellierung als Grundlage für die Politikgestaltung	19
7.	Schlussfolgerungen und Ausblick	21
	Literaturangaben	22

KERNAUSSAGEN

Die Fragmentierung globaler Lieferketten über verschiedene Länder und Hersteller hinweg sowie geopolitische Spannungen haben zu zunehmenden Warnungen vor Importabhängigkeit geführt. Solche Bedenken sind besonders ausgeprägt in Bezug auf saubere Energietechnologien und kritische Rohstoffe, die nicht nur für den Klimaschutz unerlässlich sind, sondern auch als wichtige Treiber für künftige Produktivitätssteigerungen und Wirtschaftswachstum gesehen werden. Dieses Kurzdossier befasst sich mit Importabhängigkeit für saubere Energiegüter aus der Perspektive von Marktversagen.

- Wir sprechen von **Importabhängigkeit, wenn Importe eines bestimmten Guts einen hohen Anteil am gesamten Inlandsverbrauch ausmachen und aus wenigen (oder nur einem) Ländern stammen**. Zwei unterschiedliche grundlegende Probleme können zu Importabhängigkeit führen. Erstens zu geringer inländischer Produktion und zweitens zu geringer Diversifizierung und Widerstandsfähigkeit. Wir diskutieren, **durch welche zugrundeliegenden Marktversagen diese Probleme verursacht werden**.

- Lokalisierte Technologie-Spillover, Skaleneffekte und Agglomerations-effekte, fehlende Versicherungsmärkte und Preisobergrenzen sowie Transaktionskosten sind **Marktversagen, die zu geringer inländischer Produktion zur Folge haben können**. Des Weiteren können Koordinationsprobleme und fehlende Märkte im Falle von Ereignissen mit geringer Eintrittswahrscheinlichkeit, aber drastischen Auswirkungen, Informationskosten, Moral Hazard und mangelnde Glaubwürdigkeit politischer Entscheidungen sowie Kurzfristedenken **Ursachen für zu geringer Diversifizierung und Widerstandsfähigkeit** sein.
- Als **Maßnahmen, um die inländische Produktion zu fördern**, dienen Unterstützung für Forschung, Entwicklung und Einsatz von sauberen Energietechnologien, Handelsbeschränkungen und staatliche Investitionen in Produktionskapazitäten für strategisch wichtige Güter. **Diversifizierung und Resilienz können gestärkt werden** durch strategische Reserven, die Entwicklung von Substituten und den Aufbau einer Kreislaufwirtschaft, Bereitstel-

lung von Informationen und durch vorbeugende Maßnahmen gegen Zwangsmaßnahmen anderer Länder.

- Für die praktische Ausgestaltung und Umsetzung bestimmter Politikinstrumente gilt es, sie im **Kontext eines umfassenderen Maßnahmenbündels zu begreifen und die zugrundeliegenden Marktversagen sorgfältig zu analysieren.** Um die

Wohlfahrtseffekte verschiedener Politikinstrumente vergleichen zu können, ist es unerlässlich, auch deren Kosten im Blick zu behalten. Wenn unterschiedliche Optionen zur Verfügung stehen, um ein gewünschtes Ziel zu erreichen, sollten **die am wenigsten restriktiven Vorrang haben**, um Auswirkungen auf den internationalen Handel zu minimieren.

1. EINLEITUNG

Die Globalisierung hat zu zunehmend fragmentierten Lieferketten über verschiedene Länder und Hersteller hinweg geführt (Timmer et al. 2014). Obwohl globaler Handel die effiziente internationale Arbeitsteilung erleichtert, hat das Beispiel Corona-Pandemie auch gezeigt, wie sich der Handel durch Produktionsausfälle in einem Land negativ auf andere Teile der Welt auswirken können (Javorcik 2020). Die Pandemie hat jedoch auch wichtige Erkenntnisse darüber geliefert, wie der globale Handel dazu beitragen kann, Unterbrechungen der Produktion innerhalb eines Landes abzufedern (Bonadio et al. 2021).

Der Angriff Russlands auf die Ukraine hat deutlich gemacht, welche Gefahren für Europa damit verbunden sind, stark abhängig von Erdgasimporten aus einem Land zu sein (Liadze et al. 2023). Zunehmende geopolitische Spannungen bergen die Gefahr von *Weaponized Interdependence* (Farrell und Newman 2019), dass also Länder damit drohen, die Lieferung wichtiger Rohstoffe oder Technologien einzustellen, um Zugeständnissen zu erzwingen.

Importabhängigkeit ist ein zentrales Thema in der politischen Diskussion über saubere Energietechnologien und die für deren Herstellung benötigten Rohstoffe. Wir verwenden hier den Begriff *saubere Energiegüter* als Bezeichnung für diese beiden Kategorien. Saubere Energiegüter

sind nicht nur für die Erreichung der internationalen Klimaschutzziele von entscheidender Bedeutung, sondern werden auch zunehmend als wichtiger Faktor für Wirtschaftswachstum und Beschäftigung angesehen. Nach Schätzungen der Internationalen Energieagentur war im Jahr 2023 saubere Energie für 10 % des globalen BIP-Wachstums verantwortlich (IEA 2024a). China nimmt derzeit eine dominante Position in internationalen Lieferketten für Solarmodule, Batterien und Elektrolyseure für Wasserstoff ein (siehe Abbildung 1) und baut auch seinen Anteil am Markt für Elektrofahrzeuge rasch aus. Darüber hinaus erfordern saubere Energietechnologien bestimmte kritische Rohstoffe, bei denen China ebenfalls eine zentrale Rolle spielt und fast den gesamten Weltmarkt für Graphit und Seltene Erden sowie mehr als die Hälfte der Produktion von raffiniertem Lithium und Kobalt kontrolliert (IEA 2022b).

Dieser Beitrag befasst sich mit Importabhängigkeit von Technologien und Rohstoffen für die Energiewende sowie entsprechenden Maßnahmen unter dem Gesichtspunkt von Marktversagen. Er zielt nicht darauf ab, konkrete Handlungsempfehlungen zu geben. Stattdessen liefert er einen analytischen Rahmen, um Importabhängigkeit aus einer ökonomischen Perspektive zu betrachten.

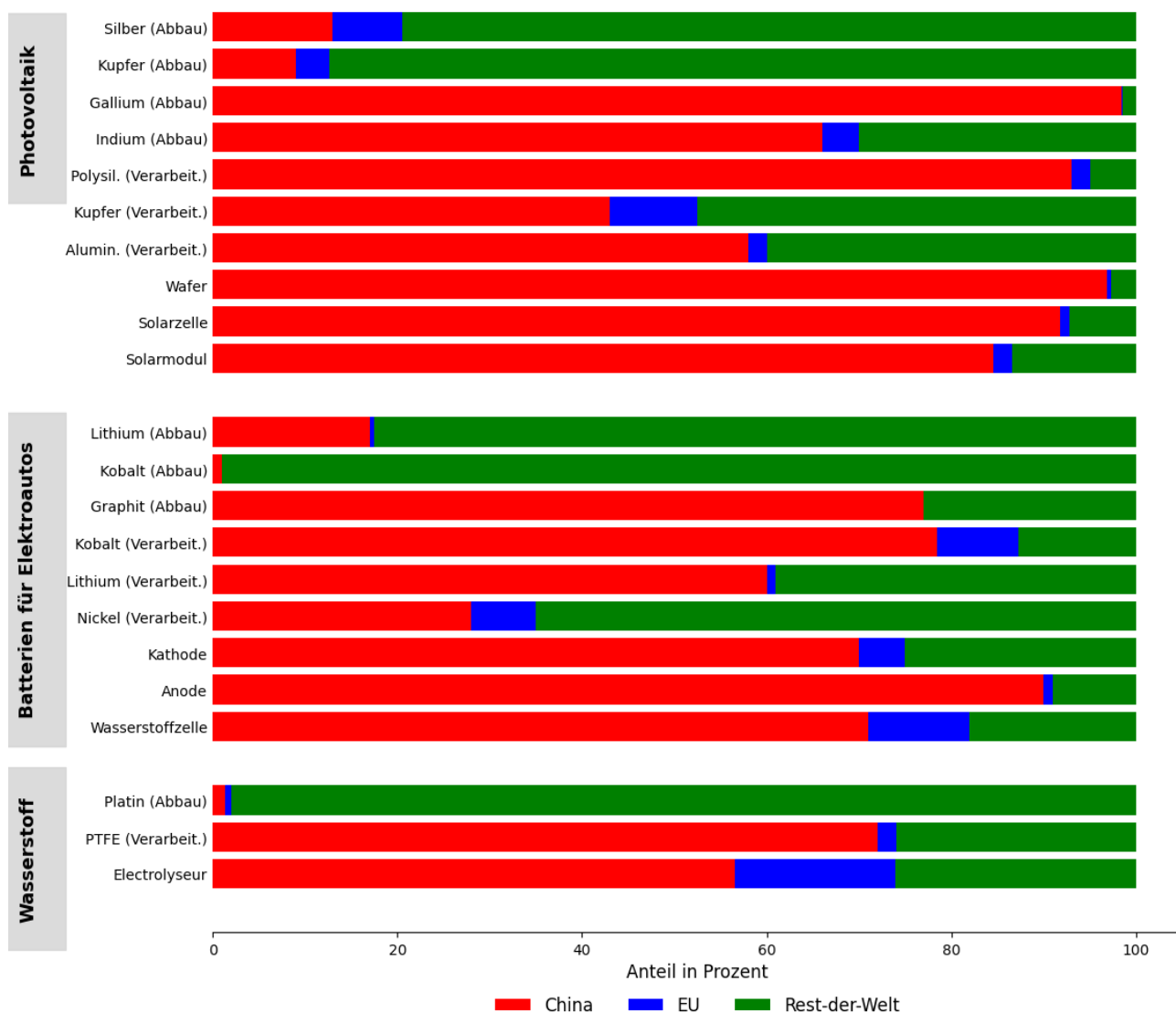
In früheren Veröffentlichungen wurde bereits die Bedeutung globaler Lieferketten

untersucht und Maßnahmen diskutiert, um sie resilienter zu gestalten (siehe Johnson (2018) und Antràs und Chor (2022) für einen Überblick über die entsprechende Literatur). Allerdings hat bisher nur eine Studie (Baldwin und Freeman 2022) versucht, unterschiedliche Maßnahmen in Bezug auf Lieferketten explizit mit bestimmten Marktversagen in Verbindung zu bringen. Unseres Wissens ist das vorliegende Papier das erste, das diese Fragestellung speziell im Hinblick auf saubere Energiegüter beleuchtet. Auch wenn unsere Betrachtung von Marktversagen und politischen Maßnah-

men allgemeiner Natur ist und prinzipiell auf jede Branche angewendet werden kann, konzentrieren wir uns hier auf diejenigen Probleme, die spezifisch für saubere Energiegüter sind. Rascher technologischer Fortschritt und das erwartete Marktwachstum geben Grund zur Hoffnung, dass saubere Energiegüter zur Modernisierung der Wirtschaft beitragen und gleichzeitig CO₂-Emissionen einsparen. Darüber hinaus haben saubere Energietechnologien wichtige Auswirkungen auf die nationale Sicherheit, da sie die Abhängigkeit von Importen fossiler Brennstoffe vermindern (Beaufils et al. 2025).

Das vorliegende Papier diskutiert, welche Maßnahmen auf Eigennutz bedachte Regierungen ergreifen können, um ihrem eigenen Land Vorteile zu verschaffen. Um die Diskussion überschaubar zu halten, konzentrieren wir uns auf diejenigen Marktversagen und Maßnahmen, die für Industrieländer besonders relevant sind. Unsere Beispiele stammen überwiegend aus der EU, die der Dekarbonisierung eine zentrale Rolle beimisst (Europäische Kommission 2024b).

Abbildung 1: Geschätzte Anteile verschiedener Weltregionen am Rohstoffabbau, der Materialverarbeitung und der Endproduktion von sauberen Energiegütern. Die Daten beziehen sich auf die Jahre 2021, 2022 oder 2023, je nach Verfügbarkeit. Quellen: IEA (2024b), IEA (2022a), Raw Material Information System (2024), Minerals and Metals Facts (Natural Resources Canada 2024), World Nickel Factbook (INSG 2024), McKinsey (2024) und US Geological Survey (2024).



Die Entwicklung geeigneter Maßnahmen gegen Importabhängigkeit erfordert es, zwischen verschiedenen politischen Zielen abzuwägen. Dafür ist ein klares Verständnis der zugrunde liegenden Formen von Marktversagen unerlässlich. Kapitel 2 bildet den Ausgangspunkt unserer Betrachtung und beschreibt verschiedene Konzepte der Importabhängigkeit. In Kapitel 3 wird erläutert, welche Formen von Marktversagen zu einer zu geringen inländischen Produktion oder zu einer zu geringen Diversifizierung führen könnten. Kapitel 4 bewertet, wie sich verschiedene

Politikinstrumente auf diese Marktversagen auswirken und betrachtet die potenziellen Kosten und Nutzen dieser Instrumente. Kapitel 5 befasst sich mit geopolitischem Wettbewerb als zusätzlichem politischen Ziel, das sich auf die Bewertung politischer Entscheidungen auswirkt. Kapitel 6 erläutert, wie die in diesem Papier vorgestellten Argumente in der Praxis in politische Entscheidungen einfließen können. Kapitel 7 zieht Schlussfolgerungen und gibt einen Ausblick auf weiteren Forschungsbedarf.

