

# Zukunftsfähige Industriepolitik: Wohlstand, Sicherheit und Klimaschutz vereinen



**Wuppertal  
Institut**

| BertelsmannStiftung

© Bertelsmann Stiftung, Gütersloh

Mai 2025

### Herausgeber

Bertelsmann Stiftung

Carl-Bertelsmann-Straße 256, 33311 Gütersloh

[www.bertelsmann-stiftung.de](http://www.bertelsmann-stiftung.de)

### Verantwortlich

Daniel Posch

### Autor:innen

Anna Leipprand

Miriam Ruß

Lukas Hermwille

Daniel Posch

János Sebestyén

### Zitationshinweis

Leipprand, A., Ruß, M., Hermwille, L., Posch, D., Sebestyén, J. (2025): Zukunftsfähige Industriepolitik: Wohlstand, Sicherheit und Klimaschutz vereinen. Bertelsmann Stiftung. Gütersloh

### Layout

Markus Diekmann

### Bildnachweis

© Svitlana – [stock.adobe.com](https://stock.adobe.com)

DOI [10.11586/2025010](https://doi.org/10.11586/2025010)

ID\_2539

# Zukunftsfähige Industriepolitik: Wohlstand, Sicherheit und Klimaschutz vereinen

Anna Leipprand\*

Miriam Ruß\*

Lukas Hermwille\*

Daniel Posch\*\*

János Sebestyén\*

\*Wuppertal Institut

\*\*Bertelsmann Stiftung

# Inhaltsverzeichnis

---

Zusammenfassung	6
<b>1 Industriepolitik dient gesellschaftlichen Zielen: Wohlstand, Sicherheit, Klimaschutz und Demokratie</b>	<b>8</b>
<b>2 Gesamtgesellschaftliche Ziele können nur mithilfe der Industrie erreicht werden</b>	<b>11</b>
2.1 Die Industrie als Tragwerk des gesellschaftlichen Wohlstands	11
2.2 Die Industrie als Stütze der Demokratie	12
2.3 Die Industrie als Sektor mit hohem Klimaschutzpotenzial	13
2.4 Die Industrie als Garant von Sicherheit und Versorgungssicherheit	13
2.5 Die Industrie als politischer Akteur	14
<b>3 Industriepolitik ist sinnvoll und legitim, wenn sie richtig gemacht wird</b>	<b>15</b>
3.1 Externe Effekte managen	16
3.2 Infrastrukturaufbau koordinieren	16
3.3 Öffentliche Güter finanzieren und bereitstellen	17
3.4 Unsicherheit reduzieren	17
3.5 Strategische Fähigkeiten und Technologien entwickeln	19
3.6 Pfadabhängigkeiten überwinden	20
3.7 Strukturwandel begleiten und negative Folgen abfedern	21
3.8 Industriepolitik gegen Risiken und Herausforderungen wappnen	22
<b>4 Kriterien für eine zukunftsfähige Industriepolitik</b>	<b>23</b>
<b>5 Die industriepolitische Landschaft in Deutschland und der EU</b>	<b>31</b>
5.1 Industriepolitische Strategien und Ziele	31
5.2 Instrumente mit industriepolitischer Wirkung	32

<b>6 Fallstudien</b>	<b>37</b>
6.1 Einleitung	37
6.2 BASF	38
6.2.1 Einleitung	38
6.2.2 Hintergrund der Fallstudie	39
6.2.3 Industriepolitische Rahmenbedingungen und Förderung	41
6.2.4 Anwendung der Kriterien für zukunftsfähige Industriepolitik	42
6.3 GET H2	47
6.3.1 Einleitung	47
6.3.2 Hintergrund der Fallstudie	48
6.3.3 Industriepolitische Rahmenbedingungen und Förderung	50
6.3.4 Anwendung der Kriterien für zukunftsfähige Industriepolitik	52
6.4 SALCOS	61
6.4.1 Einleitung	61
6.4.2 Hintergrund der Fallstudie	61
6.4.3 Industriepolitische Rahmenbedingungen und Förderung	62
6.4.4 Anwendung der Kriterien für zukunftsfähige Industriepolitik	63
6.5 Zusammenfassung und Diskussion der Fallstudien	68
<b>7 Synthese</b>	<b>74</b>
Literaturverzeichnis	78

## Abbildungen und Tabellen

ABBILDUNG 1	10 Kriterien zukunftsfähiger Industriepolitik	5
ABBILDUNG 2	Industriepolitik gestaltet die Wirtschaftsstruktur, um gesellschaftliche Ziele zu erreichen	23
TABELLE 1	Interviewpartner:innen für die drei Fallstudien	38
ABBILDUNG 3	Kriterien für zukunftsfähige Industriepolitik angewandt auf das Fallbeispiel – BASF	46
ABBILDUNG 4	Schematische Übersicht über die Projektarchitektur von GET H2 Nukleus	48
ABBILDUNG 5	Geplante Maßnahmen im Projekt GET H2 Nukleus und daran anknüpfende Vorhaben der Initiative GET H2	49
ABBILDUNG 6	Kriterien für zukunftsfähige Industriepolitik angewandt auf das Fallbeispiel – Get H2	60
ABBILDUNG 7	Kriterien für zukunftsfähige Industriepolitik angewandt auf das Fallbeispiel – SALCOS	67
TABELLE 2	Übersichtstabelle über die Fallstudien – Teil 1, 2, 3	69–71
ABBILDUNG 8	10 Kriterien zukunftsfähiger Industriepolitik	75

# Zusammenfassung

---

Welche Industriepolitik brauchen wir in einer Zeit, in der Staaten und Gesellschaften auf vielen Ebenen gleichzeitig herausgefordert werden? Wie kann sie dabei helfen, Wohlstand für alle zu schaffen, Freiheit und Sicherheit zu garantieren, Demokratie und Rechtsstaat zu schützen und die planetaren Grenzen einzuhalten? Aktive politische Gestaltung gewinnt dabei heute angesichts von Krisen und Kriegen, geopolitischen Unsicherheiten und fortschreitendem Klimawandel zusätzlich an Bedeutung.

Die Industrie ist zentral für das Funktionieren der Gesamtwirtschaft, für Bruttowertschöpfung und Arbeitsplätze. Eine florierende Industrie war und ist Stütze der Demokratie. Sie ist aber auch Schlüsselsektor für den Klimaschutz, und selbst ein einflussreicher politischer Akteur. Industriepolitik muss so gestaltet werden, dass die Industrie zu den großen gesellschaftlichen Zielen – Wohlstandssicherung, Klimaneutralität, gesellschaftlichem Zusammenhalt und Sicherheit – beitragen kann und dabei gleichzeitig wirtschaftlich erfolgreich ist.

Ob Regierungen überhaupt industriepolitisch intervenieren sollten, ist traditionell umstritten. Staatliche Eingriffe, insbesondere wenn sie einzelne Branchen unterstützen, sollten grundsätzlich sparsam eingesetzt werden. Sie sind aber im Sinne der Wirtschaftswissenschaft unter bestimmten Bedingungen legitim, insbesondere wenn Märkte ohne Steuerung bestimmte Ziele nicht erreichen, also ein „Marktversagen“ vorliegt. Klimaschutz und Versorgungssicherheit sind öffentliche Güter und erfordern hohe Investitionen. Das Handeln vieler Akteure muss aufeinander abgestimmt werden, etwa beim Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft. Marktakteure und politische Akteure müssen weitreichende Entscheidungen unter hoher Unsicherheit treffen. Angesichts der zunehmenden geopolitischen Spannungen wird die strategische Bedeutung vieler Industriebranchen deutlicher und die Frage nach Produktionskapazitäten und Technologiesouveränität stellt sich drängender als noch vor wenigen Jahren. Angesichts der aktuellen Heraus-

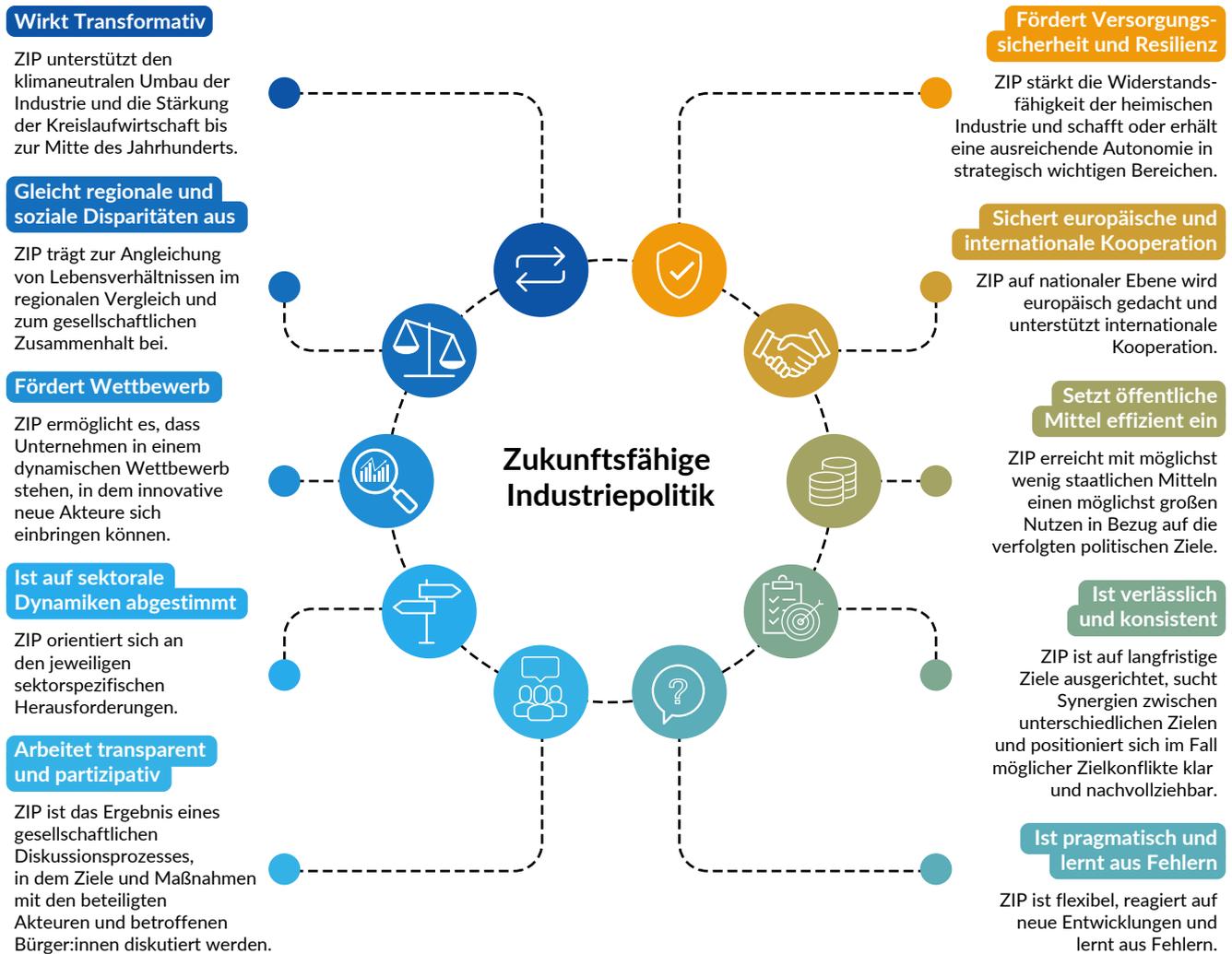
forderungen ist eine aktiv gestaltende Industriepolitik notwendig. Gleichzeitig birgt Industriepolitik immer auch das Risiko, aufgrund von „Regierungsversagen“ ineffizient zu sein und Mitnahmeeffekte zu erzeugen. Entsprechend muss sie mit Warn- und Korrekturmechanismen gegen diese inhärenten Risiken gewappnet werden. Wir formulieren **zehn Kriterien für zukunftsfähige Industriepolitik** (ZIP, siehe Abbildung 1), die helfen sollen, die industriepolitische Debatte zu strukturieren, dabei die übergeordneten Ziele konsistent im Blick zu behalten und Risiken zu minimieren. Die Kriterien ermöglichen es, notwendige politische Abwägungen bewusst und nachvollziehbar zu treffen.

Anschließend werden die zehn Kriterien in drei Fallstudien angewendet. Wir untersuchen konkrete industriepolitische Projekte in der Umsetzung:

- Die Fallstudie der Batteriezellfertigung von BASF in Schwarzheide, Brandenburg, verdeutlicht, wie Industriepolitik erfolgreich Klimaschutz und wirtschaftliche Resilienz verbinden kann.
- Das Projekt GET H2 Nukleus zeigt, wie Industriepolitik über eine Koordinationsfunktion den Aufbau neuer Infrastruktur initiieren kann und so auch die Grundlage für einen wettbewerblich organisierten Wasserstoffmarkt schafft.
- Der Aufbau einer wasserstoffbasierten Stahlerzeugung am Standort Salzgitter ist ein Beispiel für die zentrale Rolle, die Industriepolitik für die Etablierung von neuen disruptiven Produktionsprozessen spielen kann.

Die Erfahrung der Fallstudien zeigt, dass die Kriterien dazu geeignet sind, Zielkonflikte und -synergien deutlich zu machen. Sie können in konkreten Fällen helfen, abzuwägen, politische Entscheidungen zu treffen und Prioritäten zu setzen. Konkret zeigt die Analyse, dass das Zusammenspiel von finanzieller Förderung mit anderen Instrumenten für die Gesamtwirkung der Industriepolitik entscheidend ist.

ABBILDUNG 1 10 Kriterien zukunftsfähiger Industriepolitik



Quelle: Eigene Darstellung.

| BertelsmannStiftung

Die Kriterien helfen auch bei der Diagnose von Schwächen des Politikmixes. Beispielsweise zeigen die Fallstudien, dass die Europäischen Potenziale der Industriepolitik nicht ausgeschöpft werden. Die Finanzierung der Industrietransformation sollte deshalb stärker auf EU-Ebene stattfinden.

Zielkonflikte zwischen den Kriterien können aber vermutlich nicht in allen Fällen aufgelöst werden. Insbesondere kann dem Nutzen von Förderinstrumenten, etwa im Hinblick auf Sicherheit oder Klimaschutz, der potenzielle Schaden durch die Intervention in den Wettbewerb gegenüberstehen. Die konkreten Fälle zeigen allerdings auch, dass die politische Abwägung hier stattfindet und der Schaden der Intervention zum Beispiel durch entsprechende Förderkriterien begrenzt wird.

Die Analyse zeigt auch, dass es keine Blaupause für optimale Industriepolitik gibt. Sie muss für unterschiedliche Herausforderungen passende Lösungen suchen und kann dafür auf vielfältige Instrumente und Designoptionen zurückgreifen. Sie kann natürlich nicht alle Probleme lösen, sondern muss mit anderen Politikbereichen sinnvoll zusammenwirken. Einerseits braucht sie Verlässlichkeit und muss Förderinstrumente in stabile Rahmenbedingungen und Strategien einbetten, sodass Entscheider:innen in der Industrie wieder Mut fassen für die notwendigen Investitionen und Veränderungen. Gleichzeitig braucht Industriepolitik Pragmatismus und muss korrekturfähig sein, denn die Transformation von komplexen Industriesystemen lässt sich weder vorhersagen noch im Detail steuern. Die in dieser Studie vorgestellten Kriterien helfen, in diesem unvermeidbaren Spannungsfeld die richtigen politischen Entscheidungen zu treffen.

# 1 Industriepolitik dient gesellschaftlichen Zielen: Wohlstand, Sicherheit, Klimaschutz und Demokratie

---

Das Versprechen der sozialen Marktwirtschaft ‚Wohlstand für Alle‘ zu schaffen, ist heute immer schwerer zu halten. Die Politik muss auf multiple globale Krisen und Kriege, sich verschärfenden internationalen Wettbewerb sowie den fortschreitenden Klimawandel gleichzeitig reagieren. Durch diese neuen Herausforderungen verändern sich auch die Zielvisionen einer gelungenen Industriepolitik. Die Frage, wie Wohlstand und gutes Leben für alle möglich sind, braucht in der aktuellen Situation neue Antworten.

Um passende Antworten muss unter erschwerten geopolitischen Bedingungen gerungen werden. Mit der Wahl von Donald Trump zum neuen Präsidenten wird die US-Regierung aller Voraussicht nach stärker auf Protektionismus setzen und die eigene Wirtschaft mit Importzöllen und Steuersenkungen unterstützen. Dadurch wird erwartbar auch auf deutsche Unternehmen zusätzlicher Druck entstehen, Teile ihrer Produktion in die USA zu verlagern. Insbesondere für bereits heute unter Druck stehende Branchen wie die Automobilindustrie könnte dies negative Folgen haben. Auch im Bereich der Außen- und Sicherheitspolitik wird die Situation weniger berechenbar. Deutschland und die EU werden mehr finanzielle Mittel für Sicherheit und Verteidigung aufwenden und angesichts der drohenden Handelskonflikte und geopolitischen Spannungen auch erheblich mehr in die eigene technologische Souveränität investieren müssen. Angesichts der Konfliktlinien in der deutschen Parteipolitik in Bezug auf Haushalt und Schuldenbremse stellt die Finanzierung dieser Aufgaben eine große Herausforderung dar. Klar ist aber, dass eine aktiv gestaltende Industriepolitik notwendig sein wird.

Vor diesem Hintergrund ist Deutschlands Einbindung in die Europäische Union wichtiger denn je. Nur als Teil eines starken europäischen Binnenmarkts und nur durch die Bündelung der Kräfte mit den anderen

Mitgliedstaaten kann Deutschland seine Ziele erreichen. Die EU wird als industriepolitischer Akteur in Zukunft noch stärker gefragt sein. Im Jahr 2024 hat die EU bereits mit dem *Net Zero Industry Act* (NZIA) auf veränderte geopolitische Bedingungen reagiert, insbesondere auf den US-amerikanischen *Inflation Reduction Act* (IRA) zur Förderung heimischer grüner Technologien, und auf die Bestrebungen Chinas, in bestimmten Bereichen zur auch technologisch führenden Industrienation zu werden (European Parliament 2024). Der *Clean Industrial Deal* und der *Industrial Decarbonization Accelerator Act* sollen Klimaschutz, Wettbewerbsfähigkeit und Versorgungssicherheit integrieren, ähnlich wie es die **bundesdeutsche Strategie** „Industriepolitik in der Zeitenwende“ von 2023 anstrebt (BMWK 2023a). All diese Bemühungen werden in den nächsten Jahren auf eine harte Probe gestellt werden. Vor diesem Hintergrund brauchen wir auf europäischer und auf nationaler Ebene eine Industriepolitik, die mit klarem Kompass agiert und gleichzeitig mit Zielkonflikten umgehen kann.

Industriepolitik umfasst **politische Interventionen, die auf eine strukturelle Transformation der Wirtschaft abzielen, um gesellschaftliche Ziele zu erreichen** (vgl. Juhász, Lane und Rodrik 2024). Für uns ist das übergeordnete gesellschaftliche Ziel die **langfristige Sicherung von Wohlstand und gutem Leben für alle im Rahmen der freiheitlich-demokratischen Grundordnung**. Die Einhaltung der planetaren Grenzen und insbesondere die Begrenzung der globalen Erwärmung auf deutlich unter 2 °C ist dafür eine notwendige Bedingung (Holzmann et al. 2022), ebenso aber auch internationale Wettbewerbsfähigkeit, Resilienz und Versorgungssicherheit, sozialer Zusammenhalt sowie Verteidigungsfähigkeit und Wehrhaftigkeit der Demokratie (für eine weitergehende Diskussion der verwendeten Definition siehe Infobox 1, auf der nächsten Seite).

Diese Ziele können dabei in Konkurrenz zueinander stehen, etwa was ihre politische Priorität betrifft. Vor allem aber beeinflussen sie sich gegenseitig. Klimaschutz kann nur dann erfolgreich umgesetzt werden, wenn die Maßnahmen gesellschaftlich breit unterstützt werden. Diese gesellschaftliche Unterstützung kann schwinden, wenn andere volkswirtschaftliche Ziele, wie ein hohes Maß an materiellem Wohlstand und Beschäftigung, eine faire Verteilung des Wohlstands oder stabile Preise, nicht erreicht werden (a. a. O.). Die vielfältigen Wechselwirkungen zwischen sozioökonomischer Ungleichheit und Klimapolitik (Posch 2023) und ihre Bedeutung für den gesellschaftlichen Zusammenhalt müssen entsprechend berücksichtigt werden. Des Weiteren kann der Übergang von einer auf fossilen Brennstoffen basierenden hin zu einer nachhaltigeren Wirtschaft zu neuen geopolitischen Spannungen führen, da Akteure mit fossilem Geschäftsmodell um den Erhalt von Macht und Einfluss kämpfen (Geels 2014). Gleichzeitig können zunehmende geopolitische Spannungen nationalen und internationalen Klimaschutz erschweren. Ebenso können Maßnahmen zur Steigerung von Resilienz Syn-

ergien oder auch Konflikte mit Klimaschutz erzeugen. Die Ziele können also nicht unabhängig voneinander verfolgt werden.

Der industriepolitische Instrumentenkasten zur Erreichung dieser Ziele ist umfangreich. Er umfasst nicht nur Maßnahmen wie Zölle und Subventionen, sondern auch viele andere Instrumente, die typischerweise nicht mit diesem Label versehen werden, aber dennoch entsprechend der oben genannten Definition industriepolitische Wirkung entfalten können. Zum Instrumentarium gehören ökonomische und fiskalisch wirksame Instrumente wie die CO<sub>2</sub>-Bepreisung oder die öffentliche Beschaffung. Hinzu kommen regulatorische Maßnahmen wie Standards oder Mindestanforderungen an Produkte, informationsbasierte Maßnahmen wie Berichtspflichten oder Kennzeichnung, Planungsinstrumente etwa in Bezug auf Infrastrukturmaßnahmen oder Maßnahmen, die die Kapazität von Verwaltung betreffen. Dabei können in bestimmten Situationen vertikale Maßnahmen eingesetzt werden, die selektiv und gezielt einzelne Bereiche der Industrie fördern, zum Beispiel Subventionen für bestimmte

#### INFOBOX 1 Eine breite Definition von Industriepolitik

In der wirtschaftswissenschaftlichen Fachliteratur – insbesondere im deutschsprachigen Raum – wird häufig eine engere Definition verwendet, die den Begriff „Industriepolitik“ ausschließlich für Subventionen oder handelspolitische Stützungsmaßnahmen für die heimische Industrie wie Zölle oder sogenannte *Local Content Requirements* verwendet.

In dieser Studie haben wir uns bewusst für eine breitere Definition entschieden, die auch international geläufig ist. Wir definieren Industriepolitik im Sinne einer „Politik für die Industrie“, weil sie der Verwendung des Begriffs „Industriepolitik“ in der politischen Debatte am nächsten kommt und weil nur so die Realität eines komplexen Politikmixes und eines Zusammenspiels verschiedener Instrumente, die auf die Entwicklung der Industrie wirken, abgebildet werden können. Dieser Politikmix umfasst die vertikalen Instrumente, die auch im engeren Sinne typischerweise der Industriepolitik zugeordnet werden. Darüber hinaus sind aber auch viele weitere Maßnahmen von hoher Bedeutung für die industrielle Entwicklung, wie etwa der EU-Emissionshandel (Klimapolitik), Innovationspolitik, handelspolitische Instrumente wie Exportkredite oder energiepolitische Maßnahmen, die sich maßgeblich auf Industriestrompreise auswirken. Moderne Fördermaßnahmen für die Industrie (wie beispielsweise die Klimaschutzverträge) interagieren direkt mit eher „horizontalen“ Maßnahmen wie dem Emissionshandel. Da selbst horizontale Industriepolitik bestimmten Industriezweigen stärker nützen kann als anderen (Andreoni und Chang 2016), und da sich häufig innerhalb von horizontalen Politiken vertikale Nachjustierungen für Einzelfälle finden (z. B. beim European Union Emissions Trading System, EU ETS), verschwimmen auch die Grenzen zwischen diesen Kategorien in der Praxis. Die breitere Definition erlaubt es uns, alle in einem konkreten Fall relevanten Maßnahmen zu berücksichtigen und in der politischen Debatte einen anschlussfähigen Beitrag zu leisten.

Technologien. Aber auch horizontale Politiken, die dem gesamten Industriesektor zugutekommen, sind Teil des Instrumentenkastens, etwa der Ausbau von Energieversorgung oder eine Senkung der staatlich veranlassten Strompreisbestandteile wie Stromsteuern oder Netzentgelten (Johnstone et al. 2021).