2. KONZEPTE VON IMPORTABHÄNGIGKEIT UND ENTSPRECHENDER GEGENMASSNAHMEN

Wir sprechen von Abhängigkeit, wenn Importe einen hohen Anteil am gesamten Inlandsverbrauch ausmachen und aus wenigen (oder nur einem) Ländern stammen (Europäische Kommission 2021a). Das bedeutet, dass ein Handelsbilanzdefizit – das heißt mehr Importe als Exporte – an sich noch keine Importabhängigkeit darstellt.

Importabhängigkeit zu vermeiden, wird zunehmend als wichtiges politisches Ziel gesehen. Um das zu erreichen, fordern manche Entscheidungsträgerinnen¹, dass inländische Produktion in Sektoren von strategischer Bedeutung gefördert werden sollte, um sie aus dem Ausland zurückzuverlagern (*Reshoring*). Andere dagegen sprechen sich dafür aus, die Handelsbeziehungen mit Ländern zu stärken, mit denen starke wirtschaftliche Bindungen und gute diplomatische Beziehungen bestehen (*Friendshoring*) (Cerdeiro et al. 2024). In ähnlicher Weise wird diskutiert, ob eine Entkopplung von bestimmten Handelspartnern möglich und wünschenswert ist oder ob *De-Risking* durch Diversifizierung der Importportfolios eher praktikabel ist (Farrell und Newman 2019). Diese Begriffe fanden Eingang in den politischen Diskurs, unter anderem in Bezug auf die wirtschaftlichen Beziehungen zwischen der USA mit China, in denen eine „Strategie namens ‚Friendshoring‘“ vorgestellt wurde (US-Finanzministerium 2023). In der Europäischen Union ist der Begriff der *strategi-*

schen Autonomie, der bereits 2016 im Rahmen breiterer Sicherheitsdebatten aufgegriffen wurde (Europäischer Rat 2016), ebenfalls zu einem prägenden Paradigma der internationalen Wirtschaftspolitik geworden, das die Risikominderung in Lieferketten in den Vordergrund rückt (Europäische Kommission 2023c).

Importabhängigkeit wird in Bezug auf verschiedene Wirtschaftszweige diskutiert, darunter Energieträger (derzeit Öl und Gas, in Zukunft möglicherweise auch grüner Wasserstoff), Pharmaprodukte (Antibiotika, Impfstoffe) und medizinische Geräte (Gesichtsmasken, Beatmungsgeräte), bis hin zu Hightech-Produkte (Mikrochips) und saubere Energiegüter (Solar-PV-Module, Batterien, Elektrofahrzeuge und die damit verbundenen kritischen Rohstoffe). Für jeden dieser Bereiche gibt es spezifische Gründe, warum übermäßige Importe als nachteilig gesehen werden. Dazu gehören die kurzfristige Energiesicherheit im Falle von Gas- und Ölimporten oder die Krisenvorsorge für Medikamente und medizinische Geräte. Die beiden letztgenannten sind kurzfristiger Natur und betreffen vor allem die Versorgungssicherheit, das heißt es spielt eine eher untergeordnete Rolle, von wem und woher diese Güter geliefert werden, solange die Versorgung sichergestellt ist. Anders ist die Situation bei Hightech- und sauberen Energiegütern wie Elektrofahrzeugen oder Batterien, bei denen die kurzfristige Versorgung

1 Wir verwenden in diesem Beitrag durchgehend die weibliche grammatikalische Form in einem geschlechtsübergreifenden Sinn.

weniger wichtig ist als die Sicherung der inländischen Produktionskapazitäten, geleitet von mittel- bis langfristigen industriepolitischen Prioritäten bezüglich Wettbewerbsfähigkeit und inländischer Wertschöpfungsketten. Diese verschiedenen Dimensionen der Importabhängigkeit sind in Abbildung 2 dargestellt.

Ebenso muss unterschieden werden, ob Importabhängigkeit für einen Bestand (*Stock*) oder einen Güterstrom (*Flow*) besteht. Eine Unterbrechung eines Güterstroms, wie von fossilen Brennstoffen, würde sich direkt auf die Energieversorgung auswirken. Im Gegensatz dazu könnte ein Bestand, wie zum Beispiel Solaranlagen oder Windräder, auch bei einer Unterbrechung der Importe weiterhin genutzt werden; Unterbrechungen der Versorgung würden in diesem Fall lediglich den Kapazitätsausbau verlangsamen. Auch ist es wichtig, die spezifischen Eigenschaften der Importe zu berücksichtigen. So unterscheiden sich beispielsweise Importe kritischer Rohstoffe von Importen sauberer Energietechnologien. Erstere sind aufgrund natürlicher Gegebenheiten nur in wenigen Ländern verfügbar, während für letztere grundsätzlich überall neue Produktionskapazitäten geschaffen werden können. Somit begünstigt die Erwartung, dass die Versorgung unterbrochen werden könnte, den Markteintritt im Inland von Unternehmen aus anderen Ländern und verringert damit letztlich die Wahrscheinlichkeit einer tatsächlichen Versorgungsunterbrechung.

Eine weitere wichtige Unterscheidung besteht zwischen den Eigentümerinnen und dem Standort einer Firma. Selbst wenn kritische Rohstoffe wie Seltene

Abbildung 2: Verschiedene Aspekte von Importabhängigkeit. Die relative Position der oben dargestellten spezifischen Themen dient nur zur Veranschaulichung. Quelle: eigene Darstellung



Erden aus einer Vielzahl von Ländern bezogen werden, wird die Produktion von sehr wenigen Unternehmen kontrolliert, wodurch die grenzübergreifende Versorgung im Falle eines geopolitischen Konflikts unterbrochen werden könnte. Daher ist es wichtig, zu beurteilen, inwieweit die inländische Produktion, die sich im Besitz ausländischer Unternehmen befindet, von Unterbrechungen bedroht ist und (zumindest vorübergehend) unter staatliche Kontrolle genommen werden könnte. Schließlich spielt auch die Korrelation der Risiken zwischen verschiedenen Lieferanten und möglichen Substituten (beispielsweise synthetischer anstatt von natürlich vorkommendem Graphit für die Batterieherstellung) eine wichtige Rolle. Selbst wenn Importe von einer gewissen Anzahl verschiedener Handelspartner bezogen werden, könnten diese alle gleichzeitig von einem geopolitischen Konflikt oder einer anderen globalen Krise betroffen sein – zum Beispiel für den Fall, dass die Handelspartner gemeinsame Transportwege nutzen oder gemeinsame geopolitische Interessen verfolgen.

3. MARKTVERSAGEN

Aus Sicht der Wohlfahrtsökonomie führt der Markt ohne staatliche Eingriffe auf nationaler oder internationaler Ebene zu effizienten Handelsströmen und Importvolumina – solange kein Marktversagen vorliegt. Regierungen mögen andere Anreize haben, in internationale Handelsströme und Lieferketten einzugreifen (Juhász und Lane 2024). Wenn aber die von ihnen umgesetzten Maßnahmen ausschließlich dem Ziel dienen, Marktversagen zu beseitigen, hätten sie keinen Grund, gegen Importabhängigkeit per se vorzugehen. Dieser Abschnitt konzentriert auf die Formen von Marktversagen, die für Importabhängigkeit relevant sind. Da Verteilungsaspekte durch gezielte Transferleistungen oder das allgemeine Einkommensteuersystem angegangen werden können (Kaplow 2024), fokussieren wir uns auf die Allokationseffizienz bzw. Wohlfahrtsmaximierung. Wir berücksichtigen jedoch auch die Möglichkeit von institutionellen Beschränkungen, die ein optimales Erreichen der Verteilungsziele verhindern. In diesem Fall sind *Second-Best*-Maßnahmen erforderlich, um beispielsweise Arbeitsplatzverluste oder soziale Schieflagen zu verhindern.

Die Debatte über Importabhängigkeit unterscheidet häufig nicht zwischen den Zielen, einerseits die inländische Produktion zu stärken und andererseits Abhängigkeit von einer kleinen Anzahl von Lieferanten zu vermeiden (siehe Kapitel 2). In diesem Kapitel treffen wir zwischen

diesen beiden Motiven eine klare Unterscheidung. Wir diskutieren zuerst, welche Marktversagen zu einer zu geringen inländischen Produktion führen können, danach betrachten wir Marktversagen, das eine zu geringe Diversifizierung und Widerstandsfähigkeit zufolge haben können.

3.1. Marktversagen als Ursache für zu geringe inländische Produktion

Manche Branchen bringen wirtschaftliche oder strategische Vorteile mit sich, welche sich nicht in Marktpreisen widerspiegeln (Tagliapietra und Veugelers 2020). Zu den möglichen Vorteilen zählen lokale Technologie-Spillover oder Skalen- und Agglomerationseffekte. Die inländische Produktion könnte auch der nationalen Sicherheit zugutekommen, wenn es keine Märkte gibt, die im Falle eines geopolitischen Konflikts eine Absicherung gegen Unterbrechung der Versorgung bieten können. Da hohe Transaktionskosten es schwierig (oder gar unmöglich) machen können, gewisse Interessengruppen zu entschädigen, die durch die Energiewende Verluste erleiden würden, können Maßnahmen zur Förderung der inländischen Produktion auch durch Verteilungsziele gerechtfertigt sein. Auch wenn letzteres streng genommen kein Marktversagen darstellt, bietet es einen Grund, entsprechende Maßnahmen einzuführen.

Technologische Innovationen eines Unternehmens kommen teilweise auch anderen Unternehmen zugute. Auch wenn Innovationen durch Patente geschützt sind oder bestimmte entscheidende Teile geheim gehalten werden können, ist es Firmen oft nicht möglich, den gesellschaftlichen Nutzen ihrer Innovation vollständig für sich zu beanspruchen (Levin et al. 1987). Stattdessen fließt ein Teil des Wissens an andere Unternehmen, beispielsweise implizites Wissen, das bei einem Arbeitsplatzwechsel von Mitarbeiterinnen weitergegeben wird. Aufgrund solcher Technologie-Spillover übersteigen die gesellschaftlichen Vorteile einer Innovation den Profit, den Unternehmen aus ihr ziehen können (Jaffe 1986; Spence 1984). Unternehmen haben daher keine ausreichende Motivation, in Innovationen zu investieren, und der Markt erreicht nicht das soziale Optimum. Wenn die Spillover lokal begrenzt sind, was für die meisten Branchen der Fall zu sein scheint (Feldman, Maryann und Kogler 2010), bieten sie einen Anreiz für Regierungen, Maßnahmen zur gezielten Ansiedlung bestimmter Unternehmen zu ergreifen.

Grundsätzlich treten solche Spillover bei jeder Technologie auf, sie sind nicht auf saubere Energietechnologien begrenzt. Es erscheint jedoch plausibel, dass neuartige Technologien, die ein höheres Innovationspotenzial besitzen, größere Spillover mit sich bringen (Mehling 2025). Tatsächlich haben Technologien, die für die Energiewende von zentraler Bedeutung sind, wie Erneuerbare Energien und Batterien, in den letzten Jahren massive Kostensenkungen erfahren. Die Tatsache, dass Patente für saubere Energietechnologien häufiger zitiert werden als Patente für konventionelle Energietechnologien, deutet darauf hin, dass bei ersteren stärkere Technologie-Spillover auftreten (Dechezlepretre, Martin und Mohnen 2015).

In der Vergangenheit wurden hohe technologische Lernraten und lokalisierte Spillover (innerhalb derselben Branche sowie zu anderen Branchen) bei Halbleitern als Marktversagen angesehen, das öffentliche Förderprogramme rechtfertigt

(Irwin und Klenow 1994). Es sollte jedoch berücksichtigt werden, dass Technologie-Spillover auch über Importe auftreten können (Keller 2010). Folglich hat eine Verringerung der Importabhängigkeit nur dann einen positiven Nettoeffekt auf das technologische Lernen, wenn innerstaatliche Technologie-Spillover stärker sind als die grenzüberschreitenden.

Skaleneffekte und Agglomerationseffekte

In Branchen mit Skaleneffekten (d. h. niedrigeren Stückkosten bei höheren Produktionsmengen) konzentriert sich die Produktion tendenziell auf wenige Standorte (Ethier 1982). Dies kann zu Pfadabhängigkeiten und Lock-In-Effekten führen, sodass die Produktion an Standorten stattfindet, die nicht die effizientesten sind (Redding 1999). In einem perfekt funktionierenden Markt können Unternehmen an den günstigsten Standorten davon ausgehen, dass sie sich gegen ihre Konkurrenten aus dem Ausland durchsetzen können, sobald sie eine ausreichende Größe erreicht haben. Bestimmte Formen von Marktversagen, wie zum Beispiel Ineffizienzen auf Finanzmärkten, können diese Unternehmen jedoch daran hindern, die erforderlichen Investitionen zu tätigen. Der Markt liefert dann kein sozial optimales Ergebnis.

In ähnlicher Weise können Agglomerationseffekte Pfadabhängigkeiten schaffen (Martin und Sunley 2006). Unternehmen haben Anreize, sich in der Nähe von Verbraucherinnen oder anderen Unternehmen anzusiedeln, um Transportkosten und Handelsbarrieren niedrig zu halten und um qualifizierte Arbeitskräfte leichter finden zu können (Ottaviano und Thisse 2004). Dies trägt dazu bei, dass Industriecluster entstehen (z. B. für die Produktion von Batterien und Elektrofahrzeugen). Hierbei können mehrere Gleichgewichte auftreten, und staatliche Eingriffe können erforderlich sein, um die Koordination zwischen vor- und nachgelagerten Industrien sicherzustellen. So wird beispielsweise der Aufbau von Produktionskapazitäten für Batterien oft als Voraussetzung für ein sogenanntes *industrielles Ökosystem* für Elektrofahrzeuge betrachtet (Bridge und Faigen 2022).

Um ein Gleichgewicht zu erreichen, in welchem sich neue und schnell wachsende Branchen im Inland ansiedeln, können industriepolitische Maßnahmen zur Stärkung von heimischen Schlüsselindustrien genutzt werden.

Fehlende Versicherungsmärkte und Preisobergrenzen

Grundsätzlich besteht für die Privatwirtschaft ein Anreiz, Reservekapazitäten für die Produktion wichtiger Güter aufzubauen, um auf Ereignisse mit geringer Wahrscheinlichkeit, aber großen Auswirkungen (wie z. B. einen militärischen Konflikt) vorbereitet zu sein (Simchi-Levi, Schmidt und Wei 2014). Unternehmen würden solche Reservekapazitäten selbst aufbauen und aufrechterhalten, wenn sie erwarten, in einer Krisensituation hohe Gewinne für ihre Produkte erzielen zu können. Dieser Anreiz wird jedoch durch die Erwartung untergraben, dass die Regierung aus verteilungspolitischen Erwägungen in den Markt eingreift, um Preisanstiege abzufedern. Solche Eingriffe gab es häufig für Lebensmittel, wodurch Anreize für private Getreidevorräte verringert wurden (Gouel 2014). Auch in der jüngsten Energiekrise haben Regierungen auf den Energiemärkten interveniert, um Preisanstiege zu begrenzen (Sgaravatti et al. 2023). Es ist denkbar, dass ähnliche Interventionen auch bei sauberen Energiegütern wie kritischen Rohstoffen oder grünem Wasserstoff erfolgen würden, die für bestimmte Schlüsselindustrien unverzichtbar sind. Aus diesem Grund dürften Unternehmen erwarten, dass sehr hohe Preise – die erforderlich wären, um Investitionen in Überkapazitäten, die nur mit geringer Wahrscheinlichkeit benötigt werden, zu rechtfertigen – in der Praxis nicht zustande kommen. Diese implizite Preisobergrenze wirkt sich abschreckend auf private Investitionen in Produktionskapazitäten aus, die in einer Krise aktiviert werden könnten.

Als mögliche Lösung könnte die Regierung private Akteure dafür bezahlen, solche Produktionsreserven vorzuhalten. So werden etwa Ausschreibungen diskutiert um Reservekapazitäten für Impfstoffe aufzubauen, die im Falle einer Pandemie schnell hochgefahren werden können

(Castillo et al. 2021). In der Realität existieren solche Versicherungsmärkte jedoch nur selten und wurden unseres Wissens noch nicht für saubere Energiegüter diskutiert.

Transaktionskosten

Aus wirtschaftlicher Sicht wäre es sinnvoll, den Niedergang von Branchen zu akzeptieren, die gegenüber der Konkurrenz aus dem Ausland nicht wettbewerbsfähig sind, und diejenigen zu entschädigen, die durch den Wandel benachteiligt werden – beispielsweise durch Umschulungen für Arbeitnehmer, gezielte öffentliche Investitionen in betroffenen Regionen oder gezielte Einkommensunterstützung. Eine solche Entschädigung könnte jedoch durch Transaktionskosten und institutionelle Hemmnisse behindert werden, die Zahlungen an potenzielle Empfängerinnen erschweren (Hanna und Olken 2018).

Entscheidungsträgerinnen könnten daher ein Interesse daran haben, bestimmte Branchen anzusiedeln oder zu erhalten, um damit Verteilungsziele zu erreichen oder um auf politischen Druck von bestimmten Interessengruppen zu reagieren. Die kürzlich von den USA angekündigten Zölle sind ein Beispiel für Handelsschranken, die in erster Linie einer politischen anstatt einer rein wirtschaftlichen Logik folgen.

Diese ist besonders relevant für etablierte Industrien, die Wertschöpfung und Arbeitsplätze für bestimmte Regionen sicherstellen. Strukturwandel bedeutet immer eine Herausforderung. Jedoch sind sie bei der Energiewende besonders ausgeprägt, da diese einen grundlegenden Richtungswechsel erfordert, beispielsweise in der Stahl- und Automobilindustrie. Dies kann Entscheidungsträgerinnen dazu veranlassen, strategisch gezielte Maßnahmen – unter anderem Importbeschränkungen – zu ergreifen, um bestimmte Regionen, Branchen oder soziale Gruppen vor ausländischer Konkurrenz zu schützen, und um ihnen Zeit zu geben, auf saubere Produktionsmethoden umzustellen (Crisciuolo, Dechezleprêtre und Lalanne 2023).

3.2. Marktversagen als Ursache für zu geringe Diversifizierung und Widerstandsfähigkeit

Unternehmen haben selbst ein Interesse daran, Unterbrechungen ihrer Produktion zu vermeiden. Zahlreiche empirische Befunde zeigen, dass Unternehmen tatsächlich erhebliche Investitionen tätigen, um ihre Lieferketten zu diversifizieren und Vorräte an kritischen Rohstoffen und Vorprodukten anzulegen (Baldwin und Freeman 2022). Dennoch führen einige Marktversagen dazu, dass zu wenig investiert wird, um die Resilienz gegenüber Schocks auf der Angebotsseite zu erhöhen. Dazu gehören Koordinationsprobleme und fehlende Märkte für Ereignisse mit geringer Eintrittswahrscheinlichkeit aber drastischen Auswirkungen, Informationskosten, Moral Hazard und die Erwartung, dass Entscheidungsträgerinnen in schweren Krisen eingreifen werden, sowie Kurzfristen. Im Folgenden werden solche Formen von Marktversagen im Einzelnen erläutert.

Koordinationsprobleme und fehlende Märkte im Falle von Ereignissen mit geringer Eintrittswahrscheinlichkeit, aber drastischen Auswirkungen

Wenn zwischen Unternehmen in einem Produktionsnetzwerk vor- und nachgelagerte Beziehungen bestehen (weil die Produktion eines Unternehmens eine wesentliche Vorleistung für andere Unternehmen darstellt), haben diese Unternehmen einen Anreiz, sich untereinander zu koordinieren (Malhotra, Schmidt und Huenteler 2019). In gewissem Umfang findet eine solche Koordination auch tatsächlich statt, beispielsweise durch langfristige Lieferverträge.

Der Abschluss entsprechender Verträge kann jedoch hohe Kosten und komplexe Verhandlungen mit sich bringen (Dugoua und Dumas 2024). In stark fragmentierten Wertschöpfungsketten sind Informationsasymmetrien wahrscheinlich (da z. B. Unternehmen die Lieferanten ihrer Lieferanten nicht kennen). Das kann dazu führen, dass sie Schwachstellen in ihrer Lieferkette unterschätzen. Darüber hinaus können Lieferungen aus Gründen unterbrochen werden, gegen die solche Verträge keinen Schutz bie-

ten, beispielsweise im Fall höherer Gewalt wie Naturkatastrophen. Ebenso können solche Verträge im Falle eines Konflikts womöglich nicht durchgesetzt werden, da das Land, in dem der Lieferant ansässig ist, möglicherweise keine rechtlichen Schritte einleitet oder sogar aktiv dazu beiträgt, die Handelsbeziehungen zu stören (z. B. durch ein Embargo). Dass Märkte im Falle von Ereignissen mit geringer Wahrscheinlichkeit aber drastischen Auswirkungen nicht mehr richtig funktionieren, kann daher ein Anlass für die Regierung sein, die ausreichende inländische Versorgung mit Gütern sicherzustellen, die für die nationale Sicherheit von entscheidender Bedeutung sind.

Informationskosten

Effektive Diversifizierung erfordert nicht nur Informationen über die gesamte eigene Lieferkette, sondern auch über alternative Lieferanten. Für viele Unternehmen, insbesondere kleine und mittelständische, sind diese Informationen nicht ohne Weiteres verfügbar oder mit hohen Kosten verbunden (WEF 2021).

Informationen verlieren nicht an Wert, wenn sie unter einer größeren Anzahl von Akteuren geteilt werden. Somit weisen Informationen Skaleneffekte auf. Damit lohnt es sich für Unternehmen, ein gemeinsames System zur Erfassung und Verarbeitung von Informationen über Lieferketten aufzubauen (Arrow 1996). Dies wird jedoch erschwert durch die erforderlichen, komplexen Verhandlungen und die Herausforderung, einen gemeinsamen Berichtsstandard festzulegen. Auch sind nicht alle Unternehmen bereit, ihre vertraulichen Informationen mit Wettbewerbern zu teilen. Aus diesem Grund ist es unwahrscheinlich, dass Unternehmen über die sozial optimale Menge an Informationen für ein effizientes Risikomanagement in der Lieferkette verfügen, sodass durch staatliche Intervention ein besseres Ergebnis erzielt werden kann.

Moral Hazard und mangelnde Glaubwürdigkeit politischer Entscheidungen

Unternehmen können das Risiko, dass ihre Versorgung unterbrochen wird, min-

dern, indem sie ihre Lieferketten diversifizieren und ausreichende Reserven anlegen. Der Anreiz dafür kann jedoch durch die Erwartung geschwächt sein, dass die Regierung im Falle einer schweren Krise eingreifen und den Unternehmen helfen wird (Nemet et al. 2017), beispielsweise indem sie die Zusammenarbeit mit neuen Lieferanten aktiv unterstützt oder finanzielle Hilfe bereitstellt, um mit höheren Weltmarktpreisen zurechtzukommen. Dies ist besonders wichtig für Unternehmen, die als unverzichtbar gelten, entweder weil sie wichtige Güter, wie medizinische Produkte, herstellen oder weil sie bedeutsam für Beschäftigung und regionale Wertschöpfung sind (Strahan 2013).

In all diesen Fällen führt die Erwartung, dass in Krisenzeiten der Staat einspringen wird, zu einem *Moral-Hazard*-Problem. Das heißt, dass Unternehmen unzureichende Vorkehrungen treffen, um sich auf Risiken vorzubereiten, die zwar eine geringe Wahrscheinlichkeit, aber hohe Auswirkungen haben. In ähnlicher Weise haben Manager unzureichende Anreize, Risiken zu mindern, da sie nicht die gesamten Kosten tragen, die dem Unternehmen im Krisenfall entstehen (Demski und Dye 1999).

Kurzfristdenken

Sofern Unternehmen einen zu kurzfristigen Planungshorizont haben – also zukünftige Kosten und Nutzen stärker abdiskontieren als sozial wünschenswert – werden sie keine ausreichenden Vorkehrungen treffen, um zukünftige Herausforderungen zu antizipieren, wie zum Beispiel die Unterbrechungen von Lieferketten.

Die wissenschaftliche Literatur ist sich nicht einig, wie relevant solches Kurzfristdenken tatsächlich ist. Einige Autoren haben auf das *Principal-Agent*-Problem hingewiesen, das dazu führt, dass Manager zu stark auf kurzfristige Unternehmensgewinne abzielen, um ihr Gehalt und ihr Ansehen zu steigern (Narayanan 1985) und gleichzeitig das Risiko einer feindlichen Übernahme zu verringern, falls Aktionäre nur unvollständig über die Situation des Unternehmens informiert sind (Stein 1988). Andere argumentieren jedoch, dass Finanzmärkte mit gut informierten Investorinnen und langfristigen Zeithorizonten kurzsichtiges Investitionsverhalten bestrafen (Tong und Zhang 2024). In der Praxis scheint letzterer Effekt vorzuherrschen, da aktuelle Studien kaum empirische Belege für Kurzfristdenken bei Unternehmen finden (Maksimovic, Phillips und Yang 2023). Dennoch kann Kurzfristdenken nicht vollständig ausgeschlossen werden und könnte ein möglicher Grund dafür sein, dass Importabhängigkeit als Symptom eines zugrunde liegenden Marktversagens auftritt.

4. POLITIKINSTRUMENTE

Unter der Prämisse, dass, wie im vorigen Kapitel erläutert, Importabhängigkeit Ausdruck eines oder mehrerer Marktversagen ist, werden in diesem Abschnitt Maßnahmen betrachtet, um die inländische Produktion zu fördern und Lieferketten für strategisch bedeutsame Güter zu diversifizieren. Wir diskutieren, welche Marktversagen durch ein bestimmtes Politikinstrument konkret behoben werden können. In vielen Fällen zielen Maßnahmen nur indirekt auf die relevanten Marktversagen ab, und es gibt zudem eine Vielzahl von Barrieren, die nicht vollständig durch staatliches Handeln behoben werden können. Daher sollten die hier diskutierten Maßnahmen im Allgemeinen als *Second-Best*-Politikinstrumente betrachtet werden (siehe Kapitel 6.1).