Wie sieht also eine Industriepolitik aus, die über die Dekarbonisierung hinaus wirkt und die heute aktuellen komplexen Wechselwirkungen zwischen ökologischen, ökonomischen und sozialen Zielen im Blick hat? In dieser Studie entwickeln wir **zehn Kriterien für eine zukunftsfähige Industriepolitik** und wenden sie auf konkrete **Fallbeispiele** an. Die Kriterien sollen als Leitplanken dienen, die die Politik bei der Gestaltung einer nachhaltigen, innovativen und wettbewerbsfähigen Industrie unterstützen. Unser Ziel ist es, dadurch eine Grundlage für eine informierte und zielgerichtete industriepolitische Diskussion zu schaffen, die den oben genannten Herausforderungen gerecht wird. Drei zentrale Fragen müssen dafür beantwortet werden:

1. Welche Kriterien für zukunftsfähige Industriepolitik sind theoretisch sinnvoll?
2. Sind die identifizierten Kriterien praktisch handhabbar?
3. Sind die Kriterien nützlich in dem Sinne, dass sich durch ihre Anwendung konkrete Erkenntnisse und Handlungsempfehlungen für die Politik ableiten lassen?

Der ersten Frage widmen wir uns in den Kapiteln 2 bis 4 dieser Studie. Zunächst erläutern wir dafür die Relevanz des Industriesektors für die genannten politischen Ziele (Kapitel 2). Anschließend geben wir einen Überblick über die wesentlichen Argumente für industriepolitische Interventionen in der ökonomischen und politikwissenschaftlichen Literatur (Kapitel 3) und skizzieren mit Blick auf die aktuelle Situation die zentralen Herausforderungen für die praktische Umsetzung von Industriepolitik. Vor diesem Hintergrund schlagen wir zehn Kriterien für zukunftsfähige Industriepolitik vor, mit deren Hilfe sich einzelne Instrumente, aber auch das industriepolitische Gesamtpaket analysieren und bewerten lassen (Kapitel 4).

Im zweiten Teil der Studie geben wir zunächst einen Überblick über die bestehende industriepolitische Landschaft in Deutschland und auf EU-Ebene (Kapitel 5) und untersuchen dann drei konkrete Fallstudien, in denen wir die Kriterien anwenden und somit ihre Praxistauglichkeit testen (Kapitel 6). Kapitel 7 fasst die Schlussfolgerungen aus der Analyse zusammen und liefert den Nachweis, dass die Kriterien nützlich für die politische Debatte sind.

## 2 Gesamtgesellschaftliche Ziele können nur mithilfe der Industrie erreicht werden

### 2.1 Die Industrie als Tragwerk des gesellschaftlichen Wohlstands

Die verarbeitende Industrie ist ein zentraler Baustein des gesamtwirtschaftlichen Systems Deutschlands. Sie trägt zu etwa einem Viertel der gesamten Bruttowertschöpfung in Deutschland bei (Statistisches Bundesamt 2024). Zudem liegt die Arbeitsproduktivität der deutschen Industrie – trotz der nachlassenden Dynamik in den letzten Jahren – deutlich über dem gesamtwirtschaftlichen Durchschnitt (BMWK 2023). Aufgrund der Tatsache, dass die Industrie potenziell produktivitätssteigernde Inputs – wie zum Beispiel Maschinen oder Chemikalien – für andere Sektoren herstellt, haben Entwicklungen im verarbeitenden Gewerbe Einfluss auf die Produktivität anderer Sektoren (Andreoni und Chang 2016).

Die deutsche Industrie weist darüber hinaus noch zwei Besonderheiten auf, die sie von vielen Industrieländern unterscheiden. Erstens ist die deutsche Industrie besonders stark auf Export orientiert mit Fokus auf Maschinenbau, Automobile und historisch auch in der chemischen Industrie (Babić und Mertens 2024). Zweitens ist der industrielle Sektor in Deutschland weniger stark von Großunternehmen geprägt als in vielen anderen Ländern. Stattdessen gibt es eine sehr große Anzahl kleiner und mittlerer Unternehmen, die vielfach zu den globalen Marktführern in relativ kleinen, aber hoch spezialisierten Märkten zählen. Diesen spezifischen Eigenschaften des deutschen Industriesektors muss zukunftsfähige Industriepolitik Rechnung tragen.

Neben ihrem direkten Einfluss auf die Wirtschaftsleistung Deutschlands wirkt die Industrie auch indirekt darauf ein. Der industrielle Sektor stellt die wichtigste Nachfragequelle für zahlreiche High-End-Services dar. Die meisten Dienstleistungen, die in der jüngeren Vergangenheit hohe Produktivitätszuwächse ver-

zeichneten bzw. denen hohes Potenzial für Produktivitätswachstum zugeschrieben wird, sind industrie- bzw. unternehmensnahe Dienstleistungen. Einige davon können sogar nur in enger Verzahnung mit der industriellen Produktion existieren (Andreoni und Chang 2016). Auch sind in Deutschland die Verflechtungen mit nachlaufenden Sektoren wie dem Dienstleistungssektor erheblich. Dies zeigt sich zum Beispiel am Anteil der Verbundwertschöpfung, bestehend aus der Nachfrage nach inländischen Dienstleistungen durch die Industrie, welcher weitere 11,5 Prozent der gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfung ausmacht (Hüther et al. 2023). Studien aus unterschiedlichen Industrienationen zeigen, dass die Aufrechterhaltung sowie der erfolgreiche Export ebendieser industrie- und unternehmensnahen Dienstleistungen langfristig an die Existenz einer starken industriellen Basis geknüpft sind. Ein Niedergang der Kompetenzen und produktiven Fähigkeiten („capabilities“) im verarbeitenden Gewerbe würde zu einem Rückgang der Qualität und damit der Exportfähigkeit dieser Dienstleistungen führen (Berger 2013; Pisano und Shih 2012; Tassej 2010) but many of the innovative ideas that are hatched in American start-ups, labs, and companies end up going abroad to reach commercial scale. Apple, the superstar of innovation, locates its production in China (yet still reaps most of its profits in the United States).

In Deutschland waren laut dem Statistischen Bundesamt im Jahr 2023 mehr als 7,5 Millionen Personen im verarbeitenden Gewerbe beschäftigt. Die meisten von ihnen sind in der Automobilbranche sowie in der Maschinenbau-, Chemie- und Elektroindustrie beheimatet. Diese Jobs sind überdurchschnittlich gewerkschaftlich organisiert und häufig sehr gut bezahlt (Hassel und Weil 2023). Die industrielle Produktion in Deutschland ist – im Gegensatz zu zahlreichen anderen OECD-Staaten wie zum Beispiel Frankreich oder UK – darüber hinaus nicht auf einige wenige Regionen

konzentriert (Hüther et al. 2023). Das deutsche Modell ist im Vergleich zu anderen OECD-Staaten relativ stark regional ausgeglichen; regionale Disparitäten sind weniger stark ausgeprägt. Schließlich hängt das Jobwachstum in sogenannten *nicht handelbaren Bereichen* („non-tradable sectors“) zum Teil davon ab, was im verarbeitenden Gewerbe passiert. Innovation und Wachstum in der produzierenden Industrie beleben hier die Dynamik lokaler Ökonomien (N. Lee 2024; Porter 2003)

Auch mit Blick auf den technologischen Fortschritt und die Innovationen im Land gibt die produzierende Industrie den Takt vor. Der Großteil der privaten Forschungs- und Entwicklungsausgaben wird im exportorientierten, verarbeitenden Gewerbe getätigt. Zu den Spitzenreitern gehören neben der Pharma-, Automobil-, und Elektroindustrie auch deutsche Unternehmen aus der Chemiebranche und dem Maschinenbau. Dies spiegelt sich auch bei den Patenten und Innovationen wider. Eine Untersuchung der Patentportfolios dieser deutschen Branchen macht deutlich, dass sie selbst im Bereich der grünen Technologien (noch) mit der globalen Spitze mithalten können (Gramke et al. 2023). Wegen ihrer Exportorientierung hängt ihre Innovationsleistung jedoch stark an der Nachfrageentwicklung im Ausland (OECD 2022).

## 2.2 Die Industrie als Stütze der Demokratie

Die europäische Integration hin zu einer politischen und wirtschaftlichen Union begann 1951 mit der Gründung der Europäischen Gemeinschaft für Kohle und Stahl (EGKS, auch Montanunion). Durch die Zusammenlegung von Ressourcen und die Koordination der Produktion in diesen Schlüsselindustrien zielte die EGKS darauf ab, nationale Rivalitäten zu überwinden und gegenseitige Abhängigkeit zu fördern. Dieser frühe Erfolg in den Schwerindustrien ebnete den Weg für weitere Integrationsinitiativen.

Der EGKS gelang es, das wirtschaftliche Potenzial der Schwerindustrien zu nutzen und gleichzeitig die politischen Spannungen abzubauen, die Europa jahrhundertlang plagten. So entwickelte die EGKS eine transformative Wirkung, die über Politik und Wirtschaft hinausging und das soziale Gefüge Europas prägte. Die gemeinsame Verwaltung der Schwerindustrien förderte

nicht nur die wirtschaftliche Entwicklung, sicherte Wohlstand und förderte Innovation, sondern schuf auch eine grenzüberschreitende Belegschaft, förderte Mobilität und stärkte ein Gefühl europäischer Identität. Dieser Ideenaustausch trug zur Entwicklung demokratischer Institutionen und Normen bei und legte den Grundstein für Frieden und Stabilität in Europa.

Die Relevanz der Industrie für Frieden und Stabilität zeigt sich auch in jüngerer Zeit. Überall in Europa bedrohen rechtsextreme Parteien die europäische Integration und Demokratie. Sie haben häufig ihren Ursprung in postindustriellen Regionen oder Regionen mit schwerem industriellem Niedergang. So stammen beispielsweise der französische Front National und später das Rassemblement National aus dem postindustriellen Norden Frankreichs. Die italienische Lega Nord schneidet in den industriellen Hochburgen Norditaliens besonders gut ab. Auch in Deutschland werden die Auswirkungen des Kohleausstiegs und der damit verbundenen strukturellen Veränderungen in Ostdeutschland immer noch von der historischen Erfahrung des industriellen Niedergangs in der post-sowjetischen Ära überschattet (Hermwille und Kiyar 2022). In Deutschland ist die AfD tendenziell in von Transformation betroffenen Industrieregionen bzw. in Gemeinden, in denen viele Menschen in emissionsintensiven Industrien beschäftigt sind, besonders stark (Bergmann, Diermeier und Kempermann 2023; Heddesheimer, Hilbig und Voeten 2024) – also vor allem dort, wo Menschen den Status ihrer beruflichen Erfahrung und ihre berufliche Zukunft infrage gestellt sehen. Im Mittleren Westen der Vereinigten Staaten sind viele postindustrielle Regionen politisch stark umkämpft. Häufig dominieren rechtsextreme Gruppen und Fraktionen innerhalb der Republikanischen Partei. Als Reaktion darauf hat die US-Regierung unter Präsident Joe Biden ihre Industriepolitik mit einem spezifischen, ortsgebundenen Ansatz angepasst, um Investitionen in diese Regionen zu lenken, die in der Vergangenheit unter industriellem Niedergang gelitten haben (Muro 2023).

Die Industrie hat historisch eine zentrale Rolle für den Aufbau von Wohlstand in Deutschland und Europa gespielt. Dieser Wohlstand war eine Grundlage für die Etablierung von robusten demokratischen Strukturen und die zunehmende europäische Integration. Heute erweisen sich postindustrielle bzw. vom Strukturwandel betroffene Regionen häufig als besonders anfällig für populistische und antidemokratische Strömungen.

Die gesellschaftliche Dimension von Transformationsprozessen und die Bedeutung der Industrie für den gesellschaftlichen Zusammenhalt müssen deshalb berücksichtigt werden.

## 2.3 Die Industrie als Sektor mit hohem Klimaschutzpotenzial

Die zunehmend spürbaren Folgen des Klimawandels machen deutlich, dass Wohlstand für alle langfristig nur unter Einhaltung der planetaren Grenzen möglich ist. Die Transformation der Industrie ist ein elementarer Baustein, um dies zu erreichen.

Zum einen hat die Industrie historisch in erheblichem Maße zum Klimaproblem beigetragen, insbesondere die energieintensive Grundstoffindustrie, und tut dies immer noch. Nach Angaben des Umweltbundesamts hatte die verarbeitende Industrie 2023 einen Anteil von rund 23 Prozent an den deutschen Treibhausgasemissionen. Davon machen die drei besonders emissionsintensiven Grundstoffindustrien Stahl, Zement und chemische Grundstoffe rund 60 Prozent aus, während die restlichen 40 Prozent sich auf verschiedene Industrien, unter anderem die emissionsintensiven Prozesse Glas, Kalk und Papier, aber auch weniger energieintensivere Branchen aufteilen (Agora Think Tanks 2024; UBA 2024a).

Zum anderen können nachgelagerte Sektoren, die Produkte aus der Grundstoffindustrie beziehen oder weiterverarbeiten, selbst nur dann klimaneutral werden, wenn diese Grundstoffe klimaneutral hergestellt werden, da deren Emissionen sonst als Vorkettenemissionen (sogenannte *Scope-3-Emissionen*) in der Berechnung auftauchen. Die Industrie produziert zudem selbst die neuen Technologien, die Klimaschutz in der Wirtschaft insgesamt und in anderen Sektoren wie Wohnen und Verkehr erst möglich machen – etwa Erneuerbare-Energie-Technologien, Wärmepumpen oder Batterien. Das Wachstumspotenzial dieser Cleantech-Branchen ist sehr groß.

Noch vor wenigen Jahren galt effektiver Klimaschutz in der Schwerindustrie als besonders schwierig. Doch in den letzten Jahren hat sich diese Perspektive aufgrund technologischer Entwicklungen maßgeblich verändert. Technologische Lösungen für klimafreundliche Produktion auch in den energieintensiven Branchen,

wie Elektrifizierung, Nutzung von grünem Strom, Nutzung von Wasserstoff, Kohlendioxidabscheidung und -speicherung bzw. -nutzung (*Carbon Capture, Utilisation and Storage, CCUS*) und Kreislaufwirtschaft, sind heute jedoch bekannt. Zahlreiche Studien zeigen, dass eine klimafreundliche Industrie bis zur Mitte des Jahrhunderts möglich ist (Bashmakov et al. 2022; BDI 2024; Agora Think Tanks 2024). Für viele kleine und mittlere Unternehmen ist die Einführung von neuen klimaneutralen Produktionsprozessen und Technologien eine besondere Herausforderung. Ihnen fehlen häufig die Kapazitäten und Ressourcen, diese Prozesse langfristig zu planen und die teilweise erheblichen Risiken, die mit der Einführung neuer Technologien verbunden sind, abzufedern (Andreoni 2022; Andreoni und Chang 2016).

Die Transformation der deutschen Industrie steht somit technisch nicht länger infrage, erfordert jedoch in kurzer Zeit gewaltige Investitionen in neue klimafreundliche Produktionsverfahren. Die langen Investitionszyklen in der Industrie stellen dabei eine erhebliche Herausforderung dar: Werden jetzt noch emissionsintensive Anlagen errichtet, die über Jahrzehnte am Netz bleiben, erschwert dies den späteren Übergang zu klimafreundlichen Technologien. Gleichzeitig birgt die anstehende Erneuerung eines Großteils der Industrieanlagen ein enormes Potenzial für eine zügige Dekarbonisierung. So sind bis 2030 beispielsweise Reinvestitionen für rund 53 Prozent der Gesamtkapazitäten in der Primärstahlindustrie notwendig (Agora Energiewende und Wuppertal Institut 2019). Dies verdeutlicht, dass auch unabhängig von einer klimaneutralen Umrüstung in den kommenden Jahren hohe Investitionen in der Industrie notwendig wären. Gesamtwirtschaftlich schätzen die Agora ThinkTanks, dass ca. drei Viertel der bis 2045 notwendigen Investitionen ohnehin anfallen würden und nur ein Viertel dieser Investitionen auf Mehrkosten durch die Umstellung auf Klimaneutralität entfällt (Agora Think Tanks 2024).

## 2.4 Die Industrie als Garant von Sicherheit und Versorgungssicherheit

Die Industrie ist unverzichtbar für die Gewährleistung von Sicherheit und Versorgungssicherheit. Die Erfahrungen der COVID-19-Pandemie und der Energiekrise

im Schatten des russischen Angriffskriegs haben gezeigt, welche gravierenden Auswirkungen globale Schocks auf globale Lieferketten haben und wie sich diese auf Wirtschaft und Gesellschaft in Deutschland auswirken. Verschiedene Strategien können zur Minderung von Risiken in der Wertschöpfungskette eingesetzt werden, wie etwa eine Diversifizierung von Lieferbeziehungen oder erhöhte Lagerkapazitäten. Aber auch der Aufbau von Produktionskapazitäten und technologischen Fähigkeiten in strategischen Bereichen im eigenen Land können zu erhöhter Versorgungssicherheit und technologischer Souveränität beitragen (Bunde 2021; Cantner 2024; Maihold 2022; Pulver 2024).

## 2.5 Die Industrie als politischer Akteur

Welche Dekarbonisierungsstrategie politisch realisierbar ist, wird vor allem durch das vorherrschende Wachstumsmodell einer Volkswirtschaft bestimmt. Schließlich beeinflussen die bestehenden industriellen „capabilities“ sowie die für das Wachstum einer Volkswirtschaft wichtigste Nachfragekomponente nicht nur die potenzielle Größe der gesellschaftlichen Gruppe, die für einen grünen Umbau der Wirtschaft mobilisierbar ist, sondern auch den politischen Einfluss der Vertreter:innen unterschiedlicher Branchen (Driscoll 2024; Nahm 2022).

Deutsches Wachstum war in den letzten Jahrzehnten in erster Linie von der Exportnachfrage getrieben, obwohl der Binnensektor in Deutschland eine beachtliche Größe aufweist. Dies ist im internationalen Vergleich zwar ungewöhnlich, angesichts der makroökonomischen Grundausrichtung (z. B. Fiskal- und Geldpolitik), einer Vielzahl institutioneller Parameter (z. B. Lohnverhandlungssystem oder fiskalischer Föderalismus) und zahlreicher politischer Entscheidungen (z. B. Steuerpolitik) die **auf Exportorientierung getrimmt waren**, aber kaum verwunderlich (Baccaro und Benassi 2017; Haffert 2021; Höpner und Baccaro 2022).

Die große Bedeutung der Exporte für das deutsche Wachstum geht Hand in Hand mit der hohen politischen Relevanz des – exportorientierten – verarbeitenden Gewerbes. Sie sind die Leitsektoren des deutschen Wachstumsmodells und deren (organisierte)

Vertreter:innen – sowohl arbeits- als auch kapitalseitig – Teil des „dominant social bloc“ in Deutschland. In dieser Rolle haben sie enormen Einfluss auf den Prozess, durch den politische Entscheidungen und Maßnahmen entwickelt, gestaltet und umgesetzt werden (Baccaro und Pontusson 2022; Höpner und Baccaro 2022).

In den letzten Jahrzehnten haben die maßgeblichen politischen Parteien Deutschlands in unterschiedlichen Koalitionsregierungen dazu beigetragen, dass die Interessen der Leitsektoren des heimischen Wachstumsmodells, darunter vor allem das – in Teilen energieintensive – und exportorientierte verarbeitende Gewerbe, abgesichert wurden. Nicht selten wurden die Interessen ebendieser Branchen als übereinstimmend mit den öffentlichen Allgemeininteressen dargestellt (Baccaro und Pontusson 2022; Höpner und Baccaro 2022). Die politischen Antworten auf die Energiekrise 2022/23 stellen das jüngste Beispiel hierfür dar (Di Carlo, Hassel und Höpner 2024).

Eine Dekarbonisierungsstrategie, die mit den Interessen der exportorientierten Industrie nicht oder schlecht vereinbar ist, dürfte politisch kaum durchsetzbar sein. Es gibt zahlreiche Belege dafür, dass die heimischen Leitsektoren politisch durchaus wehrhaft sind. Der Anfang der 2010er-Jahre gescheiterte Versuch, vonseiten der Politik die heimische Produktion und Nachfrage nach Elektroautos hochzufahren, ist nur eines von unterschiedlichen Beispielen (Meckling und Nahm 2018).

Die Vertreter:innen des exportorientierten verarbeitenden Gewerbes sind überaus einflussreiche politische Akteure und stellen daher – nicht nur wegen der ökonomischen Relevanz – einen unverzichtbaren Teil der deutschen „Transformationskoalition“ dar, den *es ins Boot zu holen* gilt.

Erste Forschungsarbeiten verweisen darauf, dass *grüne* Industriepolitik, die ökonomische Vorteile – in Gestalt von industrieller Wettbewerbsfähigkeit und Exportnachfrage – mit der Dekarbonisierung der Wirtschaft kombiniert, vor allem in exportorientierten Wachstumsmodellen als geeignetes Instrument erscheint, um eine möglichst große „Transformationskoalition“ zu bilden (Driscoll 2024; Kupzok und Nahm 2024; 2025; Nahm 2022).

### 3 Industriepolitik ist sinnvoll und legitim, wenn sie richtig gemacht wird

Ob Regierungen überhaupt industriepolitisch intervenieren sollten, ist in Wissenschaft und Politik lange umstritten. Im Zentrum der Debatte stehen oft industriepolitische Maßnahmen im engeren Sinne wie Zölle oder Subventionen für einzelne Branchen oder Unternehmen (siehe Infobox 1). Solche vertikalen Maßnahmen sollten grundsätzlich sparsam eingesetzt werden. Die Wirtschaftswissenschaft hält sie nur unter bestimmten Bedingungen für legitim (Juhász, Lane und Rodrik 2024). Dies ist etwa dann der Fall, wenn wirtschaftliche Aktivitäten externe Effekte erzeugen, die vom Markt nicht eingepreist werden, etwa negative Externalitäten wie Treibhausgasemissionen oder positive Externalitäten wie die Wissensübertragung durch Forschung und Entwicklung zwischen verschiedenen Unternehmen.

Zudem ist Industriepolitik gerechtfertigt, wenn ein **Koordinationsproblem** vorliegt, also wenn eine Zusammenarbeit für mehrere Akteure gewinnbringend wäre, aber nicht zustande kommt, weil kein Akteur einen Anreiz hat, den ersten Schritt zu machen (Duso und Gornig 2024). Die Industrie zeichnet sich durch eine stark ausgeprägte Vernetzung und Abhängigkeiten zwischen verschiedenen Akteuren und Produktionsprozessen aus, die Hindernisse für die Transformation darstellen können, wenn Koordinationsprobleme nicht gelöst werden (Janipour et al. 2022) but clustering may also act as a barrier to radical changes required for deep greenhouse gas emission reductions. Here we explore how clustering in an energy-intensive chemical industry cluster may influence attainability of the deep emission reduction targets. Chemelot, located in the southeast of the Netherlands, was willing to collaborate and we adopt a qualitative system dynamics approach based on expert interviews and group model building sessions. We found that clustering may hinder reaching deep emission reductions by three reinforcing feedback mechanisms, or 'traps', related to: incremental changes; short-term focus; and companies acting alone. The system dynamics analysis also identified

potential mechanisms to escape from these traps, notably: (1.

Die **Bereitstellung öffentlicher Güter** ist ein weiterer klassischer Grund für politische Intervention. Industriepolitik kann aber dadurch auch positiv wirken, indem sie **Unsicherheit** für Unternehmen reduziert und es ihnen erleichtert, Entscheidungen zu treffen und mit Investitionen Pfadabhängigkeiten einzugehen (Andreoni und Chang 2016).

Des Weiteren kann nicht nur für sich entwickelnde Länder in bestimmten Fällen die **Förderung neuer Industrien (infant industries) und strategischer Schlüsseltechnologien** politisch geboten sein. Werden diese zunächst vor ausländischer Konkurrenz geschützt, bekommen sie den nötigen Raum und die Zeit, um die „capabilities“ für eine eigene wettbewerbsfähige Produktion aufzubauen („learning in production“). Auf diese Weise können auch bei starker internationaler Konkurrenz strategisch erwünschte Fähigkeiten und Kenntnisse neu aufgebaut werden (Andreoni 2016; Chang und Zach 2018; K. Lee 2019; Wade 2019) 2018; K. Lee, 2019; Wade, 2019. Dies kann für bestimmte Schlüsseltechnologien sinnvoll sein, die zentral für die Wettbewerbsfähigkeit eines Landes und seine Fähigkeit sind, sein Wirtschafts- und Gesellschaftsmodell eigenständig zu gestalten, die Katalysatoren für Innovationen oder schwer zu substituieren sind oder die eine zentrale Bedeutung für aktuelle und zukünftige Wertschöpfungsprozesse haben.