4.1. Maßnahmen zur Förderung der inländischen Produktion

Investitionen werden häufig gefördert, um wirtschaftlich oder strategisch bedeutsame Branchen gezielt anzusiedeln oder um ihre Verlagerung ins Ausland zu verhindern. So zielt beispielsweise die Netto-Null-Industrie-Verordnung (*Net-Zero Industry Act*) der EU darauf ab, dass bis 2030 mindestens 40 % der sogenannten strategischen Netto-Null-Technologien in der EU hergestellt werden (Europäische Kommission 2023b). In der Literatur wird seit langem über die Wirksamkeit solcher industriepolitischen Maßnahmen diskutiert. Meist wird in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen, dass Regierungen die nötigen Informationen

fehlen, um gezielt die Sektoren zu fördern, die am meisten Unterstützung benötigen (Krugman 1993). Darüber hinaus wird der Einfluss von Lobbyinteressen auf politische Entscheidungen hervorgehoben (ebd.). Demgegenüber argumentieren Befürworterinnen, dass sinnvoll ausgestaltete Industriepolitik dazu beiträgt, wichtige Marktbarrieren zu überwinden, und verweisen darauf, dass Industriepolitik in der Vergangenheit erfolgreich wirtschaftliche Entwicklung befördert hat, beispielsweise in Südostasien (Aiginger und Rodrik 2020). Vor diesem Hintergrund werden in den folgenden Unterabschnitten die Unterstützung von Forschung, Entwicklung und der Einsatz von Schlüsseltechnologien, Handelsbeschränkungen und öffentlichen Investitionen zur Förderung der inländischen Produktion diskutiert.

Unterstützung für Forschung, Entwicklung und Einsatz

Zahlreiche Maßnahmen können Forschung und Entwicklung sowie den Aufbau von Produktionsstätten für wirtschaftlich oder strategisch wichtige Industriezweige (z. B. die Halbleiterindustrie) unterstützen. Im Idealfall sollten diese Maßnahmen so genau wie möglich auf das relevante Marktversagen ausgerichtet sein (Goulder und Parry 2008). Wenn beispielsweise Technologie-Spillover vor allem bei der Entwicklung einer neuen Technologie auftreten, sind direkte Subventionen für Forschung und Entwicklung am besten geeignet, um das

zugrundeliegende Marktversagen zu beheben. Hingegen können Produktions-subventionen dazu beitragen, die Lernkurve abzufahren und die Stückkosten für Technologien zu senken, die näher an der Marktreife sind (Edler und Fagerberg 2017). Neue Technologien zur direkten Entnahme von Treibhausgasen aus der Atmosphäre sind ein Beispiel für Ersteres, und Solarpanele (welche bereits die technologische Reife erreicht haben) sind ein Beispiel für Letzteres. Unternehmen aus strategisch relevanten Branchen erhalten in vielen Fällen Steuererleichterungen, um Investitionen attraktiver zu machen. Einige Länder, insbesondere China, schaffen auch Sonderwirtschaftszonen, um Ballungszentren zu fördern und Synergien zwischen verschiedenen, verwandten Branchen zu schaffen (Lu, Wang und Zhu 2019). In ähnlicher Weise werden industriepolitische Maßnahmen zunehmend eingesetzt, um den wirtschaftlichen Niedergang der am stärksten vom Strukturwandel betroffenen Regionen abzufedern (Busso, Gregory und Kline 2013). So können beispielsweise die örtlichen Folgen eines rückläufigen Kohlebergbaus durch die Ansiedlung von Batterieproduktion in den betroffenen Regionen zu einem gewissen Grad ausgeglichen werden.

Eine weitere Form der Unterstützung ist die gezielte Bereitstellung öffentlicher Infrastruktur, zum Beispiel für Verkehr und Telekommunikation, um dort bessere Bedingungen für neue Unternehmen zu schaffen. Empirische Belege deuten beispielsweise darauf hin, dass staatliche Maßnahmen zum Aufbau von Ladeinfrastruktur eine wichtige Rolle für die rasche Verbreitung von Elektrofahrzeugen gespielt haben (Springel 2021). Grundsätzlich können Maßnahmen zur Förderung sauberer Technologien – wie Einspeisevergütungen für Erneuerbare Energien oder finanzielle Unterstützung für Elektrofahrzeuge – unabhängig davon zur Anwendung kommen, wo die jeweiligen Technologien hergestellt wurden (Fischer und Newell 2008). Allerdings nutzen Entscheidungsträgerinnen häufig *Local Content Requirements*, wonach die finanzielle Unterstützung davon abhängig gemacht wird, dass ein gewisser Anteil der genutzten Komponenten

oder Materialien aus heimischer Produktion stammt, um im Inland die Produktion in bestimmten Industriezweigen zu fördern. Auch wenn solche Förderprogramme wiederholt vor der Welthandelsorganisation WTO angefochten wurden, enthält der US-amerikanische *Inflation Reduction Act* von 2022 zahlreiche Bestimmungen, die zusätzliche finanzielle Unterstützung gewähren, wenn die geförderten Technologien oder Aktivitäten in den USA oder in Ländern hergestellt werden, mit denen die USA ein Handelsabkommen geschlossen haben (Steffen und Schmidt 2024).

Handelsbeschränkungen

Handelsbeschränkungen sind ein naheliegender Weg, um die Nachfrage von importierten Gütern auf im Inland hergestellte zu verlagern. Einfuhrzölle können die relativen Preise und damit die komparativen Vorteile verändern. Nichttechnische Handelshemmnisse wie Produktnormen und Kennzeichnungsvorschriften können inländische Herstellerinnen zusätzlich vor ausländischer Konkurrenz schützen (Trebilcock und Fishbein 2007). Freiwillige Exportbeschränkungen von Handelspartnerinnen, wie beispielsweise die von Japan eingeführten Exportquoten zur Begrenzung der Autoexporte in den amerikanischen Markt, können ebenfalls Importe beschränken. Politisch ist letzterer Ansatz womöglich weniger umstritten, da die damit verbundenen Einnahmen oder Knappheitsrenten den Handelspartnerinnenn zufließen, im Gegensatz zu den Einnahmen aus Einfuhrzöllen (Pomfret 1989).

Handelsbeschränkungen erhöhen allerdings die Preise importierter Güter. Da Wettbewerb und der Zugang zu importierten Vorprodukten Unternehmen produktiver machen können (Halpern, Koren und Szeidl 2015), verursachen Handelsbarrieren Kosten. So werden beispielsweise höhere Kosten für erneuerbare Energietechnologien den Übergang zu einem kohlenstoffarmen Energiesystem unweigerlich verzögern (Goldthau und Hughes 2020; Helveston und Nahm 2019; Helveston, He und Davidson 2022). Auch wenn Handelsbarrieren theoretisch dazu beitragen können, dass aufstrebende Industrien wettbewerbsfähig

werden, bietet die Vergangenheit zahlreiche Beispiele für Handelsbarrieren, die erhebliche Kosten verursacht haben, ohne dabei nennenswerte Vorteile zu bringen (Atkin und Donaldson 2022). Darüber hinaus bergen Handelsbeschränkungen die Gefahr, dass betroffene Handelspartner mit eigenen Handelsbarrieren reagieren.

Staatseigentum

Eine weitere Möglichkeit, die inländische Produktion bestimmter Güter und Dienstleistungen zu steigern, sind staatliche Investitionen in diese Aktivitäten. In einigen Ländern befindet sich ein erheblicher Teil der Wirtschaft in Staatseigentum. Staatliche Unternehmen herrschen beispielsweise häufig in der Rohstoffindustrie, in grundlegenden Infrastrukturen wie Wasser, Gas, Strom und Telekommunikation sowie im Finanzdienstleistungssektor vor (Bałtowski und Kwiatkowski 2022). Einige Länder weisen auch staatliche Unternehmen im verarbeitenden Gewerbe auf, wie zum Beispiel Automobilhersteller und Schiffbauunternehmen. So hat die chinesische Regierung kürzlich Pläne angekündigt, verstärkt auf staatliche Unternehmen zu setzen, um China als Weltmarktführer für bestimmten Schlüsseltechnologien zu etablieren (Reuters 2023).

Allerdings könnten Regierungen in komplexen Branchen wie den sauberen Energietechnologien, in denen das Marktfeld sich schnell verändert und dynamische Start-Ups eine wichtige Rolle spielen, vor erheblichen Herausforderungen stehen. In einem solchen Umfeld können Partnerschaften mit dem Privatsektor eine praktikable Alternative sein, bei der der Staat eine Minderheitsbeteiligung an strategisch wichtigen Unternehmen hält und dadurch eine Mindestversorgung für den heimischen Markt sicherstellen kann, während die wesentlichen Entscheidungen weiterhin von privaten Akteurinnen getroffen werden (WEF 2022).

4.2. Maßnahmen zur Förderung von Diversifizierung und Resilienz

Maßnahmen zur Stärkung der heimischen Produktion werden oft als wirksame Mittel dargestellt, um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten. Allerdings kann auch die heimische Produktion unterbrochen werden, beispielsweise durch eine Naturkatastrophe oder eine Pandemie. Insoweit ist eine diversifizierte Lieferantenbasis vorteilhaft, um Engpässe an einer Stelle – im In- oder Ausland – anderweitig auszugleichen (Caselli et al. 2020). Übermäßige Abhängigkeit von nur wenigen Lieferanten kann durch unterschiedliche Maßnahmen reduziert werden, etwa Vorratshaltung, die Entwicklung von Substituten, die Förderung der Kreislaufwirtschaft, handelbare Importquoten, die Bereitstellung von Informationen zu Lieferketten und schließlich durch Instrumente, die Zwangsmaßnahmen von Handelspartnern, wie zum Beispiel die Ausfuhrbeschränkungen Chinas für Seltene Erden, vorbeugen.

Strategische Reserven

Für Rohstoffe, die für die Wirtschaft oder für Verbraucherinnen von besonderer Bedeutung sind, halten Regierungen strategische Reserven vor (Nichols und Zeckhauser 1977). Auch wenn viele Unternehmen Vorräte halten, um auf potenzielle Versorgungsengpässe vorbereitet zu sein (McKinsey Global Institute 2020), trifft das nicht immer in ausreichendem Maße zu, zum Beispiel wenn Skaleneffekte eine Rolle spielen und Vorratshaltung sich erst ab einer gewissen Menge lohnt. In solchen Fällen wäre eine zentral verwaltete strategische Reserve – und damit eine größere gelagerte Menge – wirtschaftlich effizienter. Darüber hinaus können Transaktionskosten und die Erwartung, dass politische Entscheidungsträgerinnen im Falle einer Versorgungskrise eingreifen, um Unternehmen zu retten, Vorratshaltung durch die Regierung erforderlich machen. Eine zentral verwaltete Reserve könnte durch eine Preisobergrenze, bei deren Überschreitung Reserven freigegeben werden, ohne großen Aufwand umgesetzt werden (Gouel 2013).

Strategische Reserven eignen sich für Güter, die leicht gelagert werden können und nicht schnell verderben oder veralten. Für saubere Energietechnologien könnte dieser Ansatz aber unattraktiv sein, weil kurze Innovationszyklen dazu führen, dass gelagerte Güter schnell veralten (z.B. Sonnenkollektoren oder Batterien). Außerdem stellen diese Arten von Gütern einen Bestand (*Stock*) an Investitionsgütern dar, der nicht sogleich verbraucht wird. Eine Unterbrechung der Versorgung verursacht von daher weniger gravierende Störungen als bei Verbrauchsgütern wie grünem Wasserstoff, die eher einem Güterstrom (*Flow*) als einem Bestand ähneln. Strategische Reserven eignen sich prinzipiell gut für kritische Rohstoffe, auch wenn über die optimale Ausgestaltung solcher Reserven – das heißt wann zu welchem Preis gekauft und wieviel gelagert werden sollte – noch keine eindeutigen Erkenntnisse vorliegen.

Entwicklung von Substituten und Aufbau einer Kreislaufwirtschaft

Ein einfacher Weg zur Reduktion von Importabhängigkeiten besteht darin, die Nachfrage nach importierten Gütern zu verringern. Dies kann durch gezielte staatliche Förderung der Entwicklung von Substituten erreicht werden. Beispielsweise würden neuartige Natriumbatterien den Bedarf an Lithium, das nur an relativ wenigen Standorten vorkommt und daher Importabhängigkeit schafft, erheblich reduzieren. Es gibt viele Gründe, warum Unternehmen möglicherweise zu wenig in die Entwicklung von Ersatzstoffen investieren, unter anderem Koordinationsprobleme, unzureichende Informationen und mangelnde Glaubwürdigkeit politischer Zielvorgaben. Regierungen können dieser Form von Marktversagen begegnen, indem sie beispielsweise die Forschung und Entwicklung von Ersatzstoffen unterstützen und Informationen über Substitutionsmöglichkeiten bereitstellen (Europäische Kommission 2022).

Ein weiterer Ansatz zur Verringerung der Importnachfrage ist die Kreislaufwirtschaft. Prominente Beispiele hierfür sind das Recycling von Stahl aus Schrott oder Lithium aus Batterien. Weltweit werden

bereits etwa 30 % des gesamten Stahls und etwa 80 % des in Batterien verwendeten Lithiums recycelt (Harvey 2021; Neumann et al. 2022). Die europäische Verordnung über kritische Rohstoffe (Critical Raw Materials Act) sieht vor, dass 15 % des Bedarfs an strategischen Rohstoffen durch Recycling gedeckt werden soll (Europäische Kommission 2023a). Staatliche Eingriffe können helfen, eine Kreislaufwirtschaft aufzubauen, um Marktversagen für sekundäre Rohstoffe, wie Koordinationsprobleme bei der Festlegung eines gemeinsamen Industriestandards (Kautto und Lazarevic 2020) oder Informationsdefizite, zu überwinden.

Handelbare oder gestaffelte Zollkontingente

Als weitere Maßnahme für Diversifizierung und Resilienz kann der Anteil an Importen von bestimmten Handelspartnern gezielt begrenzt werden. So schreibt die europäische Verordnung über kritische Rohstoffe beispielsweise vor, dass nicht mehr als 65 % des jährlichen Verbrauchs eines kritischen Rohstoffs aus einem einzelnen Drittland importiert werden dürfen (Europäische Kommission 2023a).

Ohne konkrete Maßnahmen zu ihrer Umsetzung sind diese Ziele jedoch nicht viel mehr als Wunschvorstellungen. Handelbare Importquoten, die Importeure dazu verpflichten, Zertifikate für eine Wareneinfuhr in strategischen Sektoren zu erwerben, sind eine Möglichkeit, um derartige Zielvorgaben zu erreichen (Rom 1973). Damit würden nur so viele Zertifikate ausgegeben werden, wie dies mit dem gewünschten Importanteil vereinbar ist, beispielsweise durch ein Versteigerungsverfahren. Importeure können diese Zertifikate auch an andere Unternehmen weiterverkaufen und haben damit einen Anreiz, auf Lieferanten aus Ländern mit geringerer Nachfrage umzusteigen. In diesem Fall würden nur diejenigen Unternehmen, die den größten Nutzen daraus ziehen, weiterhin aus Regionen mit hoher Nachfrage importieren.

In ähnlicher Weise können gestaffelte Zollkontingente genutzt werden, welche die Einfuhr von sauberen Energiegütern eines bestimmten Handelspartners bis

zu einer bestimmten Menge zum Standardzollsatz zulassen. Solche Zollkontingente wurden beispielsweise für Elektro- und Hybridfahrzeuge in Brasilien eingeführt (CATTS 2024). Wenn die Importe von einem einzelnen Handelspartner das festgelegte Kontingent überschreiten, was gleichbedeutend mit wachsender Importabhängigkeit ist, greift für alle zusätzlichen Importe aus diesem Land ein höherer Zollsatz. Anstelle von pauschalen Zöllen, die für alle Produkte gelten und somit die Kosten aller importierten sauberen Energiegüter erhöhen, erlaubt ein solcher Ansatz eine bestimmte Menge kostengünstiger Importe von ausländischen Herstellern. Diese Hersteller bekommen so außerdem den Anreiz, ihre Kosten weiter zu senken, um ihren Marktanteil zu halten. Solche Zollkontingente könnten somit die Importe von Produkten aus einem einzelnen Land auf ein Niveau begrenzen, das aus Sicht des Lieferkettenrisikos akzeptabel ist.

Die Regierung stünde dann vor der Herausforderung, geeignete Ziele oder Quoten für die Importanteile festzulegen. Darüber hinaus können Zollkontingente zwar eine Diversifizierung auf gesamtwirtschaftlicher Ebene bewirken, gewährleisten jedoch nicht unbedingt, dass einzelne Unternehmen ihre Lieferketten diversifizieren. Wenn Diversifizierung auf Unternehmensebene erforderlich ist, stellen Obergrenzen für Importanteile eine effektivere Maßnahme dar.

Bereitstellung von Informationen

Angesichts der Komplexität von Lieferketten ist eine gute Informationsgrundlage von entscheidender Bedeutung, damit Unternehmen erfolgreich ihre Zulieferer diversifizieren können. Unter Umständen können daher Effizienzgewinne erzielt werden, wenn der Staat solche Informationen zentral bereitstellt, anstelle der einzelnen Unternehmen selbst. Darüber hinaus haben Unternehmen möglicherweise keine Einsicht in die Lieferketten anderer Unternehmen, die ähnliche Rohstoffe oder Produkte wie sie selbst importieren (O'Rourke 2014). Indem er einen standardisierten Ansatz für die Messung und Berichterstattung festlegt, kann der Staat den Zugang zu Informationen erleichtern. Die Regierung kann al-

ternativ auch Unternehmen dazu verpflichten, private Informationen offenzulegen und Vertraulichkeit zu gewährleisten, wenn andere Unternehmen Zugang zu diesen Informationen erhalten. Ein weiterer informationsbezogener Ansatz sind Stresstests für Lieferketten, um potenzielle Schwachstellen zu identifizieren (Europäische Kommission 2024a).

In Hinblick auf die Bedeutung globaler Lieferketten haben mehrere Länder Gesetze eingeführt, die ökologische und soziale Auswirkungen in Drittländern berücksichtigen (International Trade Council 2023). So verlangt beispielsweise die europäische Richtlinie zur Nachhaltigkeit in Lieferketten von Unternehmen mit mehr als 1.000 Beschäftigten und einem Jahresumsatz von über 450 Millionen Euro eine Sorgfaltspflicht, um sicherzustellen, dass Menschenrechte und Umweltbelange entlang ihrer gesamten Lieferkette eingehalten werden (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2024). Diese Infrastruktur zur Berichterstattung kann auch dazu genutzt werden, relevante Informationen in Bezug auf Lieferantennetzwerke zu sammeln, von denen Unternehmen ihre Rohstoffe beziehen.

Zwangsmaßnahmen anderer Länder vorbeugen

Wichtige Handelspartner könnten die Versorgung mit strategischen Gütern absichtlich unterbrechen, um politischen Druck auszuüben. Die glaubwürdige Androhung von Vergeltungsmaßnahmen kann dazu beitragen, solchen Zwangsmaßnahmen bereits im Vorfeld vorzubeugen (Morgan, Syropoulos und Yotov 2023). Glaubwürdige Vergeltungsmaßnahmen setzen geeignete Instrumente wie zum Beispiel Handelssanktionen voraus, die angewendet werden können, falls ein wichtiger Lieferant seine Exporte gezielt beschränkt. Solche Sanktionen könnten besonders stark betroffene Interessengruppen im Handelspartnerland dazu bewegen, sich für die Aufhebung der Exportbeschränkungen einzusetzen. Eine glaubwürdige Drohung, dass solche Handelssanktionen tatsächlich verhängt werden, könnte andere Länder von vornherein davon abbringen, Exportbeschränkungen umzusetzen.

Um Exportbeschränkungen zu verhindern, hat die EU beispielsweise kürzlich das *Anti-Coercion Instrument* verabschiedet, das die EU und ihre Mitgliedstaaten vor wirtschaftlichem Druck von Drittstaaten schützen soll (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2023). Länder können Druck anderer Länder auch dadurch vorbeugen, indem sie einen Käuferclub bilden, der die Nachfrage bündelt und somit ihre Verhandlungsmacht stärkt. So enthält beispielsweise die europäische Verordnung über kritische Rohstoffe Vorgaben für den gemeinsamen Einkauf strategischer Rohstoffe, um Engpässe zu vermeiden. Ähnliche Modelle wurden bereits erfolgreich für Impfstoffe, Gaslieferungen und Militärgüter genutzt.

Darüber hinaus können strategische Partnerschaften wirtschaftliche Verflechtungen schaffen, welche gegenseitige Abhängigkeiten schaffen. Dies verringert die Wahrscheinlichkeit, dass ein Handelspartner die Lieferung kritischer Rohstoffe und Vorprodukte an den anderen einschränkt, da dies auch andere wirtschaftliche Beziehungen gefährden würde, an denen das Partnerland ein Interesse hat. In Japan beispielsweise unterstützt die *Organization for Metals and Energy Security* Projekte zur Erschließung von Bodenschätzen und Investitionen japanischer Unternehmen, die diese Ressourcen für nachgelagerte Aktivitäten nutzen, um strategische Partnerschaften des japanischen Privatsektors aufzubauen. So unterstützt sie unter anderem den Bau von Schmelzanlagen (METI 2020). Es ist ebenfalls denkbar, dass Länder gemeinsam strategische Reserven kritischer Vorleistungen halten und verwalten.

5. DIE ROLLE GEOPOLITISCHER RIVALITÄT

Regierungen verfolgen ihre Interessen auch dadurch, dass sie Einfluss auf andere Länder ausüben. Hierbei stehen sie mit anderen Staaten in Konkurrenz um Einfluss. Dieser Abschnitt diskutiert, inwiefern solche geopolitischen Rivalitäten eine weitere Motivation sind, um Importabhängigkeiten zu vermeiden und Importe aus bestimmten Ländern zu beschränken.

Für ein Land kann es von Nachteil sein, wenn seine geopolitischen Rivalen in bestimmten Bereichen Fortschritte erzielen. Diese Fortschritte können eher allgemeiner Natur sein, wie zum Beispiel Wirtschaftswachstum oder technologische Leistungsfähigkeit, oder sich auf ganz bestimmte Themenbereiche beziehen, wie beispielsweise militärische Kapazitäten (Csurgai 2018). Ein Beispiel für Erstes ist der Aufstieg Chinas in den letzten Jahrzehnten, wodurch die wirtschaftliche Vormachtstellung der USA unter Druck gerät (CSIS 2024). Bemühungen, die Verbreitung von Kernwaffen zu beschränken, gehören hingegen in die zweite Kategorie (Schulte 2010). Geopolitische Rivalitäten können dazu führen, dass Länder sich auf relative statt auf absolute Gewinne konzentrieren, das heißt dass für sie die Differenz zwischen ihrem Gewinn und dem Gewinn ihrer Konkurrenten die zentrale Zielgröße darstellt (Powell 1991). Auch Vergeltung für Handelsbarrieren, die von einem anderen Land

auferlegt wurden, kann ein Grund für Importbeschränkungen sein. Solche geopolitischen Aspekte beeinflussen auch die Entscheidung, welche Instrumente gegen Importabhängigkeiten eingesetzt werden.

Grundsätzlich können die in Abschnitt 4 betrachteten Maßnahmen wirtschaftliche Aktivitäten von geopolitischen Rivalen weg verlagern, indem entweder Anreize für mehr inländische Produktion oder für die Produktion in Drittländern geschaffen werden. Um geopolitischen Rivalen gezielt bestimmte wirtschaftliche Möglichkeiten vorzuenthalten, könnten Entscheidungsträgerinnen ihren Konkurrenten den Zugang zu Technologien versperren, die ein breites Spektrum an Entwicklungsmöglichkeiten eröffnen (wie Mikroelektronik) oder von entscheidender militärischer Bedeutung sind (wie Nukleartechnologie).

Um ihre Rivalen zu isolieren und deren geoökonomischen Einfluss zu begrenzen, können Länder auch Abkommen mit Drittländern schließen. So hat beispielsweise die EU die Initiative *Global Gateway* ins Leben gerufen, um Infrastrukturinvestitionen in Ländern mit niedrigem und mittlerem Einkommen zu unterstützen (Europäische Kommission 2021b). Dies erlaubt, wirtschaftliche Beziehungen zu stärken und den Zugang zu sauberen Energiegütern, die in diesen Län-

dern produziert werden, zu sichern. Dadurch wird das Risiko von Unterbrechungen der Versorgung verringert. Diese Initiative soll eine attraktive Alternative zur chinesischen *Belt-and-Road-Initiative* bieten und die Werte der EU und ihr Bekenntnis zu einer regelbasierten internationalen Ordnung widerspiegeln (Tagliapietra 2024).

6. IMPLIKATIONEN FÜR ENTSCHEIDUNGSTRÄGERINNEN

Tabelle 1 fasst die in den vorangegangenen Kapiteln diskutierten Marktversagen und entsprechende Maßnahmen zusammen. Dieses Kapitel diskutiert Implikationen für die praktische Ausgestaltung und Umsetzung von Maßnahmen. Zuerst betrachten wir grundsätzliche Aspekte, anschließend diskutieren wir, wie quantitative Modellierung eine Informationsgrundlage für staatliches Handeln schaffen kann.

6.1. Prinzipielle politische Aspekte

Maßnahmen gegen Importabhängigkeit sind meist *Second-Best*-Strategien und Teil eines umfassenderen Maßnahmenbündels. Darüber hinaus ist es von zentraler Bedeutung, den Nutzen einer Maßnahme im Verhältnis zu den verbundenen Kosten zu betrachten.

Second-Best-Politikgestaltung

In vielen Fällen können die relevanten Marktversagen, wie fehlende Versicherungsmärkte, Koordinationsprobleme oder mangelnde Glaubwürdigkeit der Politik, nicht direkt angegangen werden. Entscheidungsträgerinnen müssen dann auf *Second-Best*-Maßnahmen zurückgreifen, die auf das Ergebnis anstatt auf das relevante Marktversagen selbst abzielen (Lipsey und Lancaster 1956). Selbst in Fällen, in denen das Marktversagen direkt angegangen werden kann, ist es oft eine Herausforderung, das richtige Politikinstrument zu wählen. So können beispielsweise Produktionssubventionen, handelbare Quotensysteme oder CO₂-Preise saubere Energiegüter fördern, wobei zudem noch das konkrete Ambitionsniveau der Maßnahme festgelegt werden muss.