Klimaschutz, Resilienz und Verteidigungsfähigkeit sind öffentliche Güter und sie bereitzustellen erfordert hohe Investitionen. Regierungen stehen heute unter hohem Druck, diese Ziele in extrem kurzer Zeit zu erreichen, um hohe Risiken oder Schäden zu vermeiden. Marktakteure und politische Akteure müssen dabei Entscheidungen unter hoher Unsicherheit in einem komplexen Akteursumfeld treffen. Die oben genannten fünf Gründe für Industriepolitik – 1)

externe Effekte, 2) Koordination, 3) öffentliche Güter, 4) Aufbau strategischer Schlüsseltechnologien bzw. Schutz innovativer Unternehmen und 5) Reduzierung von Unsicherheit – sind entsprechend angesichts der aktuellen Herausforderungen von zunehmender Bedeutung. Hinzu kommt im Fall der Industrietransformation, dass 6) fossile Pfadabhängigkeiten überwunden werden müssen. Gleichzeitig birgt der Strukturwandel, der durch die notwendigen Veränderungen zu erwarten ist, ein hohes Konfliktpotenzial, das den Druck auf den regionalen und gesellschaftlichen Zusammenhalt weiter verstärken könnte. Entsprechend braucht es zusätzlich eine 7) Begleitung des Strukturwandels, die negative Auswirkungen auf fängt bzw. ausgleicht. Diese sieben Motivationen für Industriepolitik werden im Folgenden (Abschnitte 3.1 bis 3.7) jeweils anhand konkreter aktueller Beispiele näher erläutert.

Darüber hinaus braucht Industriepolitik aber auch Warn- und Korrekturmechanismen, um gegen die inhärenten Risiken und Herausforderungen gewappnet zu sein. Schließlich läuft sie immer auch Gefahr, einzelne Unternehmen oder Sektoren über das nötige oder angestrebte Maß hinaus zu unterstützen und damit den Wettbewerb zu verzerren. Dies kann der Fall sein, weil die öffentliche Hand nicht über die nötigen Informationen verfügt oder weil es einzelnen Akteuren gelingt, die Industriepolitik für ihre wirtschaftlichen Interessen auszunutzen. Diese Risiken und Möglichkeiten, sie zu minimieren, werden in Abschnitt 3.8 beleuchtet.

### 3.1 Externe Effekte managen

Die Dekarbonisierung der Industrie in Deutschland und global ist zentral für eine erfolgreiche Transformation der Wirtschaft. Der *EU-Emissionshandel* (*European Union Emissions Trading System*, EU ETS) gibt CO<sub>2</sub>-Emissionen von Industrieunternehmen in der EU einen Preis. Er adressiert somit zumindest teilweise die negativen externen Effekte der auf fossilen Energien beruhenden Produktion und er trägt dazu bei, Dekarbonisierung mit den betriebswirtschaftlichen Zielen von Unternehmen in Einklang zu bringen. Allerdings ist der aktuelle CO<sub>2</sub>-Preis nicht hoch genug und die langfristige Preisentwicklung bleibt unsicher, sodass Investitionen in Klimaschutztechnologien in der Indus-

trie in vielen Fällen derzeit noch nicht rentabel bzw. finanzierbar sind (Agora Industrie et al. 2021). Zudem müssen die Auswirkungen im internationalen Handel mit Jurisdiktionen, in denen kein CO<sub>2</sub>-Preis existiert, berücksichtigt werden. Der CO<sub>2</sub>-*Grenzausgleichsmechanismus* (*Carbon Border Adjustment Mechanism* CBAM) soll dies gewährleisten, er bietet derzeit aber noch keine Lösung für die exportorientierten Unternehmen (Marcu et al. 2024).

Wenn Unternehmen langfristig zuverlässig steigende CO<sub>2</sub>-Preise erwarten, kann dies Investitionsentscheidungen in die richtige Richtung lenken. Gleichzeitig birgt die Entwicklung des CO<sub>2</sub>-Preises aber auch Risiken, die durch zusätzliche Instrumente abgedeckt werden müssen. Die Aktivitäten des produzierenden Gewerbes stehen oft am Anfang der Wertschöpfungsketten und sind eng mit jenen Branchen verzahnt, die für das allgemeine Preisniveau systemisch relevant sind. Solange Produktionsprozesse mit dem Verbrauch fossiler Energien verknüpft sind, können sich deshalb sektorale Preisschocks, beispielsweise in Form eines (sprunghaft) ansteigenden Zertifikatpreises, auf die gesamte Wirtschaft ausbreiten (Weber et al. 2024). Industriepolitische Maßnahmen, die Investitionen in CO<sub>2</sub>-arme Technologien frühzeitig und effektiv fördern oder die Verlässlichkeit des CO<sub>2</sub>-Preissignals erhöhen (Flachsland et al. 2020), können Eintrittshäufigkeit und Ausmaß solcher Schocks eindämmen. Schließlich ist davon auszugehen, dass eine beschleunigte Entwicklung grüner Technologien die direkten Kosten für klimaneutrale Produkte senkt und damit indirekt auch den Druck eines steigenden CO<sub>2</sub>-Preises verringert (Juhász und Lane 2023; Kriwoluzky und Volz 2023; Weber et al. 2024).

### 3.2 Infrastrukturaufbau koordinieren

Der Zugang zu Infrastrukturen, insbesondere zu Transportnetzen für Strom, Wasserstoff und CO<sub>2</sub>, ist eine wesentliche Voraussetzung dafür, dass Industrieunternehmen klimafreundliche Technologien einsetzen und dabei im internationalen Wettbewerb bestehen können, da sie nur so die notwendige grüne Energie bzw. die Speicherung von abgeschiedenem CO<sub>2</sub> (etwa in der Zementindustrie) zu vertretbaren Preisen erhalten. Gleichzeitig ist eine hinreichend sichere Nachfrage

beispielsweise nach klimafreundlichem Wasserstoff die Voraussetzung dafür, dass Projekte zur Erzeugung von Wasserstoff verwirklicht werden. Der Aufbau solcher Infrastrukturen gelingt entsprechend nur, wenn staatliche Akteure bei der Koordination unterstützen, um ein zunächst unsicheres Angebot mit einer zunächst unsicheren Nachfrage in Einklang zu bringen (Brozynski und Leibowicz 2022).

Dies zeigt sich beim Aufbau einer Versorgung mit grünem Wasserstoff aktuell deutlich: Obwohl die Erwartungen hoch und politische Ziele oft ambitioniert sind (NWR 2024), gibt es bisher sowohl in Deutschland als auch weltweit nur für einen kleinen Teil der angekündigten Projekte zur Herstellung von emissionsarmem Wasserstoff finale Investitionsentscheidungen (IEA 2024b). Ohne eine starke Beschleunigung bei der Umsetzung können die erwarteten zukünftigen Bedarfe nicht erfüllt werden. Für Deutschland ist die Koordinationsherausforderung erheblich, da sie nicht nur die Abstimmung zwischen Angebot und Nachfrage auf nationaler Ebene betrifft, sondern auch den Aufbau von – möglichst diversifizierten – Importbeziehungen. Zudem sollen für das Wasserstoffkernnetz in großem Umfang bestehende Erdgasleitungen umgewidmet werden, was ggf. wiederum auch eine Koordination des Ausstiegs aus der Gasversorgung erforderlich machen kann.

### 3.3 Öffentliche Güter finanzieren und bereitstellen

Die oben genannten Ziele der Politik – resiliente Lieferketten und Versorgungssicherheit, ein stabiles Klima, Verteidigungsfähigkeit, sozialer Zusammenhalt – haben den Charakter öffentlicher Güter. Ihre Bereitstellung erfordert hohe Investitionen, die unter den gegebenen Marktbedingungen (z. B. aufgrund unzureichend eingepreister negativer externer Effekte bei Dekarbonisierungstechnologien oder aufgrund von Koordinationsproblemen bei Energieinfrastrukturen) nicht ohne politische Interventionen umgesetzt werden. Politisch sind Investitionen, die sich erst in der Zukunft und nicht in allen Fällen monetär auszahlen, auch in guten Zeiten schwer umzusetzen, weil sie immer in Konkurrenz zu Maßnahmen stehen, die eher kurzfristige Bedürfnisse befriedigen (z. B. Rentenerhöhungen oder Steuersenkungen).

In den letzten Jahrzehnten sind in Deutschland sowohl die Unternehmensinvestitionen als auch die öffentlichen Investitionen hinter dem zurückgeblieben, was notwendig wäre, um die öffentliche Infrastruktur und den bestehenden Kapitalstock zu erhalten, geschweige denn auszubauen (Hüther et al. 2023; Köhler-Geib 2022). Die Auswirkungen dieser Entwicklung, etwa im Bereich der Deutschen Bahn oder bei kommunalen Dienstleistungen, sind inzwischen offensichtlich und wirken sich negativ auf die Standortqualität aus. Gleichzeitig hat eine Reihe von Veröffentlichungen unterschiedlicher Akteure in den letzten Monaten die Dimension des Investitionsbedarfs für Zukunftsziele in Deutschland deutlich gemacht, der in einer Größenordnung von mehreren hundert Milliarden Euro pro Jahr liegen könnte (Agora Think Tanks 2024; BCG und IW 2024; Dullien et al. 2024; Heilmann et al. 2024). Auch wenn diese Studien von unterschiedlichen Annahmen und Abgrenzungen ausgehen, stimmen sie darin überein, dass hohe – aber für eine Volkswirtschaft wie Deutschland grundsätzlich leistbare – Investitionskosten für öffentliche Güter wie Infrastrukturmodernisierung und -ausbau, eine klimafreundliche Energieversorgung, die Reduktion kritischer Abhängigkeiten, die Förderung von Innovationen in Zukunftstechnologien, aber auch Digitalisierung, Verteidigungsfähigkeit, innere Sicherheit und Gesundheit anfallen werden.

Der größere Teil der anstehenden Investitionen muss vom Privatsektor getragen werden, aber auch öffentliche Investitionen in erheblichem Umfang sind nötig. Öffentliche Investitionen tragen auch dazu bei, private Investitionen abzusichern und somit private Mittel zu „hebeln“. Die Finanzierung der öffentlichen Investitionen und die Schaffung der Bedingungen für private Investitionen gehören zu den zentralen Aufgaben einer zukunftsfähigen Industriepolitik. Die Instrumente hierfür sollten soweit möglich europäisch koordiniert werden.

### 3.4 Unsicherheit reduzieren

Die COVID-19-Pandemie, die russische Invasion in der Ukraine und die sich daraus ergebenden zeitweiligen Störungen der globalen Lieferketten haben dazu geführt, dass Risiken und Unsicherheiten auf globaler Ebene viel stärker wahrgenommen werden (Gebhardt et al. 2022). Die Unsicherheit umfasst mehrere

Dimensionen: Für einige Branchen, insbesondere die chemische Industrie, ist die technologische Ungewissheit nach wie vor groß. In jüngster Zeit hat die geopolitische Unsicherheit zugenommen. Die Ungewissheit über die Verfügbarkeit und Preise wichtiger Ressourcen – erneuerbare Elektrizität, Wasserstoff und kritische Rohstoffe – ist ein großes Problem. Und schließlich schaffen der zunehmende Rechtspopulismus und in vielen Fällen antidemokratische Tendenzen in ganz Europa eine weitere Ebene der politischen Ungewissheit.

Diese Unsicherheiten sind vor dem Hintergrund des oben beschriebenen Investitionsstatus besonders problematisch, da sie sich auch auf die Finanzierungsbedingungen auswirken. In Branchen wie der Stahl- oder Chemieindustrie mit besonders kapitalintensiven und langlebigen Investitionen und verschiedenen potenziellen Technologiepfaden könnten Investoren und Banken die dringend notwendigen Finanzierungsentscheidungen hinauszögern bzw. die Unsicherheiten in Form von erhöhten Finanzierungskosten erschweren. Industriepolitische Richtungsentscheidungen sind notwendig, um Unsicherheiten zu reduzieren und Finanzierungskosten zu senken.

Eine bewährte industriepolitische Intervention zur Verringerung von Unsicherheit ist die Schaffung bzw. Sicherstellung von Nachfrage durch den öffentlichen Sektor. Egal, ob zur Rettung bedeutender Unternehmen in der Krise, zur Förderung innovativer Geschäftsmodelle oder zur Dekarbonisierung: Zahlreiche Volkswirtschaften unterschiedlicher Größe und Einkommensniveaus aus allen Teilen der Welt setzen nachfrageseitige Instrumente wie die öffentliche Beschaffung für industriepolitische Zwecke ein, um zu verhindern, dass Investitionen in Zeiten des Umbruchs einbrechen (Andreoni 2016; Chang und Zach 2018; Nahm 2021). Die administrativen Einheiten des Staates können in ihrer Rolle als Nachfrager wesentliche Impulse auf unterschiedlichen Märkten – vor allem in den Bereichen Energie und Wärme – setzen und heimische Unternehmen nicht nur beim „industrial upgrading“ unterstützen, sondern auch einen wichtigen Beitrag zur grünen Transformation leisten (Edler 2023; Kozuch, von Deimling und Eßig 2024; Nahm 2017; 2021). Das jüngst vom deutschen Bundeswirtschaftsministerium (BMWK) vorgestellte Konzept der sogenannten *Leitmärkte für klimafreundliche Grundstoffe* zielt darauf ab, die Investitionsbedingungen für

klimafreundliche Technologien in den energieintensiven Industriebranchen Stahl, Zement und Chemie durch eine Stärkung der Nachfrage auf der Grundlage verbindlicher Definitionen zu verbessern (BMWK 2024d).

Auch mit Blick auf die Unsicherheit bezüglich der Entwicklung und zukünftigen Relevanz einer – aufkommenden – Technologie innerhalb eines Wirtschaftsraumes können industriepolitische Richtungsentscheidungen durch den Staat Abhilfe schaffen. Das Engagement der US-amerikanischen *Defense Advanced Research Projects Agency* (DARPA) bei der Entwicklung der Internettechnologien oder die vergleichsweise frühe Einführung des *Technologiestandards für Mobiltelefone* (*Code Division Multiple Access*, CDMA) in Südkorea stellen illustrative Praxisbeispiele dar (Chang und Andreoni 2020). Zwar ist technologischer Wettbewerb als Motor für Innovation und Kostensenkungen zweifellos wichtig für eine gelingende Transformation. Allerdings kann vollständige „Technologieneutralität“ wie oben beschrieben auch zu einem Hemmnis für notwendige strategische Entscheidungen werden. Gleichzeitig schließen Richtungsentscheidungen Wettbewerb aber nicht aus. Industriepolitik kann sowohl Richtungsentscheidungen in Bezug auf grundlegende Technologiekorridore treffen (z. B. Elektromobilität und entsprechende Ladeinfrastruktur fördern) als auch innerhalb dieser Korridore Raum für offenen technologischen Wettbewerb lassen, der dann die notwendigen Anreize für Innovation und Kostensenkungen setzt (Löfgren et al. 2024).

Ferner können Industriepolitische Richtungsentscheidungen auch dabei helfen, das sogenannte *Innovator's Dilemma* abzumildern. Entsprechend diesem Konzept von Clayton Christensen (1997) sind etablierte Unternehmen häufig so sehr darauf konzentriert, die Bedürfnisse ihrer bestehenden Kunden zu befriedigen und die Gewinne aus ihren aktuellen Produkten zu maximieren, dass sie das Potenzial von bahnbrechenden Technologien nicht erkennen. Infolgedessen verpassen sie Gelegenheiten, neue Märkte zu erschließen, und werden schließlich von Wettbewerbern verdrängt, die bereit sind, bei neuen Technologien Risiken einzugehen.

Dieses Dilemma bedroht aktuell die deutsche Automobilindustrie, die weiterhin in hohem Maße auf die Verbesserung und Weiterentwicklung des Verbrennungsmotors setzt (Meckling und Nahm 2018) und

sich anders als Tesla und chinesische Wettbewerber nicht vollständig der Elektromobilität zuwendet. Der politische Richtungsstreit rund um die Technologieoffenheit bei den Antrieben hat hier sogar dazu geführt, dass Unternehmen wie VW und Daimler ihre auf Elektromobilität ausgerichteten Strategien revidiert haben. Im Ergebnis drohen sie nun insbesondere im wichtigen chinesischen Exportmarkt den Anschluss zu verlieren – dort sind bereits 50 Prozent der verkauften Neufahrzeuge elektrisch motorisiert (Parodi und Fondahn 2024). Während VW unter den Herstellern von Autos mit Verbrennungsmotor weiterhin die Spitzenposition im chinesischen Markt einnimmt, dominieren andere Hersteller bei Elektrofahrzeugen. Im Ergebnis hat VW einen dramatischen Einbruch der Gewinne auf dem chinesischen Markt verzeichnen müssen; im dritten Quartal 2024 sanken die Gewinne um 42 Prozent gegenüber dem Vorjahreszeitraum (Amann und Sychev 2024).

Unsicherheit dämpft nachweislich die wirtschaftliche Entwicklung, vor allem die Investitionstätigkeit leidet. Darüber hinaus existiert ein starker positiver Zusammenhang zwischen Unsicherheit und den Wahlergebnissen populistischer Parteien. Beides vermag die Transformation hin zu einer klimaneutralen Wirtschaft auszubremsen (Rodríguez-Pose und Bartalucci 2024). Empirische Evidenz aus unterschiedlichen Ländern hat gezeigt, dass industriepolitische Interventionen grundsätzlich in der Lage sind, ökonomische Unsicherheit in Umbruchzeiten zu reduzieren (Juhász und Lane 2023; Juhász, Lane und Rodrik 2024).

### 3.5 Strategische Fähigkeiten und Technologien entwickeln

Vor dem Hintergrund der oben genannten global zunehmenden Unsicherheiten haben auch die Resilienz von Lieferketten, die Reduktion von einseitigen Importabhängigkeiten und die Erhöhung von Versorgungssicherheit als politische Ziele an Bedeutung gewonnen. Entsprechend muss politisch neu diskutiert und entschieden werden, was hierzulande als strategische Schlüsseltechnologie gilt, aber vor allem wie deren Verfügbarkeit und Beherrschung sichergestellt werden kann, ohne dabei einseitige Abhängigkeiten eingehen zu müssen. Dies ist nicht nur aus ökonomischen Gesichtspunkten von großer Bedeutung. Ein hohes Maß an technologischer Souveränität ermäch-

tigt Staaten zudem, das eigene Wirtschafts- und Gesellschaftsmodell auch in Zukunft selbstbestimmt weiterverfolgen zu können (Edler 2023).

Um technologisch „souverän“ zu bleiben oder zu werden, gilt es einerseits, einseitige Abhängigkeiten – beispielsweise durch Forschungsk Kooperationen und Technologiepartnerschaften – zu reduzieren und andererseits den Erhalt und Aufbau heimischer „capabilities“ zu stärken. Von staatlichen Subventionen für ausgewählte Technologien bzw. Unternehmen bis hin zur Anpassung heimischer Außenwirtschaftsregeln sind hierbei viele Instrumente und Instrumentenkombinationen denkbar. Neben der eigenen Position innerhalb einer Wertschöpfungskette beeinflussen vor allem (geo-)politische Konstellationen sowie Risiken die Art und das Ausmaß industriepolitischer Interventionen (Andreoni und Chang 2019; Cantner 2024; Seidl und Schmitz 2024).

Eine internationale Ordnung im Umbruch, kombiniert mit einer starken geografischen Konzentration der Fähigkeiten zur Produktion sogenannter *Dual-Use-Technologien* wie etwa Halbleiter, kann eine ernsthafte Gefahr für den Wirtschaftsstandort und die Sicherheit Deutschlands darstellen. Schließlich spielen europäische Unternehmen in den meisten Segmenten der Halbleiter-Wertschöpfungskette eine untergeordnete Rolle. Das gilt vor allem für die Fertigung von High-End-Mikrochips. Gleichzeitig ist davon auszugehen, dass die europäische wie auch die deutsche Nachfrage steigen wird (Bulfone et al. 2024; McNamara 2024). Die zu großen Teilen in Asien gefertigten Halbleiter sind aber als zentrale Bausteine bestehender wie auch kommender Infrastrukturen – wie zum Beispiel 5G- und 6G-Telekommunikationsnetzwerke, Transportsysteme oder Cloud-Computing – unverzichtbar für zahlreiche Anwendungen ganzer Industrien, ebenso für die meisten modernen Waffensysteme (Malkin 2022).

Die globale Halbleiter-Wertschöpfungskette wird von einigen wenigen Unternehmen dominiert und weist auch eine sehr starke geographische Konzentration auf. Mehr als drei Viertel der globalen Chipproduktion finden aktuell in den drei asiatischen Staaten China, Südkorea und Taiwan statt, während US-Firmen die zentrale Sparte des Chipdesigns dominieren. Gründe für die hohe Marktkonzentration sind neben dem hohen Anteil an kumulativem, implizitem technologischem und organisatorischem Wissen in der End-

fertigung vor allem die hohe Kapitalintensität dieser Industrie. Schätzungen zufolge kostet der Aufbau einer *State-of-the-art*-Produktionsanlage im Schnitt 20 Milliarden Euro (Donnelly 2023; Malkin 2022).

Die Tatsache, dass ein Großteil der High-End-Chips aktuell in einem geopolitischen Hotspot produziert wird, ist eines von mehreren Argumenten für den Auf- und Ausbau heimischer bzw. europäischer „capabilities“ (Bulfone et al. 2024). Abgesehen davon, dass allein die organisatorische Bewältigung eines derartigen Vorhabens nicht von heute auf morgen gelingen kann, ist es eine überaus teure Angelegenheit für öffentliche Haushalte. Aufgrund der Marktbedingungen und der erheblichen Standortvorteile, insbesondere der asiatischen Hersteller, erfordert der Aufbau neuer Produktionsstätten, die an der Technologiegrenze operieren können, oftmals langfristige staatliche Subventionsprogramme (VerWey 2019). Wirksame Beiträge zur Stärkung der Technologiesouveränität können also in manchen Fällen nur zu sehr hohen Kosten erreicht werden (Gerresheim und Krahe 2024; Matthes 2024).

Da die Stärkung der Resilienz potenziell im Konflikt mit der Effizienz durch internationale Arbeitsteilung steht, ist in jedem Einzelfall eine politische Abwägung notwendig, welche Kosten und Risiken bei industriepolitischen Interventionen zugunsten von Resilienz gerechtfertigt sind.

### 3.6 Pfadabhängigkeiten überwinden

Wenn wir von Industrietransformation sprechen, sprechen wir von der Transformation komplexer Systeme. Komplexe Systeme zeichnen sich durch eine Reihe von Eigenschaften aus, die alle auch auf industrielle Produktionssysteme zutreffen (Meadows 2008; Miller und Page 2009):

- Komplexe Systeme bestehen aus einer großen Anzahl von Elementen, die miteinander in Wechselwirkung stehen.
- Aus diesen Wechselwirkungen entstehen oft neue „emergente“ Eigenschaften, die auf der Ebene der einzelnen Elemente nicht vorhersehbar sind.

- Die Beziehungen zwischen den Elementen sind oft nicht linear, was bedeutet, dass kleine Veränderungen in einem Teil des Systems zu großen Auswirkungen in anderen Teilen führen können.
- Komplexe Systeme zeigen oft eine Tendenz zur Selbstorganisation, das heißt sie entwickeln ohne zentrale Steuerung Strukturen und Muster.
- Komplexe Systeme sind oft offen für externe Einflüsse und überlappen sich mit anderen (komplexen) Systemen. Sie können sich durch diese Einflüsse verändern.

Deswegen sind Veränderungen in komplexen Systemen häufig sehr schwer vorherzusagen und können chaotisch erscheinen. Dennoch hat die Transformationsforschung einige allgemeingültig scheinende Muster erkannt, die für Transformationsprozesse typisch sind. Erfolgreiche Transformationen erfordern zwei Dinge: Erstens müssen neue Technologien und innovative Praktiken in geschützten soziotechnischen Nischen hinreichend weit entwickelt und gereift sein, um sukzessive Marktanteile zu gewinnen und irgendwann die bisherigen dominanten Prozesse vollständig abzulösen. Zweitens braucht es exogenen Druck auf das vorherrschende soziotechnische Regime, also das System aus dominanten Technologien, Akteuren die diese nutzen, und Institutionen, die sie regulieren und in vielen Fällen auch schützen (Geels und Schot 2010).

Im Falle der Industrietransformation sind beide Bedingungen erfüllt. Wie oben beschrieben machen die notwendigen Technologien erhebliche Fortschritte. Und das bestehende System steht bereits unter erheblichem Druck, der sowohl durch die politischen Maßnahmen zum Klimaschutz – insbesondere den europäischen Emissionshandel – als auch durch den oben beschriebenen geopolitischen und -ökonomischen Wettbewerb generiert wird.

Dennoch ist der Erfolg der Transformation kein Selbstläufer. Institutionelle und technologische Pfadabhängigkeiten, auf English „lock-ins“, sind nur sehr schwer zu überwinden (Unruh 2000). Vielfach ist es nicht nur passive Trägheit, sondern auch aktiver Widerstand von Akteuren, die im besonderen Maße vom alteingesessenen Industrieregime profitieren (Geels 2014; Harich 2010).