Daher ist es wichtig, sich nicht nur darauf zu konzentrieren, wie effektiv eine Maßnahme die heimische Produktion befördert oder zur Diversifizierung beiträgt. Stattdessen müssen auch mögliche Zielkonflikte mit in Betracht gezogen wer-

Tabelle 1: Zusammenfassung der Marktversagen, die zu einer zu geringen inländischen Produktion und zu einer zu geringen Diversifizierung führen können, und entsprechende Maßnahmen.

	Ursache des Marktversagens	Maßnahmen
Zu geringe inländische Produktion	Lokalisierte Technologie-Spillover	
	Skaleneffekte und Agglomerations-effekte	Unterstützung für Forschung, Entwicklung und Einsatz
	Fehlende Versicherungsmärkte und Preislimits	Handelsbeschränkungen
	Transaktionskosten	Staatseigentum
Zu geringe Diversifizierung und Resilienz	Koordinationsprobleme und fehlende Märkte im Falle von Ereignissen mit geringer Eintrittswahrscheinlichkeit aber drastischen Auswirkungen	Strategische Reserven
	Informationskosten	Entwicklung von Substituten und Aufbau einer Kreislaufwirtschaft
	Moral Hazard und unzureichende Glaubwürdigkeit politischer Entscheidungen	Handelbare oder gestaffelte Zollkontingente
	Kurzfristdenken	Bereitstellung von Informationen Zwangsmaßnahmen anderer Länder vorbeugen

den. Insbesondere die wirtschaftlichen Kosten sind von entscheidender Bedeutung, da ineffiziente Ansätze den Übergang zu einem sauberen Energiesystem beeinträchtigen. Ebenso kann es direkte Konflikte zwischen den Zielen, die inländische Produktion zu steigern oder Lieferketten zu diversifizieren, geben; Entscheidungsträgerinnen müssen diese beiden Ziele gegeneinander abwägen.

Bei sauberen Energiegütern müssen auch Wechselwirkungen mit der Klima-Externalität berücksichtigt werden (Rondrik 2014). Selbst wenn die Produktion sauberer Energietechnologien lokale Spillover-Effekte mit sich bringt, die aus einer engen Perspektive nationaler Interessen mehr heimische Produktion lohnenswert machen würden, könnte kostengünstigere Produktion an anderen Standorten den Einsatz dieser Technologien in Drittländern beschleunigen und die globalen Emissionen reduzieren (Gallagher et al. 2025).

Der Policy-Mix

Eine ganzheitliche Perspektive auf diversifizierte und resiliente Importströme erfordert es, Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Importkategorien zu berücksichtigen – insbesondere im Hinblick auf die Frage, wie Risiken in diesen Bereichen untereinander korrelieren, und ob die entsprechenden Güter Substitute oder Komplementäre sind. Das bedeutet, dass verschiedene Politikinstrumente auf eine Art und Weise kombiniert werden müssen, die ihre Auswirkungen auf mehrere unterschiedliche Marktversagen berücksichtigen (Rogge und Reichardt 2016).

In der Praxis wird es entscheidend sein, sich auf eine begrenzte Anzahl von Importabhängigkeiten und auf Maßnahmen zu konzentrieren, die auf die wichtigsten Marktversagen abzielen (Pisani-Ferry et al. 2024). Ebenfalls erscheint es ratsam, mögliche unvorhergesehene Nebenwirkungen zu berücksichtigen. So tragen manche Maßnahmen, wie die Bereitstellung von Informationen oder der Aufbau strategischer Reserven, wahrscheinlich ein wesentlich geringeres Risiko unerwünschter Nebenwirkungen als

andere – Handelsbeschränkungen sind in dieser Hinsicht besonders riskant.

Bewertung der Kosten und Nutzen von Maßnahmen

Maßnahmen zur Förderung heimischer Industrien können sich positiv auf die nationale Wohlfahrt auswirken. Das erfordert jedoch die sorgfältige Analyse des zugrundeliegenden Marktversagens und die Abschätzung der Wohlfahrtseffekte verschiedener Politikinstrumente. Importabhängigkeit bedeutet nicht, dass alle Maßnahmen, die Lieferketten resilienter machen, auch tatsächlich durch die in diesem Papier identifizierten Marktversagen gerechtfertigt sind. Solche Maßnahmen haben auch Nachteile, da sie kurzfristige Kosten mit sich bringen und möglicherweise sogar die Verfügbarkeit wichtiger sauberer Energiegüter beeinträchtigen. So bergen beispielsweise Subventionen für die Herstellung von Solarmodulen in der EU mit der Absicht, von technologischem Lernen zu profitieren, das Risiko, dass die damit einhergehenden Kosten den Nutzen dieser Maßnahmen übersteigen, wenn andere Länder einen inhärenten komparativen Vorteil für diese Industrie haben.

Handelsbeschränkungen schaffen Barrieren, die verhindern können, dass die Produktion dort angesiedelt wird, wo sie am kostengünstigsten ist (Deardorff 1980). Geopolitische Rivalitäten und Lobbyismus inländischer Unternehmen könnten auch dazu führen, dass Maßnahmen unter dem Vorwand eingeführt werden, Marktversagen zu korrigieren, aber in Wirklichkeit strategischen oder protektionistischen Zielen dienen. Daher benötigen Maßnahmen zur Unterstützung heimischer Produzenten klare Kriterien für ihre Ausgestaltung, damit sie nicht die Kosten der Energiewende in die Höhe treiben und damit die nationale Wohlfahrt schmälern.

6.2. Quantitative Modellierung als Grundlage für die Politikgestaltung

Neben dem grundlegenden Verständnis der relevanten Marktversagen und der damit einhergehenden Maßnahmen können quantitative Schätzungen der Kosten und Nutzen die politische Entschei-

dungsfindung unterstützen. Für die praktische Ausgestaltung von Maßnahmen ist es entscheidend, nicht nur optimale Handels- und Industriepolitiken zu betrachten, sondern insbesondere bestehende oder geplante Maßnahmen zu untersuchen. Zu diesem Zweck können verschiedene Ansätze verwendet werden.

Szenarien gesamtwirtschaftlicher Entkopplung

Quantitative Modelle können Entscheidungsträgerinnen Aufschluss über die volkswirtschaftlichen Auswirkungen einer Entkopplung geben. Solche Ansätze wurden verwendet, um zu untersuchen, ob die Renationalisierung globaler Lieferketten Länder widerstandsfähiger gegenüber großen Schocks, wie der Corona-Pandemie, macht (Bonadio et al. 2021).

Diese Modelle können auch verwendet werden, um zu untersuchen, was eine Entkopplung globaler Wertschöpfungsketten für die nationale Wohlfahrt und die Verwundbarkeit gegenüber Entwicklungen im Ausland bedeuten würde (Eppinger et al. 2023). Eine Studie untersucht beispielsweise eine vollständige Entkopplung der Handelsbeziehungen zwischen einem westlichen Block und einem Block bestehend aus China und Verbündeten und kommt zu dem Ergebnis, dass die Kosten einer abrupten Entkopplung in der kurzen Frist besonders hoch wären (Baqae et al. 2024). Obwohl diese Beispiele Aufschluss über die Kosten und Auswirkungen einer Entkopplung geben, befassen sie sich nicht mit sauberen Energiegütern und stellen keine explizite Verbindung zu Marktversagen her.

Sektorale Analysen in Bezug auf saubere Energiegüter

Studien, die eine vollständige Abdeckung der Weltwirtschaft sowohl in Bezug auf Länder als auch auf Sektoren anstreben, werden durch Arbeiten ergänzt, die sich auf bestimmte Branchen im Bereich saubere Energie konzentrieren. Diese untersuchen unter anderem, wie sich Handels- und Industriepolitik auf die Wahl des Produktionsstandorts und die Nachfrage für Elektrofahrzeuge auswirken (Head et al. 2024). Einige Modelle analysieren auch

Technologie-Spillover und Innovationen bei sauberen Technologien, beispielsweise im Fall der Eisen- und Stahlproduktion durch direkte Reduktion mit Wasserstoff (Aghion et al. 2025), im Straßengüterverkehr (Noll et al. 2024) und in der PV-Produktion (Helveston et al. 2022).

Eine Studie kombiniert eine detaillierte Darstellung des Markts für Seltene Erden mit einem sektorübergreifenden allgemeinen Gleichgewichtsmodell (Alfaro et al. 2025). Dies ermöglicht es, die Auswirkungen chinesischer Exportbeschränkungen abzuschätzen und zeigt, dass diese Maßnahmen zu verstärkten Innovationen in nachgelagerten Branchen geführt haben, die stark auf Seltene Erden angewiesen sind.

Mögliche zukünftige quantitative Arbeiten

Im Gegensatz zu den in Kapitel 3 diskutierten Marktversagen und den im Kapitel 4 behandelten Politikinstrumenten analysieren die meisten quantitativen Studien Maßnahmen, die entweder nicht ausdrücklich auf die Korrektur spezifischer Marktversagen abzielen oder auf *Terms-of-Trade-Effekte*, Skaleneffekte, externe Umwelteffekte und Innovationsanreize abzielen. Wenn Maßnahmen bestimmte Marktversagen in den Blick nehmen, untersuchen sie meist das optimale Niveau inländischer Produktion. Optimale Diversifizierungsstrategien wurden hingegen bislang nicht quantifiziert. Darüber hinaus beschränken sich die in dieser Literatur betrachteten Instrumente

auf Importzölle/Exportsubventionen, Produktionssteuern oder -subventionen und CO₂-Preise. Daher besteht Bedarf für weitere quantitative Analysen von Maßnahmen gegen Importabhängigkeit bei sauberen Energiegütern.

Darüber hinaus analysieren die oben diskutierten Modelle Situationen, in denen die Eigentümerinnen einer Produktionsstätte in dem entsprechenden Land beheimatet sind. Diese Modelle ignorieren somit, dass Unternehmen aus einem Land einen stärkeren oder schwächeren Einfluss auf eine bestimmte Branche haben können, als es der Produktionsanteil des jeweiligen Landes vermuten lässt. Eine Einbettung multinationaler Produktion in quantitative Handelsmodelle würde es möglich machen, die aggregierten und verteilungspolitischen Auswirkungen von Industriepolitik oder Entkopplung genauer zu analysieren (siehe Arkolakis et al. (2018)).

7. SCHLUSSFOLGERUNGEN UND AUSBLICK

In einer Welt, die zunehmend von geopolitischen Spannungen geprägt ist, wird Importabhängigkeit als Bedrohung angesehen. Infolgedessen wurden zahlreiche Maßnahmen vorgeschlagen, um Lieferketten widerstandsfähiger zu gestalten. Für saubere Energiegüter, die sowohl für den Klimaschutz als auch für die wirtschaftliche Entwicklung von zentraler Bedeutung sind, ist Importabhängigkeit ein besonders wichtiger Aspekt.

In Diskussionen über Importabhängigkeit in Bezug auf saubere Energietechnologien und kritische Rohstoffe wird selten klar herausgestellt, welche zugrundeliegenden Probleme die vorgeschlagenen Maßnahmen konkret angehen sollen. Dies macht es schwierig, die Kosten und Nutzen verschiedener Optionen miteinander zu vergleichen. Indem er Importabhängigkeit mit relevanten Marktversagen in Verbindung bringt, hilft dieser Beitrag, die Debatte auf eine solide wirtschaftswissenschaftliche Grundlage zu stellen. Ein besseres Verständnis der

zugrunde liegenden Marktversagen ist unerlässlich, um verschiedene politische Maßnahmen sinnvoll miteinander vergleichen zu können und um zu entscheiden, welche Politikinstrumente bevorzugt werden sollten. Wenn unterschiedliche Optionen zur Verfügung stehen, um ein gewünschtes Ziel zu erreichen, sollten die am wenigsten restriktiven Vorrang haben, um Auswirkungen auf den internationalen Handel zu minimieren. So sollten flexible und kosteneffiziente Optionen, wie zum Beispiel handelbare oder gestaffelte Zollkontingente, Diversifizierungsquoten und Märkte für Reserve-Kapazitäten gegenüber pauschalen Handelsbeschränkungen bevorzugt werden.

Dieses Papier stellt erste konzeptionelle Überlegungen in diese Richtung an. Weitere Analysen sind erforderlich, um das Zusammenspiel verschiedener Marktversagen besser zu verstehen und daraus einen geeigneten Policy-Mix abzuleiten.

Literaturangaben

- Acemoglu, Daron. 2002. "Directed Technical Change." *Review of Economic Studies*, 69: 781-809.
- Aghion, Philippe, Lint Barrage, Eric Donald, David Hémous, and Ernest Liu. 2025. Transition to Green Technology along the Supply Chain. No. W33934. National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.3386/w33934>.
- Aiginger, Karl, and Dani Rodrik. 2020. "Rebirth of Industrial Policy and an Agenda for the Twenty-First Century." *Journal of Industry, Competition and Trade* 20 (2): 189–207. <https://doi.org/10.1007/s10842-019-00322-3>.
- Antràs, Pol, and Davin Chor. 2022. "Global Value Chains." In *Handbook of International Economics*, vol. 5. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/bs.hesint.2022.02.005>.
- Arkolakis, Costas, Natalia Ramondo, Andrés Rodríguez-Clare, and Stephen Yeaple. 2018. "Innovation and Production in the Global Economy." *American Economic Review* 108 (8): 2128–73. <https://doi.org/10.1257/aer.20141743>.
- Arrow, Kenneth J. 1996. "The Economics of Information: An Exposition." *Empirica* 23 (2): 119–28. <https://doi.org/10.1007/BF00925335>.
- Atkin, David, and Dave Donaldson. 2022. "The Role of Trade in Economic Development." In *Handbook of International Economics*, vol. 5. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/bs.hesint.2022.02.001>.
- Baldwin, Richard, and Rebecca Freeman. 2022. "Risks and Global Supply Chains: What We Know and What We Need to Know." *Annual Review of Economics* 14 (1): 153–80. <https://doi.org/10.1146/annurev-economics-051420-113737>.
- Bařtowski, Maciej, and Grzegorz Kwiatkowski. 2022. *State-Owned Enterprises in the Global Economy*. 1st ed. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003244462>.
- Beaufils, Timothé, Killian Conyngham, Marlene de Vries, et al. 2025. The Geopolitical Externalities of Climate Policy. <https://www.econstor.eu/handle/10419/315470>.
- Bonadio, Barthélemy, Zhen Huo, Andrei A. Levchenko, and Nitya Pandalai-Nayar. 2021. "Global Supply Chains in the Pandemic." *Journal of International Economics* 133 (November): 103534. <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2021.103534>.
- Bridge, Gavin, and Erika Faigen. 2022. "Towards the Lithium-Ion Battery Production Network: Thinking beyond Mineral Supply Chains." *Energy Research & Social Science* 89 (July): 102659. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2022.102659>.
- Busso, Matias, Jesse Gregory, and Patrick Kline. 2013. "Assessing the Incidence and Efficiency of a Prominent Place Based Policy." *American Economic Review* 103 (2): 897–947. <https://doi.org/10.1257/aer.103.2.897>.
- Caselli, Francesco, Miklós Koren, Milan Lisicky, and Silvana Tenreyro. 2020. "Diversification Through Trade*." *The Quarterly Journal of Economics* 135 (1): 449–502. <https://doi.org/10.1093/qje/qjz028>.
- Castillo, Juan Camilo, Amrita Ahuja, Susan Athey, et al. 2021. "Market Design to Accelerate COVID-19 Vaccine Supply." *Science* 371 (6534): 1107–9. <https://doi.org/10.1126/science.abg0889>.
- CATTS. 2024. Brazil's Evolving Tax Policy for Electric Vehicles. <https://catts.eu/brazils-evolving-tax-policy-for-electric-vehicles/>.
- Cerdeiro, Diego A., Parisa Kamali, Siddharth Kothari, and Dirk V Muir. 2024. The Price of De-Risking Reshoring, Friend-Shoring, and Quality Downgrading. No. 2024/122. IMF Working Papers.
- Criscuolo, Chiara, Antoine Dechezleprêtre, and Guy Lalanne. 2023. "Industrial Strategies for the Green Transition." In *Sparkling Europe's New Industrial Revolution. A Policy for Net Zero, Growth and Resilience*. Edited by Simone Tagliapietra and Reinilde Veugelers. Blueprint Series 33. Bruegel. <https://www.bruegel.org/sites/default/files/2023-07/Bruegel%20Blueprint%2033%20030723.pdf>.
- CSIS. 2024. U.S.-China Relations in 2024: Managing Competition without Conflict. <https://www.csis.org/analysis/us-china-relations-2024-managing-competition-without-conflict>.
- Csurgai, Gyula. 2018. "The Increasing Importance of Geoeconomics in Power Rivalries in the Twenty-First Century." *Geopolitics* 23 (1): 38–46. <https://doi.org/10.1080/14650045.2017.1359547>.
- Deardorff, Alan V. 1980. "The General Validity of the Law of Comparative Advantage." *Journal of Political Economy* 88 (5): 941–57. <https://doi.org/10.1086/260915>.
- Dechezleprêtre, Antoine, Ralf Martin, and Myra Mohnen. 2015. Knowledge Spillovers from Clean and Dirty Technologies. <https://www.aeaweb.org/conference/2016/retrieve.php?pdfid=13945&tk=hF5H6k6f>.
- Demski, Joel S., and Ronald A. Dye. 1999. "Risk, Return, and Moral Hazard." *Journal of Accounting Research* 37 (1): 27. <https://doi.org/10.2307/2491395>.
- Dugoua, Eugénie, and Marion Dumas. 2024. "Coordination Dynamics between Fuel Cell and Battery Technologies in the Transition to Clean Cars." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 121 (27): e2318605121. <https://doi.org/10.1073/pnas.2318605121>.
- Edler, Jakob, and Jan Fagerberg. 2017. "Innovation Policy: What, Why, and How." *Oxford Review of Economic Policy* 33 (1): 2–23. <https://doi.org/10.1093/oxrep/grx001>.
- Ethier, Wilfred J. 1982. "National and International Returns to Scale in the Modern Theory of International Trade." *American Economic Review* 72 (3): 389–405.
- Europäische Kommission. 2021a. Strategic Dependencies and Capacities. https://commission.europa.eu/system/files/2021-05/swd-strategic-dependencies-capacities_en.pdf.
- Europäische Kommission. 2021b. The Global Gateway. https://commission.europa.eu/system/files/2021-12/joint_communication_global_gateway.pdf.

- Europäische Kommission. 2022. EU Strategic Dependencies and Capacities: Second Stage of in-Depth Reviews. <https://ec.europa.eu/newsroom/cipr/items/738844/en>.
- Europäische Kommission. 2023a. COM(2023) 160 - Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council Establishing a Framework for Ensuring a Secure and Sustainable Supply of Critical Raw Materials. https://single-market-economy.ec.europa.eu/publications/european-critical-raw-materials-act_en.
- Europäische Kommission. 2023b. COM(2023) 161 - Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on Establishing a Framework of Measures for Strengthening Europe's Net-Zero Technology Products Manufacturing Ecosystem (Net Zero Industry Act). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52023PC0161>.
- Europäische Kommission. 2023c. Speech by President von Der Leyen on EU-China Relations to the Mercator Institute for China Studies and the European Policy Centre. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/document/print/%E2%80%8C/speech_23_2063/.
- Europäische Kommission. 2024a. Supply Chain Stress Tests for Critical Inputs: A Proof-of-Concept. https://single-market-economy.ec.europa.eu/publications/supply-chain-stress-tests-critical-inputs-proof-concept_en.
- Europäische Kommission. 2024b. The Future of European Competitiveness – A Competitiveness Strategy for Europe. https://commission.europa.eu/topics/strengthening-european-competitiveness/eu-competitiveness-looking-ahead_en.
- Europäischer Rat. 2016. Council Conclusions on Implementing the EU Global Strategy in the Area of Security and Defence. <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2016/11/14/conclusions-eu-global-strategy-security-defence/>.
- Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union. 2023. Regulation (EU) 2023/2675 of the European Parliament and of the Council of 22 November 2023 on the Protection of the Union and Its Member States from Economic Coercion by Third Countries. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/2675/oj>.
- Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union. 2024. Directive (EU) 2024/1760 of the European Parliament and of the Council of 13 June 2024 on Corporate Sustainability Due Diligence and Amending Directive (EU) 2019/1937 and Regulation (EU) 2023/2859 (Text with EEA Relevance). <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2024/1760/oj>.
- Farrell, Henry, and Abraham L. Newman. 2019. "Weaponized Interdependence: How Global Economic Networks Shape State Coercion." *International Security* 44 (1): 42–79. https://doi.org/10.1162/isec_a_00351.
- Feldman, Maryann P., and Dieter F. Kogler. 2010. "Stylized Facts in the Geography of Innovation." In *Handbook of the Economics of Innovation*, vol. 1. Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0169-7218\(10\)01008-7](https://doi.org/10.1016/S0169-7218(10)01008-7).
- Fischer, Carolyn, and Richard G. Newell. 2008. "Environmental and Technology Policies for Climate Mitigation." *Journal of Environmental Economics and Management* 55 (2): 2. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2007.11.001>.
- Gallagher, Kevin P., Renliang Liu, Jiaqi Lu, Ruyu Yin, Miaojie Yu, and Praveena Bandara. 2025. "China's Low-Carbon Technology Trade: Facts and Implications." *China Economic Review* 92 (August): 102445. <https://doi.org/10.1016/j.chieco.2025.102445>.
- Goldthau, Andreas, and Llewelyn Hughes. 2020. "Protect Global Supply Chains for Low-Carbon Technologies." *Nature* 585 (7823): 7823. <https://doi.org/10.1038/d41586-020-02499-8>.
- Gouel, Christophe. 2013. "Rules versus Discretion in Food Storage Policies." *American Journal of Agricultural Economics* 95 (4): 1029–44. <https://doi.org/10.1093/ajae/aat016>.
- Gouel, Christophe. 2014. "Food Price Volatility and Domestic Stabilization Policies in Developing Countries." In *The Economics of Food Price Volatility* (Jean-Paul Chavas, David Hummels, and Brian D. Wright, Editors). <http://www.nber.org/chapters/c12816>.
- Goulder, L. H., and I. W. H. Parry. 2008. "Instrument Choice in Environmental Policy." *Review of Environmental Economics and Policy* 2 (2): 2. <https://doi.org/10.1093/reep/ren005>.
- Halpern, László, Miklós Koren, and Adam Szeidl. 2015. "Imported Inputs and Productivity." *American Economic Review* 105 (12): 3660–703. <https://doi.org/10.1257/aer.20150443>.
- Hanna, Rema, and Benjamin A. Olken. 2018. "Universal Basic Incomes versus Targeted Transfers: Anti-Poverty Programs in Developing Countries." *Journal of Economic Perspectives* 32 (4): 201–26. <https://doi.org/10.1257/jep.32.4.201>.
- Harvey, L.D. Danny. 2021. "Iron and Steel Recycling: Review, Conceptual Model, Irreducible Mining Requirements, and Energy Implications." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 138 (March): 110553. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110553>.
- Head, Keith, Thierry Mayer, Marc Melitz, and Chanyang Yang. 2024. Industrial Policies for Multi-Stage Production: The Battle for Battery-Powered Vehicles. https://cowles.yale.edu/sites/default/files/2024-05/Head-hmmy_bev.pdf.
- Helveston, John, and Jonas Nahm. 2019. "China's Key Role in Scaling Low-Carbon Energy Technologies." *Science* 366 (6467): 794–96. <https://doi.org/10.1126/science.aaz1014>.
- Helveston, John Paul, Gang He, and Michael R. Davidson. 2022. "Quantifying the Cost Savings of Global Solar Photovoltaic Supply Chains." *Nature* 612 (7938): 83–87. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-05316-6>.
- IEA. 2022a. Global Supply Chains of EV Batteries. <https://www.iea.org/reports/global-supply-chains-of-ev-batteries>.
- IEA. 2022b. Securing Clean Energy Technology Supply Chains. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/0fe16228-521a-43d9-8da6-bbf08cc9f2b4/SecuringCleanEnergyTechnologySupplyChains.pdf>.
- IEA. 2024a. Clean Energy Is Boosting Economic Growth. Released. <https://www.iea.org/commentaries/clean-energy-is-boosting-economic-growth>.
- IEA. 2024b. Global Critical Minerals Outlook 2024. https://iea.blob.core.windows.net/assets/28b6df14-0293-4245-afbc-ec9548944e9f/IEA_GCMO2024_Final_webinar.pdf.