Es sind jedoch nicht notwendigerweise immer neue Akteure, die Transformation vorantreiben. Es gibt auch zahlreiche Beispiele, in denen sich alteingesessene Akteure von innen heraus erneuern (Kungl 2025). Beispielsweise hat der schwedische Stahlkonzern SSAB in einem Joint Venture mit den ebenfalls etablierten Unternehmen Vattenfall und dem Bergbaukonzern LKAB die weltweit erste Demonstrationsanlage für wasserstoffbasierte Stahlerzeugung errichtet und gehört damit zu den absoluten Vorreitern der Transformation (Karlton, Lu und Perez Vico 2024). In der Automobilindustrie hingegen ist ein umgekehrtes Beispiel zu beobachten, denn hier wird der technologische Wandel bisher maßgeblich von neuen Akteuren wie Tesla oder auch chinesischen Herstellern vorangetrieben. Doch ob es tatsächlich zu einer Disruption der Akteursstruktur kommen wird, bleibt abzuwarten (Jacobides, MacDuffie und Tae 2023). Diese Akteursperspektive ist mit Blick auf den deutschen Mittelstand besonders relevant. Einerseits sind viele kleine und mittlere Unternehmen besonders innovativ. Andererseits stellt sie die Einführung neuer Technologien angesichts begrenzter Kapazitäten und Ressourcen häufig vor besondere Herausforderungen (Andreoni und Chang 2016).

Die Transformation hin zur Klimaneutralität stellt alle Akteure einer Volkswirtschaft vor besondere Herausforderungen. Zum einen müssen neue Technologien und innovative Verfahren sehr schnell zur Wettbewerbsfähigkeit hin entwickelt werden. Zum anderen gilt es fossile bzw. nicht nachhaltige Systeme herunterzufahren. Das wiederum führt unweigerlich zu Konflikten. Gezielte politische Interventionen werden notwendig sein, nicht nur um die Entwicklung im Sinne der oben genannten gesellschaftlichen Ziele zu leiten, sondern auch um diese Konflikte zu moderieren (Hallegatte, Fay und Vogt-Schilb 2013; Heyen, Hermwille und Wehnert 2017; Rogge und Johnstone 2017; Rosenbloom und Rinscheid 2020).

### 3.7 Strukturwandel begleiten und negative Folgen abfedern

Die Transformation zur Klimaneutralität erfordert die Abwicklung bestehender, aber emissionsintensiver Industrien (Aiginger und Rodrik 2020; Ergen und Schmitz 2023; Hallegatte, Fay und Vogt-Schilb 2013). Der bewusste Ausstieg aus obsoleten und nicht nach-

haltigen Technologien und Praktiken kann notwendige Freiräume für Innovation schaffen (Heyen, Hermwille und Wehnert 2017; Rogge und Johnstone 2017; Rosenbloom und Rinscheid 2020).

Im Gegensatz zu früheren Restrukturierungsprozessen, bei denen es darum ging, schrumpfende Industrien gezielt herunterzufahren, erfordert die Klimakrise eine grundlegende Umverteilung wirtschaftlicher Aktivitäten. Viele Branchen, die heute noch profitabel sind, werden in Zukunft ihre Bedeutung verlieren, da sie stark von fossilen Brennstoffen abhängig sind. Die grüne Transformation wird unweigerlich zu sozialen und wirtschaftlichen Herausforderungen führen. Betroffen sind nicht nur Unternehmen, sondern auch Regionen mit einer hohen Konzentration CO<sub>2</sub>-intensiver Industrien und hoher ökonomischer Abhängigkeit von diesen Industrien (Ergen und Schmitz 2023; Vrontisi et al. 2024).

Der Verlust bzw. die drastische Veränderung von Arbeitsplätzen sowie die damit verbundenen wirtschaftlichen Einbußen können zu sozialer Unruhe und politischen Spannungen führen. Industriepolitik muss darauf abzielen, den Übergang zu einer nachhaltigen Wirtschaft sozial gerecht zu gestalten, vor allem um die Akzeptanz für die notwendigen Veränderungen in der Bevölkerung zu erhöhen. Dies erfordert neben Kompensation auch Konfliktmanagement, im Zuge dessen die Interessen der verschiedenen Akteure aus- und angeglichen werden sollten, um soziale Konflikte zu entschärfen. Dazu gehört auch die umfassende Unterstützung für Arbeitnehmer:innen in besonders betroffenen Branchen, etwa durch Umschulungsmaßnahmen und andere Unterstützungsangebote bei der Anpassung an die künftigen Anforderungen auf den Arbeitsmärkten (Ergen und Schmitz 2023; Schütz et al. 2024). Dort anzusetzen, wo die Transformationskosten besonders hoch ausfallen dürften, erlaubt nicht nur gesellschaftliche Konflikte zu entschärfen bzw. zu antizipieren, sondern auch möglichst viele Akteure zu einer aktiven Beteiligung an der post-fossilen Produktionsweise zu befähigen.

Einerseits erfordert dies die Förderung neuer, nachhaltiger Geschäftsmodelle. Darüber hinaus ist der Aufbau breiter Allianzen über die direkt betroffenen Unternehmen und Branchen hinaus notwendig, um die Transformation erfolgreich zu gestalten. Die Erfahrungen aus dem Strukturwandel in europäischen Kohleregionen

zeigt, dass dabei insbesondere auch Ungleichheiten und Ungerechtigkeiten adressiert werden müssen, die auf das bestehende Industriesystem zurückgehen (Brisbois et al. 2024). Widerstand gegen die Transformation entsteht oft dort, wo bereits benachteiligte Akteure befürchten, dass sie auch bei der strukturellen Unterstützung und den neu entstehenden alternativen Industrien außen vor bleiben (Brisbois und Cantoni 2025).

### 3.8 Industriepolitik gegen Risiken und Herausforderungen wappnen

Industriepolitik ist nicht nur theoretisch gut begründet, sie ist auch eine praktische Realität. In den letzten Jahren ist ein deutlicher Anstieg von industriepolitischen Maßnahmen zu beobachten und die Akzeptanz industriepolitischer Maßnahmen nimmt zu (Evenett et al. 2024; Juhász und Lane 2023). Jedoch müssen auch ihre Risiken und Herausforderungen adressiert werden. Industriepolitik befindet sich immer in einem Spannungsfeld von Marktversagen, das die Maßnahmen rechtfertigt, und Regierungsversagen, das zusätzliche Ineffizienzen produzieren kann.

Eine charakteristische Eigenschaft von Industriepolitik ist, dass sie priorisiert und selektiert - und damit einzelne Sektoren bzw. einzelne Unternehmen privilegiert. Das führt einerseits dazu, dass Informationsasymmetrien zwischen Unternehmen und der

Regierung bzw. Verwaltung relevant werden, da die öffentliche Hand die notwendigen Informationen haben muss, um beispielsweise zu fördernde Sektoren und Unternehmen zu identifizieren. Andererseits besteht dadurch das Risiko, dass Industriepolitik für politische Einflussnahme von Einzelinteressen ausgenutzt wird („rent seeking“). Besonders bei Subventionen und Schutzmaßnahmen für junge Industrien besteht die Gefahr einer dauerhaften Verzerrung des Wettbewerbs, die über die ursprünglich beabsichtigte Förderung hinausgeht (Aiginger und Rodrik 2020; Juhász und Lane 2023).

Juhász, Lane und Rodrik (2024) argumentieren, dass eine solche Art von Regierungsversagen vor allem dann wahrscheinlich wird, wenn politische und kapazitive Rahmenbedingungen des Staates nicht hinreichend erfüllt sind. Stattdessen zeichnet sich erfolgreiche Industriepolitik dadurch aus, dass sie innerhalb des spezifischen (nationalen) politischen Umfelds funktioniert. Dann kann Industriepolitik auch dazu beitragen, dass administrative und Monitoring-Kapazitäten aufgebaut werden. Erfolgreiche Industriepolitik muss auf die spezifischen politischen und wirtschaftlichen Bedingungen eines Landes abgestimmt sein.

Diese Herausforderungen von Industriepolitik müssen bei ihrer Ausgestaltung mitgedacht werden. Dabei ist die Frage jedoch nicht, ob Industriepolitik genutzt werden sollte, sondern wie ihre Instrumente so ausgestaltet werden können, dass die Risiken von politischer Einflussnahme und Informationsasymmetrien möglichst gering sind (Rodrik 2009; 2014).

# 4 Kriterien für eine zukunftsfähige Industriepolitik

Die vorigen Kapitel zeigen einerseits die zentrale Rolle der Industrie als Garant für Wohlstand und gutes Leben und legen andererseits die zentralen Argumente dafür dar, warum aktive Industriepolitik unter den aktuellen Rahmenbedingungen besonders relevant ist. Die untenstehende Abbildung fasst diesen Zusammenhang von Industrie, Industriepolitik und der Erreichung gesellschaftlicher Ziele noch einmal zusammen.

Dabei muss Industriepolitik heute die verschiedenen Ziele – Wohlstandssicherung, Klimaneutralität, gesellschaftlichen Zusammenhalt und Sicherheit – gleichzeitig verfolgen, sollte dabei Synergien zwischen diesen Zielen nutzen und mit möglichen Zielkonflikten konstruktiv umgehen. Die nachfolgenden zehn Kriterien für eine Zukunftsfähige Industriepolitik sollen es ermöglichen, diese auf konsistente Ziele auszurichten. Sie sollen außerdem dazu beitragen, die industriepoli-

tische Debatte zu strukturieren und die notwendigen politischen Abwägungen bewusst und nachvollziehbar zu treffen.

## Zukunftsfähige Industriepolitik ...

### 1. Wirkt transformativ:

*Zukunftsfähige Industriepolitik unterstützt den klimaneutralen Umbau der Industrie und die Stärkung der Kreislaufwirtschaft bis zur Mitte des Jahrhunderts.*

Zukunftsfähige Industriepolitik ermöglicht die Entwicklung der Industrie hin zu Klimaschutz, Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft. Dieses Ziel ist kein Selbstzweck, sondern Voraussetzung für alle anderen: Langfristig sind auch wirtschaftliche und soziale Ziele nur erreichbar, wenn das Klima stabilisiert und katast-

ABBILDUNG 2 Industriepolitik gestaltet die Wirtschaftsstruktur, um gesellschaftliche Ziele zu erreichen



rophale Klimawandelfolgen vermieden werden. Industriepolitik muss deshalb Raum für neue, nachhaltige soziotechnische Konfigurationen schaffen und gleichzeitig nicht nachhaltige, etablierte Konfigurationen abbauen (Hermwille 2016; Rogge, Pfluger und Geels 2020; Rogge und Johnstone 2017) and elaborate two transition pathways which are assumed to achieve an 80% reduction in greenhouse gas emissions by 2050, but differ in terms of lead actors, depth and scope of change: the first pathway captures the substitution of technological components (pathway A. Sie muss dementsprechend die Bedingungen für die Industrie so gestalten, dass Investitionen in mit zukünftiger Klimaneutralität und ökologischer Nachhaltigkeit kompatiblen Technologien rechtzeitig ermöglicht werden, und Hindernisse hierfür, die beispielsweise aufgrund von Marktversagen bestehen, beseitigen. Sie sollte auch darauf hinwirken, die Kosten klimafreundlicher Technologien zu senken und Klimaschutzpotenziale durch Effizienz, Kreislaufwirtschaft und Verbrauchsreduktion auszuschöpfen, wenn diese die Kosten der technologischen Transformation senken können.

Dieses Kriterium leitet sich direkt von den Zielen der deutschen und europäischen Klimapolitik ab. Ungebremster Klimawandel zerstört die Grundlage für ein gutes Leben. Eine Industriepolitik, die diese Ziele aus dem Blick verliert, kann deshalb nicht zukunftsfähig sein. Darüber hinaus bezieht sich das Kriterium auch auf die Erkenntnisse der Transformationsforschung: Um fest etablierte soziotechnische Systeme zu transformieren, braucht es einerseits hinreichend weit entwickelte Innovationen und andererseits politischen und ökonomischen Druck auf die bestehenden nicht nachhaltigen Praktiken (siehe Kapitel 3.6). Transformative Industriepolitik trägt dem Rechnung.

**KONKRET:** Industriepolitik muss aktiv die entsprechenden Bedingungen und Anreize für Investitionen schaffen. Das Leitinstrument des europäischen Emissionshandels sollte beispielsweise durch De-Risking- und Förderinstrumente flankiert werden, um Hemmnisse für Investitionen in neue Technologien, insbesondere in der energieintensiven Industrie, zu überwinden. Gleichzeitig sollte Industriepolitik auch „horizontal“ agieren und die Faktoren verbessern, die alle Unternehmen bei der Transformation unterstützen, etwa in Bezug auf die Verfügbarkeit von Fachkräften, administrative

Belastungen oder die Versorgung mit erneuerbarem Strom und grünem Wasserstoff. Sie sollte zudem Leitmärkte für klimafreundlich hergestellte Produkte schaffen und auf europäischer Ebene durch langfristig ansteigende Mindeststandards die Märkte für klimafreundliche Produkte schrittweise vergrößern.

## 2. Fördert Versorgungssicherheit und Resilienz:

*Zukunftsfähige Industriepolitik stärkt die Widerstands- und Anpassungsfähigkeit der heimischen Industrie und schafft oder erhält eine ausreichende Autonomie in strategisch wichtigen Bereichen.*

Industriepolitik schafft so die Voraussetzungen dafür, dass die Industrie wirtschaftlich erfolgreich sein und ihren Beitrag zur Schaffung und Sicherung von Wohlstand leisten kann. Deutschland und die EU müssen vor dem Hintergrund zunehmender geopolitischer Spannungen einseitige Importabhängigkeiten vermeiden und diversifizierte Handelspartnerschaften etablieren und ggf. in strategisch wichtigen Bereichen eigene Produktionsanteile erhalten oder aufbauen. Dies ist Voraussetzung dafür, nicht durch einzelne Staaten erpressbar zu sein und die freiheitlich-demokratische Grundordnung aufrechterhalten zu können. Vor diesem Prozess des *De-Risking* und der Streuung des Versorgungsrisikos steht im besten Fall eine systematische und institutionalisierte Vulnerabilitätsanalyse bestimmter Rohstoffe und Branchen. Die Vorteile von internationaler Arbeitsteilung und globalem Handel werden dabei nicht grundsätzlich infrage gestellt, aber damit potenziell verbundene Risiken werden vorausschauend verringert.

Über Jahrzehnte waren sowohl Wirtschaftspolitik als auch Unternehmensstrategien stark darauf ausgerichtet, Effizienz und Produktivität über globale Arbeitsteilung und optimierte „Just in time“-Lieferketten zu optimieren. Aus Sicht eines einzelnen Unternehmens war dies rational. Wie in Kapitel 3.5 beschrieben, hat dies dazu geführt, dass Produktionssysteme insgesamt sehr anfällig für Schocks sind. Resilienz und Versorgungssicherheit auf Ebene des wirtschaftlichen Gesamtsystems sind aus Sicht privater Unternehmen externe Effekte, die gezielte politische Maßnahmen rechtfertigen und notwendig machen.

**KONKRET:** In bestimmten Bereichen, etwa bei Medikamenten, Daseinsvorsorge oder Rüstung, kann ein gewisser Anteil heimischer Produktion für die Resilienz notwendig sein, auch wenn dies teurer ist als der Import. Wie bei einer Versicherung rechtfertigt in diesem Fall der gesellschaftliche Gewinn an Resilienz die höheren Kosten (Schulz-*arick* 2024) und ggf. eine staatliche Förderung. Auch eine Unterstützung für ausländische Direktinvestitionen, die in strategischen Bereichen zu einem Technologietransfer nach Deutschland bzw. Europa führen können, kann in diese Richtung wirken. Allerdings bleibt die Abwägung der Kosten und Risiken eine politische Aufgabe für jeden Einzelfall – wie der Fall Intel in Magdeburg illustriert.

### 3. Gleicht regionale und soziale Disparitäten aus:

*Zukunftsfähige Industriepolitik trägt zur Angleichung von Lebensverhältnissen im regionalen Vergleich und zum gesellschaftlichen Zusammenhalt bei.*

Zukunftsfähige Industriepolitik denkt die regionalen und sozialen Voraussetzungen und Auswirkungen von Maßnahmen mit und trägt dazu bei, benachteiligte oder besonders belastete Regionen zu stärken, regionale Entwicklung zu fördern bzw. eine weitere Verschärfung von regionalen Disparitäten zu vermeiden. Sie berücksichtigt zudem soziale Fragen und trägt zu einer „just transition“ bei. Eine Industriepolitik, die umgekehrt regionale Disparitäten und soziale Ungleichgewichte verstärkt, kann langfristig die Ziele der Transformation nicht erreichen. Flankierende Maßnahmen, die in den betroffenen Regionen nachhaltige Arbeitsplätze schaffen, die finanziellen Ressourcen von Kommunen erhöhen oder die Arbeitsmarktchancen von benachteiligten Gruppen verbessern, sind deshalb Teil des Instrumentenmixes zukunftsfähiger Industriepolitik.

Demokratische Werte und Institutionen stehen weltweit unter starkem Druck, insbesondere durch immer stärker werdende populistische Bewegungen am rechten politischen Rand (siehe Kapitel 2.2). Deren Aufschwung speist sich auch durch soziale Konflikte. Die Industrietransformation macht es erforderlich, fossile bzw. nicht nachhaltige Produktionssysteme herunterzufahren (Kapitel 3.6). Das wiederum führt unweigerlich zu neuen Konflikten, die durch zukunfts-

fähige Industriepolitik oder flankierende Instrumente moderiert werden müssen.

**KONKRET:** Die Lausitz ist als Region stark vom Kohleabbau geprägt und insgesamt als strukturschwache Region eingestuft. Durch den Ausstieg aus der Kohleverstromung bis 2038 wird ein Strukturwandel eingeleitet, der durch verschiedene Maßnahmen abgefedert werden muss. Durch das Strukturstärkungsgesetz Kohleregionen (KStrStG) fließen viele Gelder in die Lausitz, die für den Strukturwandel benötigt werden (Staatskanzlei Brandenburg 2024). Außerdem wurden industriepolitische Weichen gestellt, um andere, zukunftsfähige Industriesektoren in der Region anzusiedeln. Dazu gehören insbesondere auch Batterietechnologien. So hat BASF im Rahmen des ersten Batterie-IPCEIs (4) einen Zuschlag erhalten, um ein Batteriezentrum in Schwarzheide in der Lausitz aufzubauen. Die Bewerbung der Lausitz als erstes Net Zero Valley soll die Region zu einem attraktiven Standort für Unternehmen machen, die auf nachhaltige Technologien setzen und so den Strukturwandel aktiv gestalten (Niggemann et al. 2024).

### 4. Sichert europäische und internationale Kooperation:

*Zukunftsfähige Industriepolitik auf nationaler Ebene wird europäisch gedacht und unterstützt internationale Kooperation.*

Vor dem Hintergrund zunehmender geopolitischer Spannungen sind die europäische Gemeinschaft und der Binnenmarkt wesentlicher Schlüssel für die Wettbewerbsfähigkeit. Der EU-Binnenmarkt ist mit Abstand der größte Exportmarkt für die deutsche Industrie. Deshalb muss zukunftsfähige Industriepolitik aus europäischer Perspektive konzipiert werden und die Potenziale der europäischen Zusammenarbeit und effiziente internationale Arbeitsteilung ausschöpfen (Draghi 2024). Sie sollte kein Nullsummenspiel zwischen den Mitgliedstaaten sein. Vielmehr sollte sie die Zusammenarbeit zwischen den Ländern fördern, ihre individuellen Stärken – etwa unterschiedliche Potenziale für den Ausbau erneuerbarer Energien oder bestehende industrielle Netzwerke und Innovationssysteme – betonen und gleiche Wettbewerbsbedingungen im Binnenmarkt schaffen (Letta 2024).

Solange europäische Instrumente nicht vorhanden oder nicht ausreichend sind und auf nationaler Ebene Industriepolitik gemacht werden muss, sollte diese die europäische Dimension berücksichtigen und nicht zulasten der Chancen anderer Mitgliedstaaten gehen (vgl. Hodge et al. 2024).

Zukunftsfähige Industriepolitik steht zudem im Einklang mit internationalen Regeln und stärkt internationale Zusammenarbeit. Insbesondere sollten die Potenziale industrieller Entwicklung für Schwellen- und Entwicklungsländer konstruktiv genutzt und die Neuorganisation globaler Wertschöpfungsketten partnerschaftlich gestaltet werden. Ein diversifiziertes Netz von Handelspartnerschaften kann Resilienz steigern und durch kostengünstige Importe von Vorprodukten die Wettbewerbsfähigkeit von nachgelagerten Wertschöpfungsketten in Deutschland stärken. Ein „industriepolitischer Nationalismus“ entwickelter Volkswirtschaften, der ärmere Länder von den Entwicklungschancen durch neue Technologien ausschließt, würde sowohl dem globalen Klimaschutz als auch den Chancen für internationale Zusammenarbeit schaden. Industriepolitik braucht deshalb auch eine außenpolitische Dimension.

Dieses Kriterium gebietet sich auch aus praktischen Gründen: Die Versorgungssicherheit der europäischen Industrie ist maßgeblich von diversifizierten Handelspartnerschaften abhängig. Und auch die globalen Klimaschutzziele lassen sich nur durch kooperative Zusammenarbeit adressieren. Zudem ist der europäische Binnenmarkt zentral für die Wettbewerbsfähigkeit Europas (Draghi 2024; Letta 2024) und Koordination von industriepolitischen Maßnahmen kann deren Effektivität erhöhen (Hodge et al. 2024). Außerdem hat industriepolitische Zusammenarbeit die Basis für europäische Integration und damit die Sicherung des Friedens in Europa gelegt (Kapitel 2.2). Zukunftsfähige Industriepolitik darf dies nicht gefährden, wenn ihr Ziel die langfristige Sicherung von Wohlstand und gutem Leben für alle im Rahmen der freiheitlich-demokratischen Grundordnung ist.

**KONKRET:** In der EU sind nationale staatliche Beihilfen unter bestimmten Bedingungen, insbesondere wenn sie die Transformation zur Klimaneutralität unterstützen, erlaubt. Dennoch können

sie zu Verzerrungen im Binnenmarkt führen und es kann die Wahrnehmung entstehen, dass wirtschaftsstarke Mitgliedstaaten wie Deutschland mit Subventionen für die eigene Industrie andere übervorteilen. Vor diesem Hintergrund sind Finanzierungsinstrumente auf europäischer Ebene zu stärken (Tagliapietra, Veugelers und Zettelmeyer 2023). Bei europaweiten Ausschreibungen können zudem Effizienzvorteile realisiert werden. Dies illustrieren beispielsweise die Erfolge der Ausschreibungen der Europäischen Wasserstoffbank, die gleichzeitig durch die „auctions-as-a service“ nationalen Interessen bei der Förderung von Wasserstoffproduktion Raum lassen.

### 5. Fördert Wettbewerb:

*Zukunftsfähige Industriepolitik ermöglicht es, dass Unternehmen in einem dynamischen Wettbewerb stehen, in dem innovative neue Akteure sich einbringen können.*

Zukunftsfähige Industriepolitik darf nicht zu einer Zunahme von Machtkonzentration im Markt führen – auch wenn sie übergangsweise strategische Wirtschaftsbereiche schützt oder aufbaut. Sie sollte möglichst wenig in den Wettbewerb eingreifen, um Anreize für Innovation und Kostensenkung nicht zu schmälern, und dazu beitragen, dass Wettbewerb in neuen Märkten entstehen kann.

Zukunftsfähige Industriepolitik muss zwar Marktversagen adressieren, es drohen jedoch Ineffizienzen durch Regierungsversagen, insbesondere dann, wenn politische und kapazitive Rahmenbedingungen nicht hinreichend erfüllt sind (Kapitel 3.8). Funktionierender Wettbewerb ist Treiber von Innovation und Produktivität und damit auch der Wettbewerbsfähigkeit der Industrie (Kapitel 2.1). Industriepolitische Maßnahmen haben immer auch Einfluss auf die Wettbewerbsbedingungen. Es gilt deshalb, Verzerrungen des Wettbewerbs so weit wie möglich zu vermeiden.

**KONKRET:** Verschiedene Instrumente auf europäischer und nationaler Ebene sollen dazu beitragen, die Koordinationsprobleme beim Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft zu lösen und so Wettbewerb in einem neuen Markt entstehen zu lassen

(siehe auch Kapitel 0). Sie ermöglichen es den beteiligten Akteuren, ihre Beiträge zu einem neuen System zu liefern, bevor das Gesamtsystem vollständig ist und funktioniert. Beispielsweise trägt die koordinierte Planung von Pipeline-Netzen für den Wasserstofftransport (Wasserstoffkernnetz) und ein Finanzierungsmodell für dessen Aufbau dazu bei, die physische Grundlage für den Transport und damit für den Handel mit Wasserstoff überhaupt erst zu schaffen. Die Unterstützung von Wasserstoffnutzung (z. B. durch die Stahlindustrie) kann eine verlässlichere Nachfrage schaffen, während Förderinstrumente die Produktion von grünem Wasserstoff im Inland und im Ausland anreizen (z. B. die Ausschreibungen der European Hydrogen Bank<sup>1</sup> oder der H2Global Stiftung<sup>2</sup>). Auf diese Weise wird Wettbewerb in einem Markt möglich gemacht, der andernfalls nicht entstehen würde. Beim Design der einzelnen Instrumente muss darauf geachtet werden, dass sie für neue ebenso wie für etablierte Unternehmen offen sind. Die einzelnen Instrumente können zusätzlich durch bestimmte Designelemente wie Ausschreibungen Wettbewerb unter Unternehmen erzeugen.

## 8. Setzt öffentliche Mittel effizient ein:

*Zukunftsfähige Industriepolitik erreicht mit möglichst wenig staatlichen Mitteln einen möglichst großen Nutzen in Bezug auf die verfolgten politischen Ziele.*

Staatliche Mittel für zukunftsfähige Industriepolitik sind absehbar knapp. Das Design von Förderinstrumenten sollte effizient sein, also Anreize für niedrige Inanspruchnahme von öffentlichen Mitteln bieten und Mitnahmeeffekte vermeiden. Zukunftsfähige Industriepolitik muss mit knappen öffentlichen Mitteln private Investitionen hebeln. Deshalb sollten nur Bereiche gefördert werden, die absehbar langfristig unabhängig von staatlichen Subventionen im internationalen Wettbewerb bestehen können.

Wie in Kapitel 3.3 beschrieben, besteht in Deutschland ein erheblicher Investitionsstau. Zusätzlich werden öffentliche Mittel angesichts geopolitischer

Herausforderungen zunehmend auch für sicherheitspolitische Investitionen benötigt werden. Eine effiziente Verwendung knapper Mittel ist deshalb geboten. Eine Verwendung von effizienten, wettbewerblich orientierten Mechanismen beugt auch dem Risiko vor, dass Industriepolitik durch politische Einflussnahme von Einzelinteressen ausgenutzt wird.

**KONKRET:** Subventionen sollten mit klaren „Verfallsdaten“ versehen sein. Sie sollten auslaufen, wenn ihr Zweck erfüllt ist – so ist etwa die Laufzeit von Klimaschutzverträgen klar auf einen bestimmten Zeitraum begrenzt. Auch im Fall des Scheiterns von Projekten muss die Förderung enden (Halle-gatte, Fay und Vogt 2013). Effizientes Design von Förderinstrumenten kann beispielsweise erreicht werden durch wettbewerbliche Ausschreibungen, dynamische/gleitende Prämien, die nur die jeweils aktuell vorliegende Kostendifferenz ausgleichen, oder Absicherungsinstrumente, die im besten Fall gar nicht oder nur zu geringen Anteilen abgerufen werden. Ein Beispiel hierfür ist das nun eingeführte Amortisationskonto für das aufzubauende Wasserstoffnetz. Es sorgt für eine zeitliche Verteilung der Mehrkosten und wird durch staatliche Mittel abgesichert.

## 7. Ist auf sektorale Dynamiken abgestimmt:

*Zukunftsfähige Industriepolitik orientiert sich an den jeweiligen sektorspezifischen Herausforderungen*

Zukunftsfähige Industriepolitik basiert auf einem umfassenden Verständnis der zu unterstützenden Branchen und Sektoren, berücksichtigt Unterschiede in Bezug auf ihre spezifischen Bedürfnisse, Fähigkeiten und Möglichkeiten und orientiert sich an ihren Stärken. Beim Design von industriepolitischen Maßnahmen für die Transformation werden die relative Position des jeweiligen Sektors innerhalb globaler Wertschöpfungsketten und seine künftige Rolle in einer klimaneutralen Wirtschaft berücksichtigt (Allan und Nahm 2024).

Die optimale Arbeitsteilung zwischen öffentlichen und privaten Akteuren variiert je nach den bestehenden technologischen „capabilities“, der strategischen

1 [https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-systems-integration/hydrogen/european-hydrogen-bank\\_en](https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-systems-integration/hydrogen/european-hydrogen-bank_en).  
2 <https://www.h2-global.org/>.

Bedeutung der Branche, auch für Resilienz und Souveränität, und der Struktur der globalen Wertschöpfungskette. In Deutschland gehört die besondere Situation des Mittelstands zu den strukturellen Faktoren, die in besonderem Maße berücksichtigt werden müssen.

Zudem können zu verschiedenen Zeitpunkten in der Transformation unterschiedliche Maßnahmen sinnvoll sein: Wenn Unternehmen neue Technologien entwickeln oder als Pioniere umsetzen, geht dies mit einer hohen Unsicherheit einher. In diesem Fall sind industriepolitisch „offenere“ Strategien mit ausreichend Handlungsspielraum sowie Unterstützung für proaktive Firmen notwendig. Wenn es dagegen um einen technologischen Aufholprozess heimischer Industrien im internationalen Wettbewerb geht, in dem die Richtung bereits klar ist, können die notwendigen Maßnahmen zielgerichtet von der öffentlichen Hand orchestriert werden (Andreoni 2022).

**KONKRET:** Die Europäische Batterieallianz stellt ein Beispiel für Letzteres dar. Europäische Industrieunternehmen sollten gezielt entlang der gesamten, globalen Batteriewertschöpfungskette positioniert und Produktionsanlagen auf europäischem Territorium unterstützt werden. Es existieren klare Vorstellungen und Ziele, die durch ein breites Set an staatlichen Maßnahmen unterstützt werden. Die öffentliche Hand – in Gestalt der EU und der Mitgliedstaaten – fungiert dabei als zentraler Orchestrator eines kollaborativen Prozesses, an dem zahlreiche Unternehmen beteiligt sind. Dies rührt daher, dass die technologische Unsicherheit im Sektor vergleichsweise gering ist und der Aufbau eines heimischen Ökosystems aufgrund höherer Koordinationsanforderungen zwischen verschiedenen Sektoren und Regionen durch eine aktivere Rolle des Staates begünstigt wird (Allan und Nahm 2024).

## 8. Ist verlässlich und konsistent:

*Zukunftsfähige Industriepolitik ist auf langfristige Ziele ausgerichtet, sucht Synergien zwischen unterschiedlichen Zielen und positioniert sich im Fall möglicher Zielkonflikte klar und nachvollziehbar.*

Zukunftsfähige Industriepolitik ist eingebettet in eine übergeordnete Strategie und verfolgt langfristige Ziele. Einzelne politische Maßnahmen sollten sich komplementär zueinander verhalten und nicht im Widerspruch zueinander stehen. Wo möglich, sollten sowohl einzelne Instrumente als auch der Policy Mix insgesamt unterschiedliche politische Ziele berücksichtigen und Synergien zwischen diesen Zielen nutzen. Wenn Zielkonflikte zwischen unterschiedlichen Zielen nicht auflösbar sind, trifft sie nach systematischer Abwägung Entscheidungen und macht ihre Gründe nachvollziehbar.

Sie schafft stabile Rahmenbedingungen und Planbarkeit für die wirtschaftlichen Akteure. In bestimmten Fällen kann sie politische Unsicherheit reduzieren und die Grundlage für transformative Investitionen schaffen, indem sie technologische Korridore vorgibt. Innerhalb dieser Korridore sollten jedoch (Förder-) Instrumente so ausgestaltet sein, dass Wettbewerb Anreize für weitere Innovation und Kostensenkungen schafft. Eine zukunftsfähige Industriepolitik muss die Effektivität ihrer Instrumente reflektieren und aus Erfahrungen lernen, dabei aber die strategischen Ziele im Blick behalten (siehe Kriterium 9 „Arbeitete transparent und partizipativ“).

In Kapitel 3.4 legen wir dar, welches zentrale Problem Unsicherheit für notwendige Investitionsentscheidungen und damit für den Erfolg der Industrietransformation insgesamt darstellt. Industriepolitik kann und muss diese Unsicherheit reduzieren.

**KONKRET:** Über den seit 2021 gültigen linearen Minderungspfad setzt der europäische Emissionshandel (European Union Emissions Trading System, EU ETS) sehr langfristige und konsistente Rahmenbedingungen für die Transformation der Industrie. Die Anzahl der ausgegebenen Zertifikate sinkt jährlich um 4,3 Prozent und ab 2028 sogar um 4,4 Prozent. Dadurch ist klar definiert, dass im Jahr 2038 die letzten neuen Zertifikate auf den Markt kommen werden. Diese langfristige Perspektive gibt den Unternehmen einen klaren zeitlichen Horizont, in dem der Ausstieg aus konventionellen fossilen Technologien geschafft sein muss. Um negative Auswirkungen auf die Wettbewerbsfähigkeit der Industrie zu begrenzen, wird insbesondere

an Unternehmen aus Branchen, die in besonderem Maße internationaler Konkurrenz ausgesetzt sind, ein Teil der Zertifikate kostenfrei zugeteilt. Ab 2026 werden diese Freizuteilungen schrittweise reduziert und stattdessen der europäische CO<sub>2</sub>-Grenzausgleichsmechanismus (Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM) schrittweise eingeführt.

### 9. Arbeit transparent und partizipativ:

*Zukunftsfähige Industriepolitik ist das Ergebnis eines gesellschaftlichen Diskussionsprozesses, in dem Ziele und Maßnahmen mit den beteiligten Akteuren und betroffenen Bürger:innen diskutiert werden.*

Zukunftsfähige Industriepolitik braucht die Mitarbeit der beteiligten Stakeholder (Politik und Verwaltung, Unternehmen, Gewerkschaften, Verbände, Wissenschaft, zivilgesellschaftliche Organisationen usw.). Dadurch werden zum einen die Diskussion über Zielsetzungen von Industriepolitik sichergestellt und breite Unterstützung für Entscheidungen und Abwägungen im Fall von Zielkonflikten ermöglicht. Zum anderen ist das spezifische Wissen der beteiligten Stakeholder notwendig, um ein möglichst vollständiges Bild über die Wirkung bestimmter Maßnahmen bzw. verschiedener Ausgestaltungsmöglichkeiten von Maßnahmen zu bekommen und Lösungen für komplexe Probleme zu finden (Aiginger und Rodrik 2020; Juhász und Lane 2023; Mazzucato, Kattel und Ryan-Collins 2020) policymakers have debated the merits of industrial policy (IP). Eine transparente Kommunikation ist zudem eine notwendige Voraussetzung für eine breite gesellschaftliche Akzeptanz.

Wenn das übergeordnete Ziel von Industriepolitik die Sicherung von Wohlstand und gutem Leben im Rahmen der freiheitlich-demokratischen Grundordnung ist, bedeutet dies auch, dass Industriepolitik selbst demokratischen Prinzipien und Werten folgen muss. Transparenz und partizipative Prozesse erhöhen die demokratische Legitimität von industriepolitischen Instrumenten und schützen sie gleichzeitig gegen populistische Angriffe. Darüber hinaus dient dieses Kriterium auch als Schutz gegen die Gefahr, dass Einzelinteressen industriepolitische Instrumente zu ihren Gunsten ausnutzen (vgl. Kapitel 3.8).

**KONKRET:** Während in der Politikgestaltung zur Industrietransformation der Dialog mit organisierten Stakeholdern sowohl auf nationaler als auch auf europäischer Ebene etabliert ist, ist das Wissen in der Bevölkerung zur Industrietransformation – beispielsweise zu Wasserstoff und Combined Charging System (CCS) – noch gering und Gefahrenwahrnehmung und Protestpotenzial der lokalen Bevölkerung bei Infrastrukturvorhaben werden noch unzureichend adressiert. Ein mögliches Format, um diese Lücke zu schließen, können beispielsweise Bürgerräte sein. Bürgerräte ermöglichen eine breite Partizipation und bieten ein Forum für Reflexion und den Austausch unterschiedlicher Ansichten (ggf. nach vorheriger Information durch externe Expert:innen), wobei die gemeinsame Willensbildung gegenüber der Willensbekundung im Vordergrund steht. Sie ermöglichen dennoch Beteiligung am politischen Prozess und können dem Gefühl des Nicht-gehört-Werdens und Abgehängt-Seins entgegenwirken (Mau 2024).

### 10. Ist pragmatisch und lernt aus Fehlern:

*Zukunftsfähige Industriepolitik ist flexibel, reagiert auf neue Entwicklungen und lernt aus Fehlern.*

Die Auswirkungen einer industriepolitischen Intervention sollten im Vorfeld soweit möglich abgeschätzt und die Argumente für und gegen unterschiedliche Optionen breit diskutiert werden (Kriterium 7). Allerdings wird es niemals möglich sein, alle möglichen Folgen vorab genau zu verstehen und alle Zielkonflikte aufzulösen – dafür sind die Zusammenhänge zu komplex, die Zahl der möglichen Entwicklungspfade und die damit verbundenen Unsicherheiten zu groß und Veränderungsprozesse zu vielfältig und schnell. Entsprechend kann Industriepolitik nur mit einer gewissen Fehlertoleranz gelingen. Sie muss auf neue Erkenntnisse, Innovationen und Veränderungen des Wettbewerbsumfelds reagieren können und braucht die Möglichkeit für Nachsteuern und Korrekturen auf der Basis regelmäßiger Überprüfung und Evaluierung. Wenn diese Voraussetzungen gegeben sind, muss und darf sie pragmatisch sein, Prioritäten setzen und bereit sein, Instrumente und Maßnahmen auszuprobieren und Risiken einzugehen. Industriepolitik scheitert nicht, wenn einzelne Instrumente nicht die gewünsch-

ten Ergebnisse liefern, sondern wenn sie solche Fehler nicht schnell genug erkennt, aus ihnen lernt und die Instrumente verbessert.

Dieses Kriterium begründet sich direkt aus der Tatsache, dass es sich bei der Industrietransformation um die Transformation komplexer Systeme handelt (Kapitel 3.6). Die Wirkung von industriepolitischen Maßnahmen ist deshalb nicht vollständig vorhersehbar. Es braucht deshalb ein gewisses Maß an experimenteller Governance (Sabel und Zeitlin 2012), um die Wirkung von Maßnahmen zu erproben und dann zielgerichtet nachzujustieren.

**KONKRET:** Gerade dort, wo Industriepolitik gezielt und aus strategischen Gründen Förderung oder De-Risking für Projekte zur Verfügung stellt, die ohne diese Unterstützung aufgrund hoher Unsicherheiten nicht finanzierbar wären, kann nicht ausgeschlossen werden, dass diese Projekte dennoch letztendlich nicht verwirklicht werden. Dies ist beispielsweise eine von mehreren möglichen Entwicklungen bei der Förderung der Vorhaben für Direktreduktionsanlagen in der deutschen Stahlindustrie durch das Bundeswirtschaftsministerium (BMWK). Dennoch kann der Versuch einer Förderung sinnvoll sein - solange sichergestellt ist, dass die öffentlichen Mittel im Fall der Nichtumsetzung nicht verloren sind.

# 5 Die industriepolitische Landschaft in Deutschland und der EU

Aktuell erfährt Industriepolitik angesichts wachsender geopolitischer Rivalitäten besondere politische Aufmerksamkeit, sowohl auf deutscher als auch auf europäischer Ebene. Politiker:innen ringen um die richtigen industriepolitischen Antworten, um vor dem Hintergrund wachsender Herausforderungen die Wettbewerbsfähigkeit der Industrie zu stützen und gleichzeitig die notwendige Transformation voranzutreiben. Neue Ansätze müssen sich dabei mit bestehenden Strategien auseinandersetzen und Wechselwirkungen mit etablierten Instrumenten mit industriepolitischer Wirkung berücksichtigen. Dieses Kapitel gibt einen kursorischen Überblick über die bestehende industriepolitische Landschaft. Dies ermöglicht es, die in Kapitel 6 vorgestellten Fallstudien in den größeren Kontext einzuordnen und bietet Anknüpfungspunkte für die abschließende Einordnung der Ergebnisse dieser Studie.

## 5.1 Industriepolitische Strategien und Ziele

Bereits kurz nach ihrer Wahl zur Präsidentin der EU-Kommission im Jahr 2019 hat Ursula von der Leyen den sogenannten *European Green Deal* ausgerufen und damit das Ziel festgelegt, Europa bis 2050 zum ersten klimaneutralen Kontinent zu machen (EC 2019a). Der Europäische Grüne Deal ist ein umfassendes Maßnahmenpaket mit dem Ziel, die europäische Wirtschaft in eine nachhaltige und ressourcenschonende Wirtschaft zu transformieren (JRC 2025). Dies bedeutete einen Paradigmenwechsel: Statt auf kurzfristige Wachstumsziele wird der Fokus auf langfristige Nachhaltigkeit gelegt. Neben den ambitionierten Zielen für den Klimaschutz und den Ausbau erneuerbarer Energien wurde im Rahmen des Green Deal auch der sogenannte *Just Transition Mechanism* (JTM) ins Leben gerufen, um Kohleregionen und Regionen mit besonders hoher Konzentration CO<sub>2</sub>-intensiver Industrien bei der Abfederung der strukturellen Auswirkungen

der Dekarbonisierung auf regionaler Ebene zu unterstützen.

Das vielleicht wichtigste industriepolitische Element des European Green Deal ist der sogenannte *Net-Zero Industry Act* (NZIA). Dieses Gesetz definiert Ziele für strategische Net-Zero-Technologien. Bis 2030 sollen 40 Prozent des europäischen Bedarfs an diesen Net-Zero-Technologien durch europäische Produktion gedeckt werden und bis 2040 soll Europa 15 Prozent der globalen Produktion stellen, solange dies den Bedarf in Europa nicht stark übersteigt. Um dies zu erreichen, zielt der NZIA darauf ab, die Rahmenbedingungen für Investitionen zu verbessern. Dazu sollen etwa Genehmigungsverfahren für neue Produktionsanlagen vereinfacht und beschleunigt werden, unter anderem durch die Schaffung von sogenannten *Net Zero Valleys*, in denen sich Unternehmen aus verschiedenen Bereichen der Wertschöpfungskette ausgesuchter Net-Zero-Technologien zusammenschließen können. Darüber hinaus will der NZIA die Nachfrage nach Net-Zero-Technologien stärken, etwa über öffentliche Beschaffung. Auch Innovationsförderung in Reallaboren und die Stärkung der Ausbildung von Fachkräften sind Teil des NZIA. Neue finanzielle Anreize werden dagegen nicht gesetzt (EC 2024d).

Der NZIA soll dazu beitragen, die Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Industrie zu stärken, neue Arbeitsplätze zu schaffen und die Abhängigkeit von Energieimporten zu verringern. Durch ein attraktives Investitionsumfeld soll Europa zum weltweit führenden Standort für klimaneutrale Technologien werden.

Mit ihrer Wiederwahl hat die EU-Kommissionspräsidentin nun ein neues Programm für Europa angekündigt: den *Clean Industrial Deal* (von der Leyen 2024). Dieser soll verstärkt den Fokus auf die Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Industrie legen, dabei aber gleichzeitig die Ziele des Europäischen Green Deal weiter stärken. Zu diesem Zweck wurde bei-

spielsweise der sogenannte *Industrial Decarbonization Accelerator Act* angekündigt. Industriepolitik wird damit zweifelsohne ein politischer Schwerpunkt der neuen EU-Kommission werden.

Auch auf Ebene des Bundes gibt es eine aktuelle industriepolitische Strategie (BMWK 2023a). Vor dem Hintergrund des Russischen Angriffskriegs in der Ukraine und den sich daraus ergebenden tiefgreifenden Veränderungen auf den Energiemärkten veröffentlichte Bundeswirtschaftsminister Robert Habeck im Oktober 2023 eine Strategie mit dem Titel „Industriepolitik in der Zeitenwende“. Darin wird das Ziel formuliert, Deutschland als starken Industriestandort, einschließlich seiner Grundstoffindustrie, in Zeiten des Umbruchs zu erhalten und gleichzeitig zum Schlüsselstandort für Zukunftsindustrien von der Halbleiterindustrie bis hin zu Transformationstechnologien zu entwickeln. Die Strategie umfasst drei Kernkomponenten:

- **Stärken, was Deutschland wettbewerbsfähig macht:** Dieser Bereich umfasst verschiedene horizontale Maßnahmen zur Sicherung und Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie. Dazu gehören Energieversorgung, Digitalisierung und Gewinnung qualifizierter Fachkräfte. Der Ausbau der Infrastruktur wird vorangetrieben und bürokratische Hürden sollen abgebaut werden.
- **Aufbauen, was Deutschland sicher macht:** Diese Komponente konzentriert sich auf die Diversifizierung der Handelsbeziehungen, die Stärkung der Mikroelektronikindustrie und den Aufbau von Produktionskapazitäten für Transformationstechnologien wie erneuerbare Energien und Batterien. Ziel ist es, die wirtschaftliche Sicherheit zu erhöhen, die Versorgung mit wichtigen Gütern zu sichern und die Abhängigkeit von einzelnen Lieferländern zu reduzieren.
- **Erneuern, was Deutschland stark macht:** Dieser Bereich fokussiert auf den Übergang zu klimaneutralen Produktionsprozessen. Die Bundesregierung setzt dabei auf den EU-Emissionshandel

(EU-ETS), dessen Wirkung durch staatliche Förderprogramme, die Förderung grüner Leitmärkte<sup>3</sup> für klimafreundliche Produkte und der Einsatz von CCS-/CCU-Technologien ergänzt werden soll.

Die vollständige Umsetzung dieser Strategie wurde allerdings dadurch erschwert, dass nur wenige Wochen nach ihrer Veröffentlichung das Bundesverfassungsgericht die Umwidmung von insgesamt 60 Milliarden Euro zugunsten des *Klima- und Transformationsfonds* (KTF) für rechtswidrig erklärt hat. Die Mittel waren ursprünglich als Wirtschaftshilfen im Zuge der Coronapandemie vorgesehen und sollten in den KTF überführt werden, um damit Maßnahmen zu finanzieren, die zur Erreichung der Klimaziele beitragen. Ohne diese Mittel fehlten der Bundesregierung die Ressourcen, um die ursprünglich geplante Industriepolitik umsetzen zu können.

## 5.2 Instrumente mit industriepolitischer Wirkung

### EU-Emissionshandel (ETS)

Das Leitinstrument der europäischen Klimapolitik ist der *EU-Emissionshandel* (*European Union Emissions Trading System*, EU ETS). Und auch für die Industriepolitik ist dieses Instrument maßgeblich. Im Rahmen des EU ETS sind alle Anlagen der Energiewirtschaft und der energieintensiven Industrie dazu verpflichtet, ihre jeweiligen Emissionen zu berichten und für jede emittierte Tonne CO<sub>2</sub> ein *Emissionsberechtigungs-zertifikat* (*European Allowances*, EUA) nachzuweisen. Diese Zertifikate werden von den Mitgliedstaaten versteigert. Ein Teil der Erlöse geht dabei an die Europäische Union und speist unter anderem den *Europäischen Innovationsfonds* (siehe unten). Der größere Teil geht jedoch an die Mitgliedstaaten. In Deutschland etwa speisen die Einnahmen aus dem EU ETS den oben erwähnten *Klima- und Transformationsfonds* (KTF). Die Menge der verfügbaren Zertifikate sinkt jährlich um eine festgelegte Menge. Dieser sogenannte *lineare Reduktionspfad* ist so kalibriert, dass 2038 die letzten Zertifikate neu ausgegeben werden. Dies bedeutet, dass die Emissionen in den erfassten Sektoren bis

3 In 2023 hat die Bundesregierung einen Stakeholderprozess „Grüne Leitmärkte“ durchgeführt und daraus ein Handlungskonzept abgeleitet (BMWK 2024d). Unter anderem werden darin Standards für grünen Stahl und Zement skizziert, auf deren Basis eine Produktdifferenzierung stattfinden kann. Dies ist eine notwendige Grundlage für die Schaffung von „grünen Leitmärkten“, in denen grüne Grundstoffe höhere Preise erzielen und so die Mehrkosten für die klimafreundliche Produktion realisieren und darstellen können.

dahin praktisch auf null reduziert werden müssen (Pahle et al. 2025).

### **Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM)**

Natürlich entstehen durch den EU ETS Zusatzkosten für Unternehmen, die ihre Emissionen nicht (kurzfristig) auf technischem Wege reduzieren können. Dies kann zum Wettbewerbsnachteil werden, insbesondere für Unternehmen in Branchen, die im internationalen Wettbewerb stehen. Dadurch könnte Produktion in andere Länder abwandern, in denen keine vergleichbaren Regelungen bestehen („carbon leakage“). Aus diesem Grunde wird diesen Unternehmen bisher ein Teil der benötigten Zertifikate frei zugeteilt. Allerdings reduziert sich für die Unternehmen damit auch der Druck, in klimaschonende Prozesse zu investieren. Gleichzeitig ist die Praxis der Freizuteilungen allein dadurch begrenzt, dass es durch den linearen Reduktionspfad in naher Zukunft keine Zertifikate mehr geben wird, die den Unternehmen kostenfrei zur Verfügung gestellt werden können. Aus diesem Grund hat die EU den sogenannten *Carbon Border Adjustment Mechanism* (CBAM, *CO<sub>2</sub>-Grenzausgleichsmechanismus*) eingeführt. Dieser Mechanismus soll faire Wettbewerbsbedingungen auf dem europäischen Binnenmarkt herstellen, indem er Importeure von energieintensiven Produkten wie Stahl und Zement dazu verpflichtet, die spezifischen Emissionen der Produktion je Tonne Produkt zu berichten und ab 2026 schrittweise eine Grenzausgleichsabgabe zu zahlen, die den CO<sub>2</sub>-Kosten entspricht, die bei der Produktion eines vergleichbaren Produkts im EU-Emissionshandel angefallen wären. Im selben Maße, in dem die CBAM-Zahlungen von 2026 bis 2034 schrittweise erhöht werden, sinken die Freizuteilungen von Zertifikaten. Ab 2034 müssen Importeure dann den vollen Grenzausgleich zahlen und es gibt keine Freizuteilung von Emissionsberechtigungs-zertifikaten (EUAs) mehr für die energieintensive Industrie in der EU (UBA 2024b).

Der EU ETS steckt damit den zeitlichen Rahmen für den Transformationsprozess der europäischen Industrie ab und setzt damit klare und rechtsverbindliche Langfristziele. Dass diese Ziele wirken, zeigte unter anderem eines der Interviews der Salzgitter-Fallstudie (Kapitel 0). Dort bestätigten die Gesprächspartner:innen, dass die Revision des EU ETS ein maßgeblicher Impuls für den Transformationsprozess des Unternehmens war. In dem Moment, zu dem klar war, dass es absehbar keine frei zugeteilten und irgendwann

gar keine CO<sub>2</sub>-Zertifikate mehr geben würde, musste sich das Unternehmen mit technischen Lösungen auseinandersetzen, wie unter diesen Rahmenbedingungen die Stahlproduktion weiter möglich sein kann.

Der EU ETS setzt die Unternehmen in der EU also unter Zugzwang bei der Transformation. Gleichzeitig gibt es jedoch auch eine Reihe von Instrumenten, die Unternehmen bei der Transformation unterstützen. Allerdings sind der **Unterstützung mittels staatlicher Beihilfen in der EU enge Grenzen gesetzt**. Über Jahrzehnte war es das oberste wirtschaftspolitische Ziel in der EU, den Wettbewerb auf dem europäischen Binnenmarkt zu stärken und gleiche Bedingungen zwischen den Mitgliedstaaten zu schaffen. Deshalb schließen die Europäischen Verträge staatliche Beihilfen grundsätzlich aus. Es gibt allerdings eine Reihe von Ausnahmen, in denen die EU-Kommission solche Beihilfen dennoch genehmigt. Zu den Ausnahmen gehören etwa Förderung von Forschung und Entwicklung, Förderung von benachteiligten Regionen oder Klima-, Umwelt- und Energiebeihilfen. Letztere sind für die Umsetzung der Transformation von besonderer Relevanz.

### **Leitlinien für staatliche Klima-, Umweltschutz- und Energiebeihilfen (KUEBLL)**

Diese Leitlinien bieten einen rechtlichen Rahmen, der es den Mitgliedstaaten der Europäischen Union ermöglicht, Unternehmen bei Investitionen in umweltfreundliche Technologien und Projekte zu unterstützen, ohne den Wettbewerb im Binnenmarkt zu verzerren. Sie legen fest, unter welchen Bedingungen staatliche Beihilfen zur Förderung von Klimaschutz, Umweltschutz und Energieeffizienz gewährt werden dürfen. Sie umfassen beispielsweise Regeln für die Förderung erneuerbarer Energien, Energieeffizienzmaßnahmen und den Ausbau von Infrastruktur für saubere Energie (EC 2022a).

### **Important Projects of European Interest (IPCEL)**

Außerdem hat die EU das Instrument der sogenannten *Important Projects of Common European Interest* (IPCEI) etabliert. Es handelt sich dabei um ein Instrument der Europäischen Union, um die Entwicklung von Schlüsseltechnologien in Europa zu fördern und die Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Industrie zu stärken. IPCEIs sollen dazu beitragen, neue Technologien und Produkte zu entwickeln und auf den Markt zu bringen. Dabei sollen durch die Zusammenarbeit von Unternehmen und Forschungseinrichtungen aus

verschiedenen Ländern europäische Wertschöpfungsketten gestärkt werden. Außerdem müssen IPCEIs darauf ausgerichtet sein, die Umsetzung wichtiger europäischer Ziele wie den *Green Deal*, die *digitale Transformation* und die *strategische Autonomie Europas* zu unterstützen (EC 2021a).

### Temporary Crisis and Transition Framework

Im Zuge der Coronakrise und anschließend der durch den russischen Angriffskrieg ausgelösten Energie- und Wirtschaftskrise hat die Europäische Kommission zudem das sogenannte *Temporary Crisis and Transition Framework* verabschiedet, das den Mitgliedstaaten mehr Flexibilität bei der Gewährung staatlicher Beihilfen zumisst. Es ermöglicht es den Mitgliedstaaten, Unternehmen durch direkte Finanzhilfen, Kredite, Bürgschaften oder Steuererleichterungen zu unterstützen. Ziel ist es, die wirtschaftlichen Auswirkungen der Krise abzufedern und die Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Wirtschaft zu erhalten. Dabei müssen die Beihilfen bestimmte Kriterien erfüllen, wie beispielsweise die Verhältnismäßigkeit und die Vermeidung von Wettbewerbsverzerrungen. Der Rahmen ist zeitlich befristet und unterliegt einer regelmäßigen Überprüfung durch die Europäische Kommission (EC 2024c).

### EU-Innovationsfond

Der *EU-Innovationsfonds* fördert gezielt Forschung und Entwicklung im Bereich Klimaschutz. Gefüttert wird er durch Einnahmen aus dem EU-Emissionshandel (EU ETS, siehe oben). Mit einem Budget von rund 40 Milliarden Euro für den Zeitraum von 2020 bis 2030 unterstützt er die Entwicklung und den Einsatz innovativer Technologien, die zur Reduzierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen beitragen. Der Fonds konzentriert sich auf große Demonstrationsvorhaben, die den Weg für eine breite Anwendung neuer kohlenstoffarmer Technologien ebnen sollen. Finanziert werden beispielsweise Projekte zur Entwicklung neuer Materialien, zur effizienteren Nutzung von Energie oder zur Speicherung von CO<sub>2</sub> (EC 2024e).

Durch den EU-Innovationsfonds werden auch die Auktionen der Europäischen Wasserstoffbank zur Erzeugung von erneuerbarem Wasserstoff in der EU finanziert. Die Auktionen beruhen auf einem sogenannten *Pay-as-bid-Modell*, bei dem Wasserstoffproduzenten Gebote für eine feste Subvention pro Kilogramm erneuerbaren Wasserstoffs abgeben. Dadurch soll die Kostendifferenz zwischen fossilem und erneuerbarem Wasserstoff überbrückt und Angebot und Nachfrage nach erneuerbarem Wasserstoff verknüpft werden. In

## INFOBOX 2 Important Projects of Common European Interest (IPCEI)

Die IPCEIs wurden geschaffen, um große strategische Projekte in Europa im Einklang mit dem Beihilferecht fördern zu können. Grundsätzlich sind Beihilfen für industrielle Projekte in der EU verboten, um den Wettbewerb nicht zu verzerren. Die IPCEIs stellen daher einen Ausnahmetatbestand dar, unter dem solche Beihilfen von der EU-Kommission genehmigt werden können. Die Anforderungen sind jedoch hoch. Um als IPCEI genehmigt zu werden, muss es sich um ein zusammenhängendes europäisches Projekt von gemeinsamem europäischem Interesse handeln, das zusätzlich positive Spill-over-Effekte für den gesamten europäischen Binnenmarkt erzeugt. Außerdem müssen mindestens vier Mitgliedstaaten mit eigenen Projekten beteiligt sein, die Unternehmen müssen einen großen Teil der Projekte kofinanzieren und das IPCEI muss sich auf die Behebung von Marktversagen oder gesamtgesellschaftlichen Herausforderungen konzentrieren (BMWK 2022).

Die Ratifizierung als IPCEI auf europäischer Ebene ist jedoch noch keine hinreichende Bedingung für die Förderung, die Mitgliedstaaten müssen im Anschluss die benötigten Mittel auch zur Verfügung stellen (Europäischer Rechnungshof 2024: 52). Die Höhe der Förderung darf von den Mitgliedstaaten festgelegt werden. Dabei gilt jedoch, dass die Förderung nur die Finanzierungslücke decken und dasselbe Ergebnis nicht mit einer geringeren Förderung möglich sein darf (EC 2021b).

In den letzten Jahren wurden zehn IPCEIs in fünf Wertschöpfungsketten (Batterien, Wasserstoff, Mikroelektronik, Cloud Computing und Gesundheit) von der EU-Kommission genehmigt.

der ersten Auktionsrunde, die 2024 stattfand, blieben die Gebote deutlich unter der vorab festgelegten Obergrenze von 4,50 Euro pro Kilogramm Wasserstoff. Mitgliedstaaten können dabei das neue Instrument „Ausschreibungen als Service“ („auctions-as-a-service“) nutzen. Das Instrument erlaubt es den Mitgliedstaaten, mit nationalen Mitteln heimische Projekte zu unterstützen, die an den europaweiten Auktionen teilgenommen haben, aber dort nicht erfolgreich waren. Die Mitgliedstaaten müssen hierfür also keine erneuten Ausschreibungen durchführen (EC 2023b). Deutschland macht von dieser Möglichkeit bereits Gebrauch.

### **Critical Raw Materials Act (CRMA)**

Von besonderer industriepolitischer Bedeutung sind darüber hinaus noch der *Critical Raw Materials Act* (CRMA). Der CRMA ist ebenfalls ein Teil des European Green Deal. Er setzt einen Rechtsrahmen mit dem Ziel, die Versorgung der EU mit ausgewählten kritischen Rohstoffen zu sichern. Eine sichere und nachhaltige Versorgung mit kritischen Rohstoffen ist entscheidend für die Wettbewerbsfähigkeit europäischer Unternehmen in Branchen wie der Elektrotechnik, der Automobilindustrie und der erneuerbaren Energien. Der CRMA trägt zur Stärkung der strategischen Autonomie der EU bei, indem er die Abhängigkeit von einzelnen Lieferländern reduziert und die Widerstandsfähigkeit gegenüber Störungen in den globalen Lieferketten erhöht. Durch die Förderung von Forschung und Entwicklung im Bereich Rohstoffgewinnung, -verarbeitung und -recycling soll der CRMA Innovationen in diesen Bereichen stimulieren. Ein Fokus liegt dabei auf der nachhaltigen Nutzung von Rohstoffen und der Förderung der Kreislaufwirtschaft (EC 2024g).

### **Ecodesign for Sustainable Products Regulation (ESPR)**

Weiterhin ist die Ökodesign-Verordnung für nachhaltige Produkte (*Ecodesign for Sustainable Products Regulation*, ESPR) besonders relevant für die Transformation der Industrie. Die ESPR ersetzt die bisherige Ökodesign-Richtlinie und weitet ihren Anwendungsbereich erheblich aus. Ziel der ESPR ist es, die ökologische Nachhaltigkeit von Produkten über ihren gesamten Lebenszyklus hinweg zu verbessern. Im Fokus stehen dabei Aspekte wie Ressourceneffizienz, Langlebigkeit, Reparaturfähigkeit und Recycling. Die Verordnung verpflichtet Hersteller, bei der Entwicklung neuer Produkte bereits in der Designphase ökologische Aspekte zu berücksichtigen. Dadurch sollen

nicht nur die Umweltbelastungen verringert, sondern auch neue Geschäftsmodelle und Märkte für nachhaltige Produkte geschaffen werden. Anders als ihre Vorgänger-Richtlinie beschränkt sich die ESPR nicht auf Konsumgüter, sondern soll auch auf Grundstoffe angewendet werden. So läuft derzeit der Prozess für die Entwicklung von Ökodesign-Vorgaben für Stahl. Dies wiederum kann langfristig erheblichen Einfluss darauf haben, welcher Stahl mit welchen spezifischen Emissionen in der EU zukünftig in Verkehr gebracht werden kann. Neben Stahl sollen auch Aluminium und verschiedene chemische Grundstoffe adressiert werden (EC 2024b).

Auch auf der Ebene des Bundes gibt es eine Reihe von teilweise sehr innovativen industriepolitischen Instrumenten. Aufgrund der engen Grenzen des europäischen Beihilferechts sind diese jedoch nicht losgelöst von den europäischen Instrumenten, sondern nutzen die oben skizzierten rechtlichen Spielräume etwa im Rahmen der Important Projects of Common European Interest (IPCEIs) oder der *Leitlinien für staatliche Klima-, Umweltschutz- und Energiebeihilfen* (KUEBLL).

### **Klimaschutzverträge**

Ein innovatives industriepolitisches Instrument des Bundes sind die sogenannten *Klimaschutzverträge*. Das Instrument wurde von der EU Kommission im Rahmen der KUEBLL beihilferechtlich genehmigt (EC 2024f). Bei Klimaschutzverträgen schließt der Staat mit einzelnen Unternehmen einen Vertrag, in dem er dem Unternehmen die Übernahme von Mehrkosten gegenüber einem festgelegten CO<sub>2</sub>-Preis für 15 Jahre garantiert. Der Staat zahlt dem Unternehmen die Differenz zwischen dem vereinbarten Grenzpreis je Tonne CO<sub>2</sub> und dem tatsächlichen gehandelten CO<sub>2</sub>-Preis des EU ETS (European Union Emissions Trading System). Sollte der CO<sub>2</sub>-Börsenpreis über den vereinbarten Preis steigen, zahlt umgekehrt das Unternehmen den Überschuss an den Staat. Die Unternehmen werden dabei über ein Gebotsverfahren ausgewählt. Zum Zuge kommen Unternehmen, die den niedrigsten Preis je eingesparte Tonne CO<sub>2</sub> bieten. Im Herbst 2024 wurde die erste Runde Klimaschutzverträge mit einem finanziellen Volumen von vier Milliarden Euro verabschiedet.

### **Amortisationskonto**

Für den Aufbau des Wasserstoffnetzes hat die Bundesregierung im Jahr 2024 ein weiteres innovatives Instrument umgesetzt – das sogenannte

*Amortisationskonto.* Bei Netzinfrastruktur handelt es sich in Deutschland um ein reguliertes Monopol. Die Netzbetreiber können dabei die Kosten für den Netzaufbau und Betrieb auf die Nutzer umlegen. Die Herausforderung beim Aufbau des Wasserstoffnetzes besteht darin, dass insbesondere zu Beginn sehr hohe Kosten anfallen, die nur auf eine sehr kleine Gruppe von Nutzern umgelegt werden können. Für die ersten Nutzer wären die Kosten prohibitiv teuer. Mit dem Amortisationskonto wurde ein Mechanismus geschaffen, um die Kosten des Netzausbaus zeitlich zu verteilen. Über einen Kredit werden die hohen Anfangskosten der Netzbetreiber finanziert, gleichzeitig aber die Netzentgelte auf ein wirtschaftlich darstellbares niedriges Niveau begrenzt. Sobald eine hinreichend große Anzahl an Nutzern am Wasserstoffnetz teilnimmt, wird der Kredit über höhere Netzentgelte abgelöst. Es handelt sich also gewissermaßen um eine Zwischenfinanzierung. Der Staat gibt hier keine direkten finanziellen Beihilfen, hat aber eine Garantie für den Kredit aufgenommen, für den Fall, dass das Amortisationskonto aus unvorhergesehenen Gründen bis 2055 nicht ausgeglichen sein sollte (BMWK 2024h).

#### **Bundesförderung Industrie und Klimaschutz**

Bei der *Bundesförderung Industrie und Klimaschutz* werden Unternehmen gefördert, die in die Dekarbonisierung von Produktionsprozessen investieren. Dabei können Unternehmen bis zu 30 Millionen Euro für bis zu 40 Prozent der förderfähigen Kosten erhalten. Wenn durch die Maßnahme direkte Emissionen vollständig eliminiert werden, werden sogar bis zu 50 Prozent der förderfähigen Kosten übernommen. Bei Projekten im Bereich Elektrifizierung von Industrieprozessen oder Umstellung auf Wasserstoff sind noch größere Projekte bis zu 200 Millionen Euro Förderung für maximal 30 Prozent der förderfähigen Kosten möglich. In einer weiteren Säule des Programms fördert der Bund industrielle Forschung mit bis maximal 35

Millionen Euro, experimentelle Entwicklung mit bis zu 25 Millionen Euro und Machbarkeitsstudien bis zu einer Höhe von 8,25 Millionen Euro (KEI 2024).

Auch an verschiedenen *IPCEIs* beteiligt sich die Bundesregierung. Alle drei nachfolgenden Fallstudien sind hierfür Beispiele.

Die hier dargestellten Strategien und Instrumente geben einen Überblick über das Spektrum der industriepolitischen Instrumente. Dieser Überblick erhebt jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit, dies würde den Rahmen dieser Studie sprengen. Zudem gibt es auch auf subnationaler Ebene diverse industriepolitische Initiativen, die einen Beitrag im politischen Mehrebenensystem leisten. Diese hier aufzulisten würde ebenfalls den Rahmen sprengen. Es wird jedoch auch so deutlich, dass bereits heute ein stark ausdifferenzierter Instrumentenmix besteht. Zudem unterliegt das Politikfeld einer hohen Dynamik. Die oben beschriebenen Instrumente auf Bundesebene sind erst im vergangenen Jahr gestartet. Auch auf Ebene der EU deutet sich an, dass mit dem *Clean Industrial Deal* das industriepolitische Portfolio stark weiterentwickelt wird. Beides führt auch dazu, dass eine Evaluierung des Policy Mix kaum möglich ist, denn viele der Instrumente sind zu jung, um schon Rückschlüsse auf ihre Wirksamkeit ziehen zu können.

Andererseits besteht bei der erheblichen politischen Dynamik die Gefahr, dass die Instrumente nicht oder schlecht aufeinander abgestimmt werden, es zu Ineffizienzen kommt oder bestimmte Aspekte der Transformation nur unzureichend adressiert werden. Die oben entwickelten zehn Kriterien für zukunftsfähige Industriepolitik sollen dazu dienen, in dieser dynamischen politischen Debatte den Überblick zu behalten. Die drei nachfolgenden Fallstudien zeigen, wie die Kriterien in der praktischen Anwendung Orientierung geben.

## 6 Fallstudien

### 6.1 Einleitung

Die in Kapitel 4 entwickelten Kriterien sollen dabei helfen, die Diskussion zur Industriepolitik zu strukturieren, die zugrunde liegenden normativen Ziele transparent zu machen, Zielkonflikte zu erkennen und abzuwägen und die politischen Interventionen so zu gestalten, dass sie im komplexen Mehrebenensystem funktionieren können. Um die aus der Theorie heraus entwickelten Kriterien zu testen und zu validieren, werden sie in diesem Kapitel auf drei konkrete Fallstudien angewandt.

Damit wird einerseits gezeigt, dass die Kriterien anwendbar sind auf konkrete Instrumente, und andererseits, dass es möglich ist, mithilfe der Kriterien Zielkonflikte in konkreten Fällen sichtbar zu machen und Abwägungen transparent zu machen. Dabei werden vielversprechende Projekte für eine zukunftsfähige Transformation der Industrie betrachtet und die Rolle des industriepolitischen Werkzeugkastens für ihren Erfolg aufgearbeitet.

Dafür wurden drei Fallstudien ausgewählt, die sowohl regional als auch sektoral eine große Bandbreite abdecken:

- Förderung des europäischen Batterieökosystems am Beispiel der Kathodenfabrik von BASF in Schwarzheide in der Lausitz,
- Aufbau des Wasserstoffmarkts in Niedersachsen und NRW am Beispiel von GET H2,
- Transformation der Stahlproduktion am Beispiel des Projekts SALCOS der Salzgitter AG in Salzgitter.

Beim Aufbau eines europäischen Batterieökosystems wird das Ziel verfolgt, in einem bereits etablierten internationalen Markt von außereuropäischen Importen unabhängiger zu werden, eine heimische Industrie aufzubauen und damit technologisch insbesondere

gegenüber China aufzuholen und wettbewerbsfähiger zu werden. Die Kathodenfabrik in Schwarzheide wird dabei in einer strukturschwachen Region aufgebaut, die durch den Kohleausstieg besonders betroffen und einem Strukturwandel unterworfen ist.

Beim Aufbau von Wasserstoffinfrastruktur im Projekt GET H2 geht es darum, einen Markt für ein gänzlich neues Produkt zu schaffen, bei dem wirtschaftlicher Handel aktuell noch gar nicht möglich ist. Geographisch ist das Projekt eingebettet in eine Industrieregion, in der die zukünftige Nachfrage von Wasserstoff, aber auch die Erzeugung durch die regional bestehende Grundstoffindustrie erwartbar ist.

Dagegen steht in der Stahlindustrie die Transformation an den schon bestehenden Standorten im Fokus.

Dabei sollen die Industriestandorte und -arbeitsplätze erhalten bleiben und müssen gleichzeitig neue, emissionsärmere Produktionslinien aufbauen. Alle vier Primärstahl Standorte in Deutschland haben eine Förderung zum Aufbau von klimaneutralen Produktionskapazitäten bekommen. Das Projekt SALCOS wurde ausgewählt, weil es das erste war, das die Förderzusage bekommen hatte und auch mit dem geplanten Produktionsstart Anfang 2026 Vorreiter ist.

Durch die Unterschiede in der Zielsetzung der Projekte und damit auch der verschiedenen Förderungen sowie in den unterschiedlichen Bedingungen in den Sektoren (Aufbau von neuen Technologien, Aufholen im internationalen Wettbewerb, Transformation bestehender Industrie) und Regionen werden in den Fallstudien unterschiedliche Prioritäten in Bezug auf die Kriterien sichtbar.

Allen Fallstudien ist gemeinsam, dass sie sich noch in der Umsetzung befinden und demnach nicht abschließend ex post bewertet werden können. Außerdem steht bei allen drei Fallstudien ein Förderinstrument im Fokus der Fallstudie, bei den ersten beiden Fallstudien sind dies Förderungen im Rahmen der Important Projects of Common European Interest (IPCEIs), während

das SALCOS-Projekt zwar auch im Rahmen eines IPCEIs startete, aber letztlich unter den Leitlinien für staatliche Klima-, Umweltschutz- und Energiebeihilfen (KUEBLL) gefördert wurde.

Die konkreten Bedingungen für die Projekte lassen sich aber nicht nur durch die reine Förderung erklären, sondern befinden sich immer im Wirkungsfeld der gesamten industriepolitischen und wirtschaftspolitischen Rahmenbedingungen. Daher wird auch die Wirkung des allgemeinen Policy Mixes auf die Projekte betrachtet.

Für die Erstellung der Fallstudien wurde die bestehende Literatur – wissenschaftliche Studien, regionalpolitische Programme und Berichte – ausgewertet. Ergänzt wurde dies mit Informationen aus semistrukturierten Interviews mit Vertreter:innen der Projekte, der Wissenschaft sowie der Politik. Da wir den Interviewpartner:innen Anonymität zusicherten, werden die Aussagen der einzelnen Interviews im Folgenden unter zufälligen Pseudonymen wiedergegeben. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die verschiedenen Interviewpartner:innen für die Fallstudien.

## 6.2 BASF

### 6.2.1 Einleitung

Am Standort Schwarzheide in der Lausitz hat BASF eine neue Produktionsanlage für Kathodenmaterialien gebaut, die im Juni 2023 in Betrieb ging. Zusätzlich ist eine Recyclinganlage für Schwarze Masse<sup>4</sup> am selben Standort geplant. Die Kathodenanlage wird vom Bund und dem Land Brandenburg seit 2020 mit insgesamt etwa 175 Millionen Euro im Rahmen des ersten *Important Project of Common European Interest* (IPCEI) für Batterien gefördert, wobei ca. 70 Prozent der Gelder aus Bundesmitteln und ca. 30 Prozent aus Landesmitteln stammen. Zusätzlich hat die Recyclinganlage im Juli 2024 einen Zuwendungsbescheid über ca. 4,95 Millionen Euro aus Mitteln der *Gemeinschaftsaufgabe Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur* (GRW) des Landes Brandenburgs erhalten.

Die beiden Förderungen zeigen, wie sich in dem geplanten Batteriezentrum von BASF in Schwarzheide regionale transformationspolitische Ziele mit europäischen und nationalen industriepolitischen Zielen ver-

TABELLE 1 Interviewpartner:innen für die drei Fallstudien

Get H2 (Interviews G1–G2, randomisiert)	SALCOS (Interviews S1–S3, randomisiert)	BASF (Interviews B1–B3, randomisiert)
OGE, 19.11.2024	Salzgitter AG, 25.11.2024	VDI/VDE, 18.11.2024
H2 Leitstelle NRW, 21.11.2024	Land Niedersachsen, 05.12.2024	Land Brandenburg, 10.12.2024
H2 Region Emsland, 25.11.2024	BMWK, 11.12.2024	Wissenschaft, 6.1.2025
BMWK, 25.11.2024		

Trotz mehrfacher Anfragen kam kein Interview mit BASF selbst zustande. Die Fallstudie wurde BASF vor Veröffentlichung zur Kenntnisnahme vorgelegt.

Quellen: Eigene Darstellung.

| BertelsmannStiftung

4 Schwarze Masse ist ein Zwischenprodukt, das zum Beispiel aus alten Batterien gewonnen werden kann und große Mengen wertvoller Metalle (Lithium, Kobalt, Nickel) enthält. Diese können dann in einem weiteren Schritt wieder extrahiert und in der Produktion von Kathodenmaterial genutzt werden (MWE 2024). Damit werden die Materialien in der Wertschöpfungskette wieder zurückgeführt.

binden und zwei Transformationsherausforderungen synergetisch angegangen werden können.

Die Region Lausitz ist durch den Kohleausstieg einem Strukturwandel unterworfen, der die bislang stark auf dem Braunkohleabbau basierende regionale Wirtschaft nachhaltig verändern wird. Gleichzeitig existieren neue Industrien wie die Batterieindustrie mit hoher strategischer Relevanz, sowohl für Resilienz als auch für Klimaneutralität. Regionalpolitisch ist es dementsprechend ein wichtiges Anliegen, solche zukunftsweisenden Industrien in der Region anzusiedeln, um den Wegfall der Arbeitsplätze in der Braunkohleindustrie auszugleichen oder sogar zusätzliche, neue Arbeitskräfte in die Region zu ziehen.

Auf bundesweiter und europäischer Ebene ist der Ausbau der Batterieproduktion relevant, um insbesondere von chinesischen Importen unabhängiger zu werden und einen wichtigen Teil der Wertschöpfungskette für Elektromobilität und Energiewende in Europa zu etablieren. Der Ausbau der Batterieproduktion in Europa ist ein strategisches Ziel auf europäischer Ebene im Rahmen der Energie- und Mobilitätswende, welches schon 2018 im *Strategic Action Plan on Batteries* formuliert wurde (EC 2018).

Die Produktion von Kathodenmaterial und insbesondere das Recycling von Schwarzer Masse ist dabei besonders essenziell, da es zum Aufbau einer Kreislaufwirtschaft und damit verbunden zur Unabhängigkeit von kritischen Rohstoffen beiträgt. Dementsprechend kann das Batteriezentrum von BASF in Schwarzheide sowohl zur Transformation als auch zur Versorgungssicherheit beitragen.

In der Lausitz und der Region ist das Batteriezentrum von BASF nur ein Projekt unter vielen geplanten Projekten, die an verschiedenen Punkten der Wertschöpfungskette ansetzen, von der Rohstoffproduktion bis hin zum fertigen Elektrofahrzeug.

Die vorliegende Fallstudie beleuchtet die Förderung der Kathodenfabrik im Rahmen des Batterie-IPCEI. Dabei soll auch die Wirkung des allgemeinen Policy Mixes, der Einfluss auf das Projekt hat, betrachtet werden. Die Kriterien, die im Rahmen des Thesenpapiers im Projekt Zukunftsfähige Industriepolitik erarbeitet wurden, werden auf die Fallstudie angewandt und dadurch erprobt und validiert.

## 6.2.2 Hintergrund der Fallstudie

### Die Region Lausitz

Die Lausitz ist eine Region, die sich im Süden von Brandenburg und im Norden Sachsens erstreckt und bis nach Polen reicht. Mit einer Fläche von knapp 12.000 Quadratkilometern und einer Bevölkerungsdichte von nur 99 Einwohner:innen pro Quadratkilometer ist sie eine der dünn besiedelten Regionen Deutschlands.

Jahrzehntelang war die Lausitz eines der größten Braunkohlereviere Deutschlands. Der Abbau der Braunkohle prägte die Region wirtschaftlich und gesellschaftlich. Mit der Wiedervereinigung setzte ein erster tiefgreifender Strukturwandel ein, der Großteil der Beschäftigung in der Braunkohle brach weg und die Region stand vor der Herausforderung, neue Wirtschaftszweige zu entwickeln. Trotzdem hat der Braunkohleabbau auch heute noch eine hohe wirtschaftliche Bedeutung für die Lausitz (DIW, WI und Ecologic Institute 2019).

Mit dem im Jahr 2020 beschlossenen *Kohleausstiegsgesetz* (KohleAusG), das vorsieht, dass die letzten Kohlekraftwerke in Deutschland bis 2038 vom Netz gehen müssen, wird dementsprechend ein zweiter Strukturwandel unausweichlich. Dieser Strukturwandel muss in einer sowieso schon strukturschwachen Region geschehen, mit einer Wirtschaftskraft und Beschäftigung, die deutlich unter dem Bundesdurchschnitt liegen. Die negative Bevölkerungsentwicklung und der daraus resultierende Fachkräftemangel verschärfen die Lage zusätzlich. Die Wirtschaft ist kleinteilig strukturiert und weist eine geringe Innovationsfähigkeit auf. Auch der in der Region überdurchschnittlich stark verbreitete Rechtsextremismus trägt zur schwierigen Situation bei.

Um den Strukturwandel durch den Kohleausstieg zu begleiten und zu unterstützen, hat der Bund durch das *Strukturstärkungsgesetz Kohleregionen* (KStrStG) umfangreiche finanzielle Hilfen in Höhe von 17,2 Milliarden Euro für die Lausitz bis 2038 bereitgestellt. Davon gehen rund 10,3 Milliarden Euro an den brandenburgischen Teil der Lausitz, von denen rund 3,6 Milliarden durch die neu ins Leben gerufene Entwicklungsgesellschaft Wirtschaftsregion Lausitz des Landes abgewickelt werden und 6,7 Milliarden direkt

über den Bund. Im Lausitzprogramm 2038, das 2024 überarbeitet wurde, wurde das Leitbild festgehalten, an dem sich der Strukturwandel orientieren soll. Darin wird das Zielbild beschrieben, dass die Lausitz in 2038 als europäische Modellregion mit einer innovativen, nachhaltigen und leistungsfähigen Wirtschaft charakterisiert (Staatskanzlei Brandenburg 2020; 2024).

Die Ansiedlung von Großunternehmen in anderen Industriebereichen wie der Batterieproduktion ist dabei ein wichtiger Schritt, um den Strukturwandel aktiv zu gestalten, die Attraktivität der Region zu erhalten und auszubauen und dem Verlust der identitätsstiftenden Braunkohle entgegenzuwirken. Dazu gehört auch die strategische Bewerbung als erstes europäisches ‚Net Zero Valley‘ unter dem *Net Zero Industry Act*, die von der Lausitz initiiert wurde (Niggemann et al. 2024). Der *Net Zero Industry Act* zielt darauf ab, die Produktion von strategisch wichtigen Netto-Null-Technologien in Europa auf- bzw. auszubauen. *Net Zero Valleys* sollen dabei helfen, den Ansiedlungsprozess zu vereinfachen, indem Genehmigungsverfahren beschleunigt werden und Umweltprüfungen auf Planungsebene vorgezogen werden können, sodass diese nicht mehr von jedem einzelnen Projekt mit hohem Aufwand erstellt werden müssen.

In Brandenburg und insbesondere in der Lausitz ist es erklärtes Ziel, zu einem Schwerpunktstandort in der Batterieproduktion zu werden. Im Jahr 2023 waren 33 Unternehmen aus der Wertschöpfungskette Batterie in Brandenburg tätig und weitere elf Unternehmensprojekte in der Lausitz waren angekündigt.

Aktuell hat sich jedoch der Standortwettbewerb deutlich intensiviert und die wirtschaftliche Lage verschlechtert. Dazu trägt zum einen der begrenzte Haushalt und die turbulente politische Lage bei, so ist wegen des verkleinerten Klima- und Transformationsfonds bei vielen Projekten die Finanzierung aktuell noch bzw. wieder offen (Ludwig 2024). Zum anderen sind durch den US-amerikanischen *Inflation Reduction Act* (IRA) zum Nachsehen vieler europäischer Projekte die Investitionen in die Batteriewertschöpfungskette in den USA stark angestiegen. Deswegen haben einige Unternehmen ihre Projekte in Europa wieder angekündigt (Interview B2).

Auch in den Interviews wurden die aktuell schwierigen Wettbewerbsbedingungen mehrfach thematisiert

(Interviews B1 und B2). Insbesondere das Auslaufen der Kaufprämie für Elektroautos Ende 2023 sowie die aktuell existierenden Überkapazitäten haben zu einem Abschwung auf dem europäischen Elektrofahrzeugmarkt geführt.

### **Batteriepolitik in der EU und in Deutschland**

Ziel in der Lausitz ist es, einen regionalen Batterieschwerpunkt aufzubauen, um damit den Strukturwandel aktiv zu gestalten. Diese Bestrebung ist eingebettet in eine europäische Strategie zum Aufbau eines Batterieökosystems in Europa.

Schon in 2017 startete die Europäische Kommission die *Europäische Batterieallianz* (EBA), bestehend aus Mitgliedstaaten, der Europäischen Investment Bank sowie wichtigen industriellen Stakeholdern, um die Batterieproduktion mit ihrer gesamten Wertschöpfungskette von Rohmaterialien und Recycling über die Aktivmaterialproduktion und die Batteriezellproduktion bis hin zum fertigen Produkt und dem Lebensende (Batterierecycling) der Produkte in Europa zu etablieren. Die Allianz entwarf einen *Strategic Action Plan*, der 2018 von der Kommission angenommen wurde (EC 2018). Darin wird festgehalten, dass eine europäische Batterieproduktion sowie die dazugehörigen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten essenzielle Bestandteile für die Transformation im Energiesektor und die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit des Automobilssektors in Europa sind. Auch von den Interviewpartner:innen wurden die Jahre 2017 und 2018 als Startjahre genannt, in denen angefangen wurde, die Batterieindustrie in Europa gezielt zu fördern, um insbesondere im Vergleich zu China aufzuholen (Interview B3).

Dazu passend wurde 2018 von Deutschland und Frankreich ein erstes *Important Project of Common European Interest* (IPCEI) im Batteriesektor initiiert, unter dem in sieben Mitgliedstaaten Projekte aus der gesamten Wertschöpfungskette gefördert wurden (BMWK 2021).

Das IPCEI wurde 2019 von der EU Kommission genehmigt und konnte in die Umsetzung starten (EC 2019b). Im Rahmen dieses IPCEI wurde auch die Kathodenfabrik von BASF gefördert. Ergänzend dazu wurde 2021 ein zweites IPCEI namens *European Battery Innovation* von der EU-Kommission genehmigt, unter dem Pro-

jekte in zwölf Mitgliedstaaten gefördert werden. Die beiden IPCEIs adressieren dabei den kompletten Wertschöpfungsprozess und haben zum Ziel, ein EU-weites Ökosystem für die Batterieproduktion aufzubauen. Die Anlage zur Produktion von Kathodenmaterial in Schwarzheide steht am Anfang dieser Kette und ist ein wichtiger Zulieferer für Zellfabriken, die dann wiederum an die Autofabriken zuliefern. Zusammen mit der geplanten Recyclinganlage für schwarze Masse könnte hiermit auch ein Schritt in Richtung Kreislaufwirtschaft gegangen werden. Das IPCEI soll dabei dafür sorgen, dass die verschiedenen Teile der Wertschöpfungskette nicht nur gleichzeitig aufgebaut werden, sondern auch miteinander kollaborieren und gegenseitig die (Vor-)Produkte nutzen (Interview B2). So hat BASF im gleichen IPCEI auch eine Produktionsstätte für Kathoden-Vorprodukte im finnischen Harjavalta aufgebaut, deren Produkte in Schwarzheide zum Einsatz kommen sollten. Die Anlage in Harjavalta ist allerdings wegen Umweltprüfungen bis heute nicht in Betrieb gegangen (Höfler 2024).

Das Batterieökosystem wird nicht nur durch direkte Produktionsförderung unterstützt, sondern auch durch regulatorische Maßnahmen, Forschungsförderung und Vernetzungsformate. Außerdem soll die Batteriebranche im Bereich der Kreislaufwirtschaft eine Vorreiterrolle annehmen (Lichtenthäler und Bähr 2024). Dies zeigt sich daran, dass zum einen die EU-Batterieverordnung von 2023 Rezyklatgehalte und Recyclingeffizienzen für bestimmte Rohstoffe vorgibt, die ab 2031 verpflichtend sind, und zum anderen der digitale Produktpass ab 2027 zuallererst für Batterien verpflichtend eingeführt werden soll (Bähr, Bakalis und Lichtenthäler 2024; Lichtenthäler und Bähr 2024).

Auch in den kommenden Jahren bleibt die Batterieindustrie ein Fokus der europäischen Industriestrategie. Der EU-Innovationsfonds fördert 2025 die Batteriewertschöpfungskette mit einer speziellen Ausschreibung und auch die neu beschlossene *Nationale Kreislaufwirtschaftsstrategie* (NKWS) in Deutschland nennt Batterien und Elektromobilität als ein zentrales Handlungsfeld (BMUV 2024; EC 2024a).

### 6.2.3 Industriepolitische Rahmenbedingungen und Förderung

Das Chemiewerk Schwarzheide ist tief verwurzelt in der Region und ging bereits 1936 in Betrieb, der Fokus

liegt auf der Produktion von Polyurethanen. Nach dem Mauerfall 1990 kaufte BASF das Werk von der Treuhandanstalt. Insgesamt waren im Jahr 2022 über 2.000 Mitarbeiter:innen direkt bei BASF Schwarzheide beschäftigt und zusätzliche 2.200 Mitarbeiter:innen bei Drittfirmen und Dienstleistern (BASF 2023) Die industriepolitische Bedeutung von BASF in der Region ist dementsprechend nicht zu unterschätzen. Im Jahr 2019 wurde eine Absichtserklärung zwischen dem Land Brandenburg und BASF abgeschlossen, um die Zukunftsfähigkeit des Standorts zu sichern (Interview B2). Dazu gehört auch, dass BASF Schwarzheide als Leitstandort für grüne Technologien aufbaut und Vorreiter in der grünen Energieversorgung wird. Gerade im internationalen Wettbewerb kann dies laut den Interviewpartner:innen auch zu einem entscheidenden Wettbewerbsvorteil werden.

Eine weitere Strategie ist es, die Batterieproduktion als zweites Standbein zur traditionellen, aber aktuell unter starkem Druck stehenden Chemieproduktion aufzubauen. Dazu leistet die Kathodenfabrik in Schwarzheide einen entscheidenden Beitrag (Interview B1).

Die Kathodenfabrik wurde unter dem ersten Batterie-IPCEI gefördert und erhielt im August 2020 den Förderbescheid über 174 Millionen Euro, BASF selbst investierte weitere 375 Millionen Euro. Drei Jahre später, im Juni 2023, wurde die Kathodenfabrik eingeweiht und startete ihren Betrieb. Durch die neue Kathodenfabrik wurden ca. 150 neue Arbeitsplätze geschaffen.

In den Interviews wurde angemerkt, dass der Förderprozess sehr langwierig war. Von der ersten Idee des IPCEIs und der Skizze für das Projekt 2018 bis zur beihilferechtlichen Genehmigung der Projekte auf EU-Ebene Ende 2019 dauerte es ca. zwei Jahre (Interview B1). Dies war eine Kritik, die sich über das Batterie-IPCEI hinaus auch in den anderen Fallstudien zeigte. Insbesondere durch die Veränderung exogener Rahmenbedingungen änderten sich in dieser Zeitspanne auch die Kalkulationen zur Förderlücke, was zu Schwierigkeiten bei den Unternehmen führte. Gerade auch im Vergleich zum Inflation Reduction Act in den USA wurde dies als Standortnachteil wahrgenommen, der in manchen Fällen zu Verschiebungen von Investitionen in die USA trotz Förderzusage führte (Interview B1).

## 6.2.4 Anwendung der Kriterien für zukunftsfähige Industriepolitik

Grundsätzlich wurde das IPCEI für Batterien von den Interviewpartner:innen positiv bewertet und die Notwendigkeit betont, den Aufbau eines neuen industriellen Ökosystems zu unterstützen.

Die Interviewpartner:innen merkten an, dass vor dem Batterie-IPCEI keine nennenswerte Batterieindustrie in Europa angesiedelt war (Interview B1). Der Ökosystem-Ansatz der IPCEIs, mit dem alle Teile der Wertschöpfungskette gleichzeitig aufgebaut werden sollen, wurde überwiegend positiv bewertet und der Fokus auf innovative Produkte betont. Im Folgenden werden die Kriterien auf die Fallstudie angewandt und es wird bewertet, inwiefern die Förderung im Rahmen des IPCEI auf die Kriterien einzahlt.

### 1. Transformativ

Batterien und Batterieproduktion sind ein zentraler Bestandteil einer erfolgreichen Mobilitäts- und Energiewende. Die Batterie trägt ca. 40 Prozent zum Wert eines Elektrofahrzeugs bei (IEA 2024a). Daher ist es zum einen ein Aufbau eines neuen Industriezweigs in Europa, der damit aber auch zur Transformation einer existierenden Industrie beiträgt. Im Vordergrund stehen beim Aufbau von Produktionskapazitäten im Batteriesektor allerdings technologische und wirtschaftliche Ziele in einem stark wachsenden Sektor, der aktuell von anderen Regionen dominiert wird (Gräf 2024). Die Förderung für BASF wirkt daher im besten Falle indirekt transformativ in der Mobilitätswende (Interview B1).

Kritisch angemerkt wurde jedoch, dass die Förderung nicht noch stärker an ökologische und soziale Bedingungen geknüpft wurde, die zu einer größeren Nachhaltigkeit auch in der Batterieproduktion hätten führen können (Interview B3).

Im Falle von BASF ist die Umsetzung von Kreislaufwirtschaftsstrategien durch die Recyclingfabrik mitgedacht. Jedoch wird es noch einige Jahre dauern, bis der Rücklauf an Batterien aus dem Elektrofahrzeugmarkt groß genug ist, da der Batterie-, bzw. allgemeiner, der Fahrzeugbestand erst aufgebaut werden muss.

Durch ihren positiven Einfluss auf die Mobilitäts- und

Energiewende trägt die Förderung der Kathodenproduktion in Schwarzheide zur Transformation bei (geringer Beitrag).

### 2. Versorgungssicherheit und Resilienz

Die globale Monopolstellung von China im Batteriesektor für Elektrofahrzeuge ist nicht von der Hand zu weisen. Auch wenn die Batteriezellproduktion zu einem Großteil national oder regional stattfindet (mit nur ca. 20 Prozent Batteriezellimporten in Europa), finden die vorgelagerten Produktionsschritte hauptsächlich in China statt. So wurden 2023 90 Prozent der Aktivmaterialien für Kathoden in China produziert und über 97 Prozent der Anodenmaterialien (IEA 2024a).

Ein zentrales Ziel der zwei Batterie-IPCEIs ist, es diese Abhängigkeit von China durch aktive Industriepolitik und den Aufbau dieser Industrie in Europa zu verringern (Interview B1). Das Batteriezentrum von BASF trägt dazu in besonderem Maße bei, da es zum einen mit der Kathodenfabrik einen Teil der Wertschöpfungskette aufbaut, der aktuell am stärksten von China dominiert wird. Gleichzeitig wird durch die geplante Recyclinganlage auch die Nachfrage nach kritischen Rohmaterialien adressiert und die Abhängigkeit langfristig verringert.

Grundsätzlich musste die Produktion von Batterien für Elektrofahrzeuge als Industrie ganz neu in Europa aufgebaut werden und die Batterie-IPCEIs haben dazu erfolgreich beigetragen und ein Momentum ausgelöst, auf das auch nicht geförderte Unternehmen angesprungen sind (Interview B1). Jedoch hat der Inflation Reduction Act in den USA auch dazu geführt, dass Unternehmen Investitionen in Europa zurückgehalten haben (Interview B1). In 2023 ist die Zellproduktion in China und den USA um je 45 Prozent gewachsen, während sie in Europa nur um 25 Prozent gewachsen ist. Europa hat durch die frühen Investitionen noch einen Vorsprung vor den USA, falls die aktuellen Trends aber bestehen bleiben, könnte die Produktionskapazität die europäischen Kapazitäten schon Ende 2024 überholt haben (IEA 2024a).

Die Interviewpartner:innen merkten an, dass es hier auch einen Zielkonflikt gäbe zwischen zeitlicher Schnelligkeit und damit Attraktivität der Förderungen für die Unternehmen und einer ausführlichen Prüfung

der Anträge und damit einer größeren Sicherheit beim Einsatz der öffentlichen Mittel. Zusätzlich wurde die Prüfdauer von ca. zwei Jahren auf europäischer Ebene von den Interviewpartner:innen als zu lange wahrgenommen, insbesondere im direkten Vergleich mit dem Inflation Reduction Act (Interview B1).

Zusammenfassend ist es ein zentrales Ziel der Förderung, die Abhängigkeiten im Batteriesektor zu reduzieren und der Aufbau einer neuen Fabrik mithilfe der IPCEI-Förderung ist ein wesentlicher Bestandteil davon (wesentlicher Beitrag).

### 3. Regional und sozial ausgleichend

Der Aufbau der Kathodenfabrik in Schwarzheide erfolgt in einer strukturschwachen Region, die durch den Kohleausstieg zusätzlich herausgefordert ist. Dies erfordert eine Begleitung durch strukturpolitische Maßnahmen, da die vorherrschende Braunkohleindustrie auf absehbare Zeit heruntergefahren wird. Der Aufbau neuer Industrien wie der Batterieindustrie kann dabei eine wesentliche Rolle spielen.

Als europäisches Instrument stellt ein IPCEI nicht per se Anforderungen an die Regionen, in denen die Projekte umgesetzt werden. Trotzdem können regionalpolitische Aspekte auf nationaler Ebene als relevante Kriterien mitbedacht werden. Im Falle des Batterie-IPCEI wurden regionale Aspekte nach Aussage von Interviewpartner:innen berücksichtigt (Interviews B1 und B3). Nach einer technischen und wirtschaftlichen Prüfung der eingereichten Skizzen durch den Projektträger anhand von Umsetzbarkeit, Bonität der Unternehmen, dem technischen Anspruch und Innovationscharakter des Projekts und weiteren Kriterien wird letztendlich politisch auf Bundesebene über die Förderung entschieden. Dafür erfolgt auch eine Abstimmung mit den Bundesländern, die 30 Prozent der Fördersumme beitragen müssen, Standortfragen werden betrachtet und strukturpolitische Aspekte fließen in die Bewertung mit ein (Interviews B1 und B2).

In der Literatur wird jedoch angemerkt, dass in der Batteriezellproduktion hauptsächlich neue Arbeitsplätze für hochqualifizierte Arbeitnehmer entstehen. Dadurch entsteht nur ein geringer Arbeitsplatzeffekt, weil nur eine geringe Anzahl neuer Arbeitsplätze geschaffen wird. Bei BASF sind durch die neue Katho-

denfabrik ca. 150 neue Arbeitsplätze entstanden, die geplante Recyclinganlage soll zu ca. 30 weiteren Arbeitsplätzen führen (Gräf 2024). Durch indirekte Effekte wie zum Beispiel eine regionale Clusterbildung kann das Projekt die Region dennoch nachhaltig stärken. Dies wurde auch von den Interviewpartner:innen als wichtiges Entscheidungskriterium für die Förderung genannt (Interview B3).

Zusätzlich können durch die Ansiedlung gesellschaftlich positive Effekte entstehen. In einer Analyse der Schwächen und Stärken der Region im Rahmen des *Lausitzprogramms 2038* wurden unter anderem die Bevölkerungsentwicklung und der Fachkräftemangel sowie Rechtsextremismus als Schwächen und Risiken identifiziert (Staatskanzlei Brandenburg 2024). Gute Industriepolitik kann die Region in dieser Hinsicht stärken, zum Beispiel durch Unternehmen und Gewerkschaften, die sich für Weltoffenheit einsetzen (Interview B2). Hier gilt es, die Bevölkerung vor Ort einzubeziehen (vgl. Kriterium 9 „Arbeit transparent und partizipativ“).

Durch die Förderung eines Projekts in einer strukturschwachen Region, die durch den Kohleausstieg zusätzlich gefordert ist, trägt die Fallstudie stark zum regionalen Ausgleich bei, dies ist jedoch nicht Hauptziel des Förderinstruments (geringer Beitrag).

### 4. Europäisch und international kooperativ

Eines der Hauptziele des Batterie-IPCEI ist es, eine europäische Batterieindustrie aufzubauen, darauf zählt auch das BASF-Projekt mit ein. Dafür sind im Instrument des IPCEIs wirtschaftliche Beziehungen zwischen den Einzelprojekten verpflichtend angelegt und es müssen mindestens vier (früher nur zwei) Mitgliedstaaten Projekte beitragen, die aber auch darüber hinaus anderen Mitgliedstaaten, die keine Projekte selbst finanziell fördern, zugutekommen (EC 2021).

Die Unternehmen, die eine IPCEI-Förderung erhalten, sind gleichzeitig auch Teil der *European Battery R&I Community*, was eine aktive Mitwirkung der Unternehmen zum Beispiel bei der Gestaltung der europäischen Batteriestrategie ermöglicht und zur Vernetzung beiträgt (Interview B1).

Kritisch diskutiert wurde dagegen von zumindest eine:r Interviewpartner:in, dass die Förderungen

aus nationalen Mitteln kommen und somit keine europäische Industriepolitik aus einem Guss möglich ist. Zudem wurde angesprochen, dass es auf Unternehmensebene zu Konkurrenzsituationen um Fördermittel kommt (Interview B2) und die europäische Regulierung zu losgelöst von den Aktivitäten der Mitgliedstaaten betrieben wird (Interview B1). Eine stärkere Verzahnung zwischen der EU-Ebene und den Mitgliedstaaten, eventuell auch durch eigene Mittel für Industriepolitik auf europäischer Ebene, wurde als wünschenswert, aber unrealistische Lösung beschrieben (Interview B1).

Durch die europäische Ausrichtung des IPCEIs zahlt die Förderung auf dieses Kriterium ein und die Vernetzung wird gefördert (geringer Beitrag).

### 5. Wettbewerb fördernd

Um zu analysieren, ob die Förderung der Kathodenfabrik von BASF Wettbewerb fördert, muss zuerst einmal festgestellt werden, dass es inklusive BASF aktuell nur drei Standorte in Europa gibt, an denen Kathoden-Aktivmaterial produziert wird (Bünting, Vogl und Trunk 2024). Wie in Kriterium 2 diskutiert, hat China insbesondere bei den Vorprodukten der Zellproduktion eine globale Monopolstellung aufgebaut. Sowohl in den Interviews als auch in der Literatur wird deswegen die Batteriezellproduktion in Europa als Infant-Industrie charakterisiert, die Förderung und Schutz benötigt, um sich gegenüber der schon bestehenden Konkurrenten auf dem Weltmarkt durchzusetzen (Interview B1; Gräf 2024).

Jedoch analysiert Gräf (2024) auch kritisch, dass insbesondere unter dem ersten IPCEI, unter dem auch BASF gefördert wurde, vor allem große (Automobil-) Konzerne gefördert wurden und dass die Automobilindustrie nicht nur Einfluss genommen hat auf das Design des Batterie-IPCEIs, sondern auch die größten Begünstigten stellt. Gleichzeitig wurden im zweiten Batterie-IPCEI durchaus auch kleine und mittlere Unternehmen gefördert. Grundsätzlich gilt, dass die IPCEIs darauf ausgelegt sind, europäische Firmen in einem Aufholprozess zu unterstützen.

Damit kann auf globaler Ebene von einer Förderung des Wettbewerbs gesprochen werden, auf europäischer Ebene muss hinterfragt werden, ob genügend dafür getan wurde, auch neuen Firmen die Möglichkeit

zu geben, in diesen Markt einzusteigen (a. a. O., geringer Beitrag).

### 6. Setzt öffentliche Mittel effizient ein

Grundsätzlich haben IPCEI Förderungen den Anspruch, nur die Finanzierungslücke zu schließen, ohne die eine Umsetzung der Projekte sonst nicht möglich wäre. Dies wird umfassend geprüft. Die dafür notwendige Einzelfallprüfung auf europäischer Ebene führt aber gleichzeitig dazu, dass Prozesse verlangsamt werden. Marktwirtschaftliche Instrumente wie zum Beispiel Auktionen könnten diesen Prozess beschleunigen, sind aber für die komplexen und innovativen Projekte, die IPCEIs fördern sollen, weniger geeignet. Die Heterogenität der Projekte und die damit verbundenen Unsicherheiten machen eine Umsetzung von marktwirtschaftlichen Instrumenten schwierig (Interview B1).

Um trotzdem auch im Nachgang einen effizienten Einsatz von Fördermitteln sicherzustellen, wurde der sogenannte *Clawback-Mechanismus* eingeführt. Dieser Mechanismus sieht die Rückzahlung von überdurchschnittlichen Gewinnen nach Abschluss eines IPCEI-Projekts vor, falls wider Erwarten die Finanzierungslücke geringer ausfällt, als zu Beginn des Projekts geschätzt wurde. Er ist damit ein bedeutender Bestandteil der Finanzierung, der jedoch bis jetzt aufgrund der langen Laufzeiten der Projekte nicht ausgelöst wurde und seine Effektivität noch unter Beweis stellen muss (Gräf 2024). Ziel des Mechanismus ist es, sicherzustellen, dass die öffentlichen Gelder auch der Allgemeinheit zugutekommen.

Die Effizienz der Förderung muss jedoch aus verschiedenen Perspektiven betrachtet werden. So unterschieden die Interviewpartner:innen zwischen der Perspektive der öffentlichen Hand, aus deren Sicht die Prüf- und Auswahlverfahren dazu dienen, eine effiziente Verwendung der öffentlichen Mittel sicherzustellen. Die staatliche Kontrolle gewährleistet, dass die Projekte den europäischen Zielen entsprechen und einen Mehrwert für die Gesellschaft schaffen. Auf der anderen Seite bewerten Unternehmen die Effizienz oft anders. Die staatlichen Auflagen und Kontrollmechanismen können als bürokratische Hürden wahrgenommen werden, die die Flexibilität einschränken und die Umsetzung von Innovationen verlangsamen (Interview B1).

Die Effizienz des Mitteleinsatzes abschließend zu bewerten ist dementsprechend schwierig. Während die Förderung insgesamt als notwendig betrachtet wird, sind Höhe und Prüfaufwand nicht klar zu beurteilen (kein Beitrag).

## 7. Ist auf sektorale Dynamiken abgestimmt

Important Projects of Common European Interest (IPCEIs) zielen darauf ab, bestimmte Wertschöpfungsketten gezielt und in ihrer Gesamtheit zu fördern und in Europa aufzubauen. Sie sind damit explizit darauf ausgelegt, ein neues, innovatives Industrieökosystem aufzubauen. Dies wurde auch von den Interviewteilnehmenden betont (Interview B1). Dadurch, dass alle Teile der Wertschöpfungskette gleichzeitig adressiert werden, können IPCEIs ein Startmomentum erzeugen und Netzwerke aufbauen, wie es im Falle des Batterie-IPCEIs gemäß den Interviews auch sehr gut gelungen ist (Interview B1).

Die enge Zusammenarbeit innerhalb der IPCEI-Projekte führt außerdem zu verlässlichen Lieferketten und einer planbaren Nachfrage. So konnte auch die BASF bereits vor Inbetriebnahme ihrer neuen Fabrik langfristige Abnahmegarantien sicherstellen. Diese Entwicklung ist sicherlich auch auf die Förderung durch das IPCEI und die daraus resultierende Vernetzung zurückzuführen.

Als Kritikpunkt wurden die starren Förderbedingungen genannt, die es nicht möglich machten, den Prozess flexibel an sich verändernde Rahmenbedingungen anzupassen. Diese inhaltliche Fokussierung der Maßnahmenumsetzung, bei der einzelne Abweichungen vom Projektplan immer beantragt werden müssen, machen Projekte zusätzlich inflexibel, was insbesondere bei neuen, sich schnell entwickelnden Industrien problematisch sein kann. Dies könnte durch mehr Freiheiten und Risikobereitschaft von staatlicher Seite verringert werden (Interview B1).

Die Förderung im Rahmen des Batterie-IPCEIs ist damit gut auf die sektoralen Gegebenheiten abgestimmt (geringer Beitrag).

## 8. Ist verlässlich und konsistent

Um das Kriterium „Ist verlässlich und konsistent“ zu bewerten, müssen verschiedene Aspekte betrachtet

werden. Zum einen geht es um die Förderdauer und die Förderbedingungen des Projekts, zum anderen aber auch darum, ob die Förderung eingebettet ist in eine übergeordnete Strategie für den Bereich, der auch nach Auslaufen der Förderung eine Perspektive für das Projekt bietet.

Zum ersten Punkt lässt sich sagen, dass die Förderungen für die Projekte insgesamt mit Laufzeiten von ca. einer Dekade sehr langfristig angelegt sind und mit verschiedenen Zwischenzielen durchgeplant wurden. In der Hinsicht sind die Förderungen nach Erhalt des Förderbescheids sehr verlässlich. Gleichzeitig muss die Förderung von BASF im Kontext des gesamten IPCEIs betrachtet werden, also als ein Teil einer größeren Struktur, die sich durch zusätzliche Netzwerkeffekte auszeichnet (Interview B3). Das IPCEI wiederum ist eingebettet in eine langfristige Batteriestrategie auf EU-Ebene, die durch nationale Instrumente ergänzt wurde. Dabei können die IPCEI-Förderungen aber nur ein Puzzleteil im gesamten Policy Mix darstellen, die durch andere Instrumente ergänzt werden müssen. Dazu gehören zum Beispiel die Förderung der Nachfrage von Elektrofahrzeugen und damit Batterien und der Ausbau der Ladeinfrastruktur (Interview B3). Jedoch fehlt dabei zwischen den verschiedenen Ebenen im europäischen System manchmal die notwendige Koordination (Interview B1).

Auf nationaler Ebene spielen verschiedene Rahmenbedingungen eine Rolle. So sind in Deutschland die Zulassungszahlen von Elektrofahrzeugen auch wegen des Auslaufens des Umweltbonus im Jahr 2024 rückgängig, was sich auch auf die Nachfrage nach Batterien und damit Kathoden-Aktivmaterial auswirkt (Bünting, Vogl und Trunk 2024). Hier zeigt sich, dass politische Richtungsentscheidungen wie das System der Flottengrenzwerte ihre politische Glaubwürdigkeit behalten müssen, um zu verlässlichen Rahmenbedingungen beizutragen und es Instrumenten wie der IPCEI-Förderung zu ermöglichen, in einem insgesamt konsistenten Politikumfeld möglichst effektiv zu wirken.

Grundsätzlich ist die IPCEI-Förderung sinnvoll in eine größere Strategie und die allgemeinen Rahmenbedingungen eingebettet und wirkt verlässlich und konsistent. Es bleibt abzuwarten, ob die Glaubwürdigkeit der politischen Rahmenbedingungen in der Batterie- und Elektrofahrzeugindustrie erhalten bleibt (wesentlicher Beitrag).

## 9. Arbeit transparent und partizipativ

Die Bürgerbeteiligung bei Important Projects of Common European Interest (IPCEIs) gestaltet sich in der Praxis oft als Herausforderung. Während bei den konkreten Projekten mit direkten Auswirkungen vor Ort gelegentlich Beteiligungsformate umgesetzt werden, sind diese auf der höheren Ebene der IPCEIs nicht mit angelegt (Interview B1).

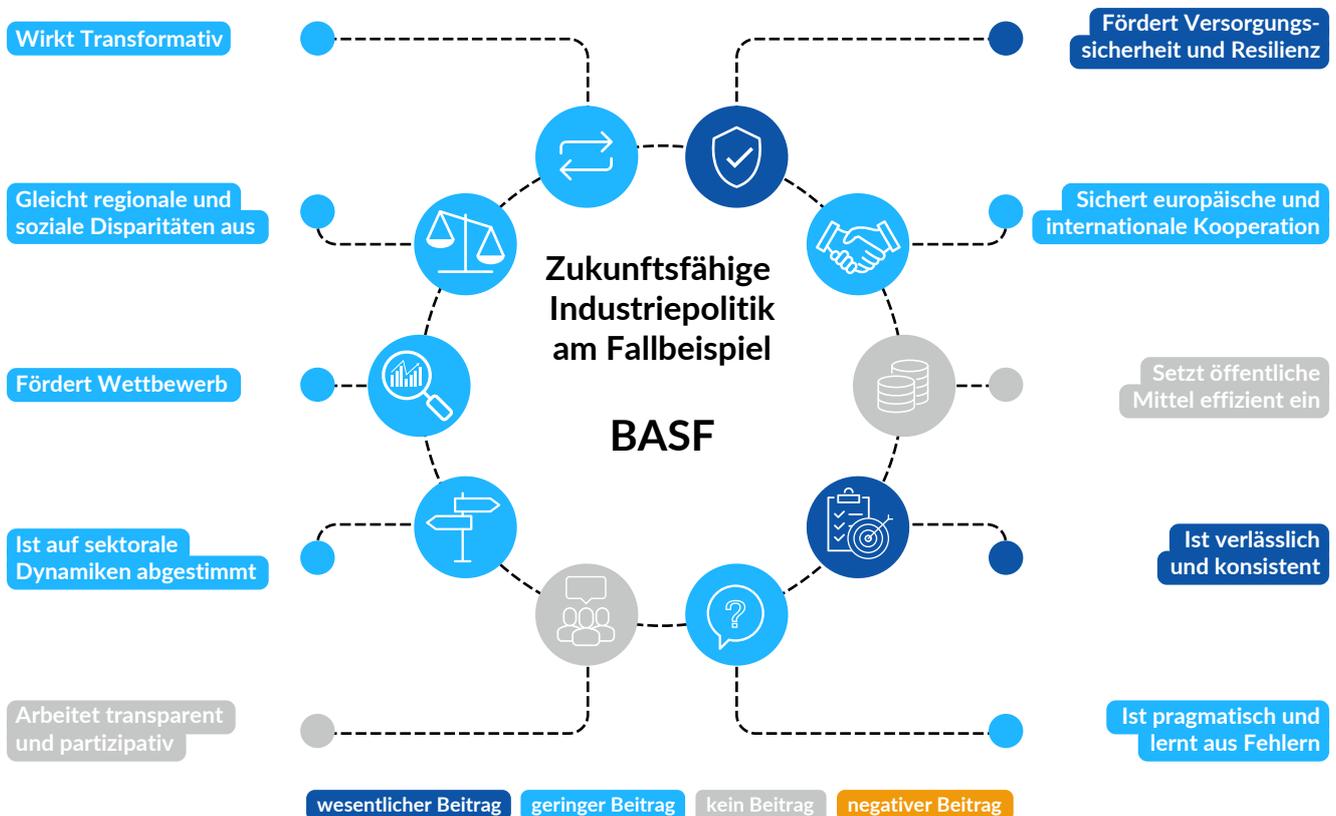
Häufiger sind Gutachtersitzungen, in denen Wissenschaftler:innen beispielsweise Shortlists bewerten (Interview B1). Diese Form der Beteiligung ist zwar wichtig für die fachliche Qualität der ausgewählten Projekte, greift jedoch die gesellschaftlichen Aspekte nur am Rande auf. Partizipative Prozesse finden in der Regel auf lokaler Ebene statt und konzentrieren sich auf Standortfragen und Umweltauswirkungen.

Die Interviewpartner:innen unterschieden hier auch sehr klar zwischen Partizipation und Transparenz.

Während sie Partizipationsprozesse zwar durchaus als wünschenswert erachteten, bewerteten sie die Investitionsentscheidungen meist als Unternehmensentscheidungen, die dementsprechend auch vor allem von den Unternehmen unter Rücksichtnahme der Rahmenbedingungen getroffen werden sollten. Transparenz hingegen wurde als zentraler Bestandteil für Akzeptanz als deutlich wichtiger eingeschätzt. Insbesondere in der Lausitz als Strukturwandelregion müssen industriepolitische Prozesse transparent begleitet werden, damit die Menschen vor Ort nicht nur die Risiken des Strukturwandels, sondern auch die Chancen der neuen Industrien wahrnehmen.

Gerade in Zeiten zunehmender Polarisierung und antidemokratischer Tendenzen ist es wichtig, die Bevölkerung miteinzubeziehen. Eine aktive Industriepolitik, die von Unternehmen, Gewerkschaften und anderen Akteuren getragen wird, kann hier eine wichtige Rolle spielen. Sie kann dazu beitragen, Regionen zu stärken (Interview B2).

ABBILDUNG 3 Kriterien für zukunftsfähige Industriepolitik angewandt auf das Fallbeispiel – BASF



Als weiterer Punkt wurde genannt, dass Unternehmen stärker über die Fördermöglichkeiten informiert werden sollten und dass es zu schwierig für kleinere Unternehmen ist, sich auf IPCEIs zu bewerben (Interview B3). Im Vergleich der beiden Batterie-IPCEIs fällt auf, dass am zweiten IPCEI deutlich kleinere Unternehmen und auch mehr Mitgliedstaaten beteiligt waren, sodass man hier durchaus auch von einem Lernprozess sprechen kann.

Die Förderung der Kathodenfabrik trägt damit insgesamt kaum zu einer transparenten und partizipativen Industriepolitik bei (kein Beitrag).

## 10. Ist pragmatisch und lernt aus Fehlern

Das Batterie-IPCEI war neben dem IPCEI für Mikroelektronik eines der ersten IPCEIs, die in Europa durchgeführt und umgesetzt wurden. Dementsprechend waren IPCEIs als Instrument noch relativ neu und mussten sich erst im Zusammenspiel zwischen Mitgliedstaaten und Europäischer Union etablieren. Lerneffekte können aber schon zwischen den beiden Batterie-IPCEIs beobachtet werden. Der Arbeitsablauf hat sich professionalisiert und wird nun in Deutschland von einem Projektträger unterstützt. Ob auch innerhalb der einzelnen IPCEIs Anpassungen möglich sind, wurde unterschiedlich bewertet. Zum einen wurden die relativ starren Förderverträge benannt, die keine pragmatische Anpassung an die sich entwickelnde Technologie zulassen, zum anderen wurde durchaus positiv angemerkt, dass Forschungsentwicklungen mit beobachtet werden und mit einfließen (Interviews B1 und B3).

Die IPCEIs wurden kontinuierlich angepasst, was sich auch in einer Überarbeitung der Förderrichtlinien 2021 zeigt (EC 2021b). In Bezug auf die Kathodenfabrik spielen auch die allgemeinen Rahmenbedingungen für die Batterieproduktion und Elektrofahrzeuge eine große Rolle. Dabei wären eine größere Verlässlichkeit und stabilere Rahmenbedingungen wünschenswert, sodass sich die Nachfrage nach Elektrofahrzeugen wieder erholt.

In Bezug auf die IPCEIs als allgemeines Instrument kann damit von einem lernfähigen Instrument gesprochen werden (geringer Beitrag).

## 6.3 GET H2

### 6.3.1 Einleitung

Wasserstoff wird eine zentrale Rolle spielen für zukünftige Energie- und Industriesysteme. Beispielsweise wird Wasserstoff für die Dekarbonisierung der Industrie, insbesondere der Stahl- und Chemieindustrie, nach dem aktuellen Stand der Wissenschaft überall dort, wo Prozesse nicht elektrifiziert werden können, als Energieträger eingesetzt werden. Auch als chemischer Grundstoff oder Reduktionsmittel wird Wasserstoff Verwendung finden. Darüber hinaus wird Wasserstoff im zukünftigen Energiesystem als Energiespeicher fungieren und somit zu einem Ausgleich zwischen dem Angebot an fluktuierenden erneuerbaren Energien und der ebenso zeitvariablen Nachfrage nach Energie führen. Da die hierfür benötigten Kapazitäten für die Erzeugung, den Transport, die Speicherung und die Verwendung von grünem Wasserstoff noch nicht bzw. nur in äußerst geringem Umfang zur Verfügung stehen, steht ein Hochlauf der entsprechenden Infrastrukturen und Anlagen bevor.

Diesen Hochlauf adressiert die Initiative GET H2, in der sich Unternehmen, Kommunen und Landkreise, Forschungseinrichtungen und weitere Institutionen mit dem Ziel zusammengeschlossen haben einen Kern für die deutsche Wasserstoffinfrastruktur zu etablieren (GET H2 o. J.-a).

Die vorliegende Fallstudie beleuchtet das Projekt GET H2 Nukleus der Initiative und dessen im Rahmen der IPCEI-Hy2Infra-Welle (einem Teil von IPCEI Hydrogen) geförderten Teilprojekte. Durch ein Zusammenspiel aus Maßnahmen zu der Erzeugung, dem Transport und der Speicherung von grünem Wasserstoff sowie seiner Integration in bestehende Industrieprozesse werden die zentralen Stufen der Wertschöpfungskette abgebildet. Dabei wird aufgrund der wechselseitigen Abhängigkeit zwischen grünem Wasserstoffangebot und -nachfrage sowie der zu entwickelnden Wasserstoffinfrastruktur dazwischen häufig von einem „Henne-Ei-Problem“ (H2-news o. J.) gesprochen, siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** Die Initiative GET H2 koordiniert hier zwischen den verschiedenen Wertschöpfungsstufen, sodass die gegenseitigen Abhängigkeiten nicht länger entsprechenden Investitionen im Wege stehen.

**INFOBOX 3 „Henne-Ei-Problem“ der Wasserstoffwirtschaft**

Durch eine geringe Zahl an Marktteilnehmern kommt es aktuell nicht zum Handel mit Wasserstoff. Eine öffentlich zugängliche Wasserstoffinfrastruktur wird dabei als Grundvoraussetzung für einen funktionierenden Wasserstoffmarkt angesehen, welcher wiederum mehrere Anbieter und mehrere Abnehmer voraussetzt.

Zur Überwindung des Problems soll mit dem Aufbau einer Infrastruktur ein Anstieg der Marktteilnehmer auf Produzenten- und Konsumentenseite erreicht werden. Langfristig soll Wasserstoff zu einer Commodity werden.

**6.3.2 Hintergrund der Fallstudie**

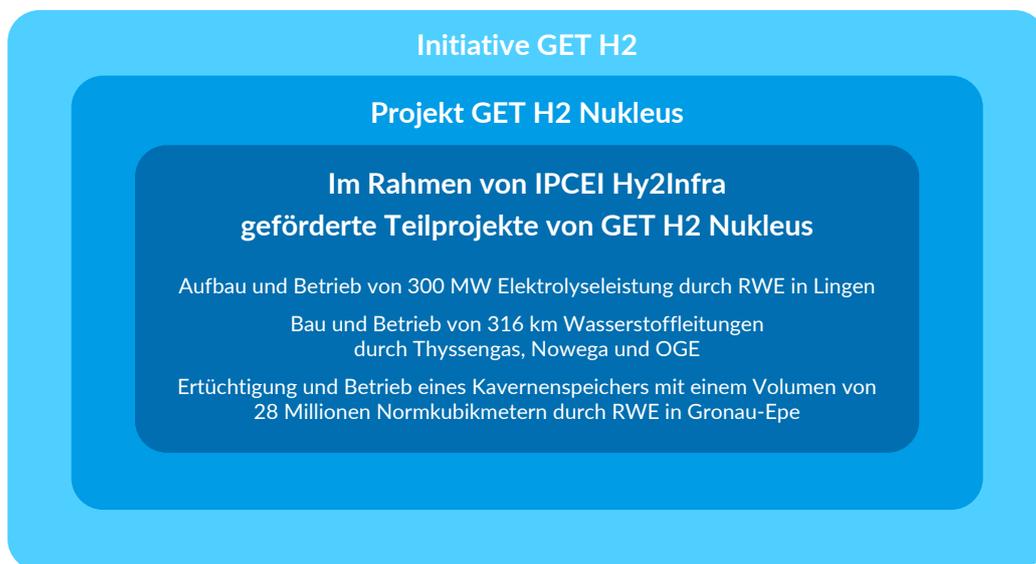
Das Projekt GET H2 Nukleus wird von den Unternehmen bp, Evonik, Nowega, OGE und RWE entwickelt (GET H2 o. J.-b). Zu den assoziierten Partnern der Initiative GET H2 gehören unter anderem der Landkreis Emsland und die Stadt Lingen, die über die von ihnen gegründete Vernetzungsplattform H2-Region Emsland am Entstehungsprozess des Projekts GET H2 Nukleus beteiligt waren (GET H2 o. J.-b). Abbildung 4 stellt vereinfachend den Zusammenhang zwischen der Initiative GET H2, dem Projekt GET H2 Nukleus und seiner im Rahmen der IPCEI-Hy2Infra-Welle geförderten Teilprojekte dar.

Das Projekt besteht aus dem Aufbau von Elektrolyseleistung in Lingen, der Leitungs-Anbindung an den Verbrauch durch eine Raffinerie in Gelsenkirchen und

einen Chemiepark in Marl sowie dem Bau und der Anbindung eines Wasserstoff-Kavernenspeichers in Gronau-Epe. Laut Projektwebsite soll die Elektrolysekapazität in Stufen von je 100 MW in den Jahren 2025 bis 2027 aufgebaut werden, die Leitungsmaßnahmen sind für 2025 geplant und der Kavernenspeicher soll 2026 fertiggestellt werden. Hierbei ist allerdings nicht ersichtlich, ob Verzögerungen im Bewilligungsprozess bei der Zeitplanung bereits berücksichtigt wurden (vgl. Abschnitte „Politische Instrumente“ und Kriterium 10 „Ist pragmatisch und lernt aus Fehlern“). Für die Umstellung bzw. den Neubau der Leitungen wurden bereits im Jahr 2023 Realisierungsverträge abgeschlossen (Tenzer et al. 2024).