- INSG. 2024. World Nickel Factbook. https://insg.org/wp-content/uploads/2024/09/publist_The-World-Nickel-Factbook-2024.pdf.
- International Trade Council. 2023. International Laws Governing Supply Chain Transparency. <https://tradecouncil.org/wp-content/uploads/2024/10/ITC-International-Laws-Governing-Supply-Chain-Transparency.pdf>
- Irwin, Douglas A., and Peter J. Klenow. 1994. "Learning-by-Doing Spillovers in the Semiconductor Industry." *Journal of Political Economy* 102 (6): 1200–1227. <https://doi.org/10.1086/261968>.
- Jaffe, Adam. 1986. "Technological Opportunity and Spillovers of R&D: Evidence from Firms' Patents, Profits and Market Value." *American Economic Review* 76 (5): 984–1001.
- Javorcik, B. S. 2020. "Global Supply Chains Will Not Be the Same in the Post-COVID-19 World." In *COVID-19 and Trade Policy: Why Turning Inward Won't Work* (Ed. Baldwin, R.E. and Evenett, S.J.). https://cepr.org/system/files/publication-files/60044-covid_19_and_trade_policy_why_turning_inward_won_t_work.pdf.
- Johnson, Robert C. 2018. "Measuring Global Value Chains." *Annual Review of Economics* 10 (1): 207–36. <https://doi.org/10.1146/annurev-economics-080217-053600>.
- Juhász, Réka, and Nathan Lane. 2024. "The Political Economy of Industrial Policy." *Journal of Economic Perspectives* 38 (4): 27–54. <https://doi.org/10.1257/jep.38.4.27>.
- Kaplow, Louis. 2024. "Optimal Income Taxation." *Journal of Economic Literature* 62 (2): 637–738. <https://doi.org/10.1257/jel.20221647>.
- Kautto, Petrus, and David Lazarevic. 2020. "Between a Policy Mix and a Policy Mess: Policy Instruments and Instrumentation for the Circular Economy." In *Handbook of the Circular Economy*, edited by Miguel Brandão, David Lazarevic, and Göran Finnveden. Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781788972727.00025>.
- Keller, Wolfgang. 2010. "International Trade, Foreign Direct Investment, and Technology Spillovers." In *Handbook of the Economics of Innovation*, vol. 2. Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0169-7218\(10\)02003-4](https://doi.org/10.1016/S0169-7218(10)02003-4).
- Krugman, Paul R. 1993. "The Current Case for Industrial Policy." In *Protectionism and World Welfare*, 1st ed., edited by Dominick Salvatore. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511521997.008>.
- Levin, R.C., A.K. Klevorick, R.R. Nelson, and S.G. Winter. 1987. Appropriating the Returns from Industrial Research and Development. No. 3. Brookings Paper on Economic Activity. <https://www.brookings.edu/articles/appropriating-the-returns-from-industrial-research-and-development/>.
- Liadze, Iana, Corrado Macchiarelli, Paul Mortimer-Lee, and Patricia Sanchez Juanino. 2023. "Economic Costs of the RUSSIA-UKRAINE War." *The World Economy* 46 (4): 874–86. <https://doi.org/10.1111/twec.13336>.
- Lipsey, R.G., and Kelvin Lancaster. 1956. "The General Theory of Second Best." *Review of Economic Studies* 24 (1): 1.
- Lu, Yi, Jin Wang, and Lianming Zhu. 2019. "Place-Based Policies, Creation, and Agglomeration Economies: Evidence from China's Economic Zone Program." *American Economic Journal: Economic Policy* 11 (3): 325–60. <https://doi.org/10.1257/pol.20160272>.
- Maksimovic, Vojislav, Gordon Phillips, and Liu Yang. 2023. "Do IPO Firms Become Myopic?" *Review of Finance* 27 (3): 765–807. <https://doi.org/10.1093/rof/rfac054>.
- Malhotra, Abhishek, Tobias S. Schmidt, and Joern Huenteler. 2019. "The Role of Inter-Sectoral Learning in Knowledge Development and Diffusion: Case Studies on Three Clean Energy Technologies." *Technological Forecasting and Social Change* 146 (September): 464–87. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.04.018>.
- Manfredi, S., D. Pennington, E. Delia, et al. 2024. Raw Materials Information System (RMIS): Current Status and 2024 Roadmap. No. JRC134030. European Commission, Ispra. https://rmis.jrc.ec.europa.eu/uploads/2024_RMIS_ROADMAP_15.02.2024.pdf.
- Martin, Ron, and Peter Sunley. 2006. "Path Dependence and Regional Economic Evolution." *Journal of Economic Geography* 6 (4): 395–437. <https://doi.org/10.1093/jeg/ibi012>.
- McKinsey. 2024. The Battery Cell Component Opportunity in Europe and North America. <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/the-battery-cell-component-opportunity-in-europe-and-north-america>.
- McKinsey Global Institute. 2020. Risk, Resilience, and Rebalancing in Global Value Chains. https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/risk-resilience-and-rebalancing-in-global-value-chains.pdf#.
- Mehling, Michael A. 2025. Good Spillover, Bad Spillover: Industrial Policy, Trade, and the Political Economy of Decarbonization. CEEPR Working Paper. <https://ceepr.mit.edu/workingpaper/good-spillover-bad-spillover-industrial-policy-trade-and-the-political-economy-of-decarbonization/>.
- METI. 2020. Japan's New International Resource Strategy to Secure Rare Metals. Released. https://www.enecho.meti.go.jp/en/category/special/article/detail_158.html.
- Morgan, T. Clifton, Constantinos Syropoulos, and Yoto V. Yotov. 2023. "Economic Sanctions: Evolution, Consequences, and Challenges." *Journal of Economic Perspectives* 37 (1): 3–29. <https://doi.org/10.1257/jep.37.1.3>.
- Narayanan, M. P. 1985. "Managerial Incentives for Short-term Results." *The Journal of Finance* 40 (5): 1469–84. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1985.tb02395.x>.
- Natural Resources Canada. 2024. Minerals and Metals Facts. <https://natural-resources.canada.ca/minerals-mining/mining-data-statistics-analysis/minerals-metals-facts>.
- Nemet, Gregory F., Michael Jakob, Jan Christoph Steckel, and Ottmar Edenhofer. 2017. "Addressing Policy Credibility Problems for Low-Carbon Investment." *Global Environmental Change* 42 (January): 47–57. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.12.004>.

- Neumann, Jonas, Martina Petranikova, Marcel Meeus, et al. 2022. "Recycling of Lithium-Ion Batteries—Current State of the Art, Circular Economy, and Next Generation Recycling." *Advanced Energy Materials* 12 (17): 2102917. <https://doi.org/10.1002/aenm.202102917>.
- Nichols, Albert L., and Richard J. Zeckhauser. 1977. "Stockpiling Strategies and Cartel Prices." *The Bell Journal of Economics* 8 (1): 66. <https://doi.org/10.2307/3003487>.
- Noll, Bessie, Bjarne Steffen, and Tobias S. Schmidt. 2024. "Domestic-First, Climate Second? Global Consequences of the Inflation Reduction Act." *Joule*, June, S2542435124002496. <https://doi.org/10.1016/j.joule.2024.06.001>.
- O'Rourke, Dara. 2014. "The Science of Sustainable Supply Chains." *Science* 344 (6188): 1124–27. <https://doi.org/10.1126/science.1248526>.
- Ottaviano, Gianmarco, and Jacques-François Thisse. 2004. "Chapter 58 Agglomeration and Economic Geography." In *Handbook of Regional and Urban Economics*, vol. 4. Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S1574-0080\(04\)80015-4](https://doi.org/10.1016/S1574-0080(04)80015-4).
- Pisani-Ferry, Jean, Beatrice Weder di Mauro, and Jeromin Zettelmeyer. 2024. *How to De-Risk: European Economic Security in a World of Interdependence*. Policy Brief. Bruegel. <https://www.bruegel.org/policy-brief/how-de-risk-european-economic-security-world-interdependence>.
- Pomfret, Richard. 1989. "THE ECONOMICS OF VOLUNTARY EXPORT RESTRAINT AGREEMENTS." *Journal of Economic Surveys* 3 (3): 199–211. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6419.1989.tb00067.x>.
- Powell, Robert. 1991. "Absolute and Relative Gains in International Relations Theory." *American Political Science Review* 85 (4): 1303–20. <https://doi.org/10.2307/1963947>.
- Redding, Stephen. 1999. "Dynamic Comparative Advantage and the Welfare Effects of Trade." *Oxford Economic Papers* 51 (1): 15–39.
- Reuters. 2023. *China Urges Giant State Firms to Be Tech "pillars" in Self-Reliance Drive*. Released. <https://www.reuters.com/technology/china-urges-giant-state-firms-be-tech-pillars-self-reliance-drive-2023-05-10/>.
- Rodrik, Dani. 2014. "Green Industrial Policy." *Oxford Review of Economic Policy* 30 (3): 3.
- Rogge, Karoline S., and Kristin Reichardt. 2016. "Policy Mixes for Sustainability Transitions: An Extended Concept and Framework for Analysis." *Research Policy* 45 (8): 1620–35. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2016.04.004>.
- Rom, Michael. 1973. "The Tariff Quota." *Journal of World Trade Law* 7: 421.
- Schulte, Gregory L. 2010. "Stopping Proliferation Before It Starts. How to Prevent the Next Nuclear Wave." *Foreign Affairs*. <https://www.foreignaffairs.com/world/stopping-proliferation-it-starts>.
- Sgaravatti, D.G., Tagliapietra, S., Trasi, C., Zachmann, G., 2023. National policies to shield consumers from rising energy prices. Bruegel. URL: <https://www.bruegel.org/dataset/national-policies-shield-consumers-rising-energy-prices>
- Simchi-Levi, D., W. Schmidt, and Yehua Wei. 2014. "From Superstorms to Factory Fires: Managing Unpredictable Supply-Chain Disruptions." *Harvard Business Review*. <https://hbr.org/2014/01/from-superstorms-to-factory-fires-managing-unpredictable-supply-chain-disruptions>.
- Spence, Michael. 1984. "Cost Reduction, Competition, and Industry Performance." *Econometrica* 52 (1): 101. <https://doi.org/10.2307/1911463>.
- Springel, Katalin. 2021. "Network Externalities and Subsidy Structure in Two-Sided Markets: Evidence from Electric Vehicle Incentives." *American Economic Journal: Economic Policy* 13 (4): 393–432. <https://doi.org/10.1257/pol.20190131>.
- Stein, Jeremy C. 1988. "Takeover Threats and Managerial Myopia." *Journal of Political Economy* 96 (1): 61–80. <https://doi.org/10.1086/261524>.
- Strahan, Philip E. 2013. "Too Big to Fail: Causes, Consequences, and Policy Responses." *Annual Review of Financial Economics* 5 (1): 43–61. <https://doi.org/10.1146/annurev-financial-110112-121025>.
- Tagliapietra, Simone. 2024. "The European Union's Global Gateway: An Institutional and Economic Overview." *The World Economy* 47 (4): 1326–35. <https://doi.org/10.1111/twec.13551>.
- Tagliapietra, Simone, and Reinilde Veugelers. 2020. *A Green Industrial Policy for Europe*. Bruegel. https://www.bruegel.org/sites/default/files/wp-content/uploads/2020/12/Bruegel_Blueprint_31_Complete_151220.pdf.
- Timmer, Marcel P., Abdul Azeez Erumban, Bart Los, Robert Stehrer, and Gaaitzen J. De Vries. 2014. "Slicing Up Global Value Chains." *Journal of Economic Perspectives* 28 (2): 99–118. <https://doi.org/10.1257/jep.28.2.99>.
- Tong, Jamie Y., and Feida (Frank) Zhang. 2024. "Do Capital Markets Punish Managerial Myopia? Evidence from Myopic Research and Development Cuts." *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 59 (2): 596–625. <https://doi.org/10.1017/S0022109023001205>.
- Trebilcock, Michael, and Michael Fishbein. 2007. "International Trade: Barriers to Trade." In *Research Handbook in International Economic Law*, edited by Andrew T. Guzman and Alan O. Sykes. Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781847204233.00006>.
- Trencher, Gregory, Adrian Rinscheid, Daniel Rosenbloom, and Nhi Truong. 2022. "The Rise of Phase-out as a Critical Decarbonisation Approach: A Systematic Review." *Environmental Research Letters* 17 (12): 123002. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac9fe3>.
- U.S. Geological Survey. 2024. *Mineral Commodity Summaries 2024*. <https://doi.org/10.3133/mcs2024>.
- US-Finanzministerium. 2023. *Remarks by Secretary of the Treasury Janet L. Yellen on the U.S. - China Economic Relationship at Johns Hopkins School of Advanced International Studies*. <https://home.treasury.gov/news/press-releases/jy1425>.
- WEF. 2021. *The Resiliency Compass: Navigating Global Value Chain Disruption in an Age of Uncertainty*. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Navigating_Global_Value_Chains_Disruptions_2021.pdf.

WEF. 2022. How to Harness the Transformative Potential of Public-Private Partnerships. Released. <https://www.weforum.org/agenda/2022/01/how-to-harness-transformative-potential-public-private-partnerships/>.



Der rote Faden durch die Energiewende: Das Kopernikus-Projekt Ariadne führt durch einen gemeinsamen Lernprozess mit Politik, Wirtschaft und Gesellschaft, um Optionen zur Gestaltung der Energiewende zu erforschen und politischen Entscheidern wichtiges Orientierungswissen auf dem Weg zu einem klimaneutralen Deutschland bereitzustellen.

Folgen Sie dem Ariadnefaden:



@ariadneprojekt.bsky.social



Kopernikus-Projekt Ariadne



ariadneprojekt.de

Mehr zu den Kopernikus-Projekten des BMFTR auf kopernikus-projekte.de

Wer ist Ariadne? In der griechischen Mythologie gelang Theseus durch den Faden der Ariadne die sichere Navigation durch das Labyrinth des Minotaurus. Dies ist die Leitidee für das Energiewende-Projekt Ariadne im Konsortium von 26 wissenschaftlichen Partnern. Wir sind Ariadne:

adelphi | Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg (BTU) | Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) | Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) | Ecologic Institute | Forschungsinstitut für Nachhaltigkeit – Helmholtz-Zentrum Potsdam (RIFS) | Fraunhofer Cluster of Excellence Integrated Energy Systems (CINES) | Hertie School | ifo Institut – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung an der Universität München | Institut der deutschen Wirtschaft Köln | Julius-Maximilian-Universität Würzburg | Öko-Institut | Potsdam-Institut für Klima-folgenforschung (PIK) | RWI – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung | Stiftung Umweltenergie recht | Stiftung Wissenschaft und Politik | Technische Universität Berlin | Technische Universität Darmstadt | Technische Universität München | Technische Universität Nürnberg | Universität Duisburg-Essen | Universität Greifswald | Universität Hamburg | Universität Potsdam | Universität Stuttgart – Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER) | ZEW – Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung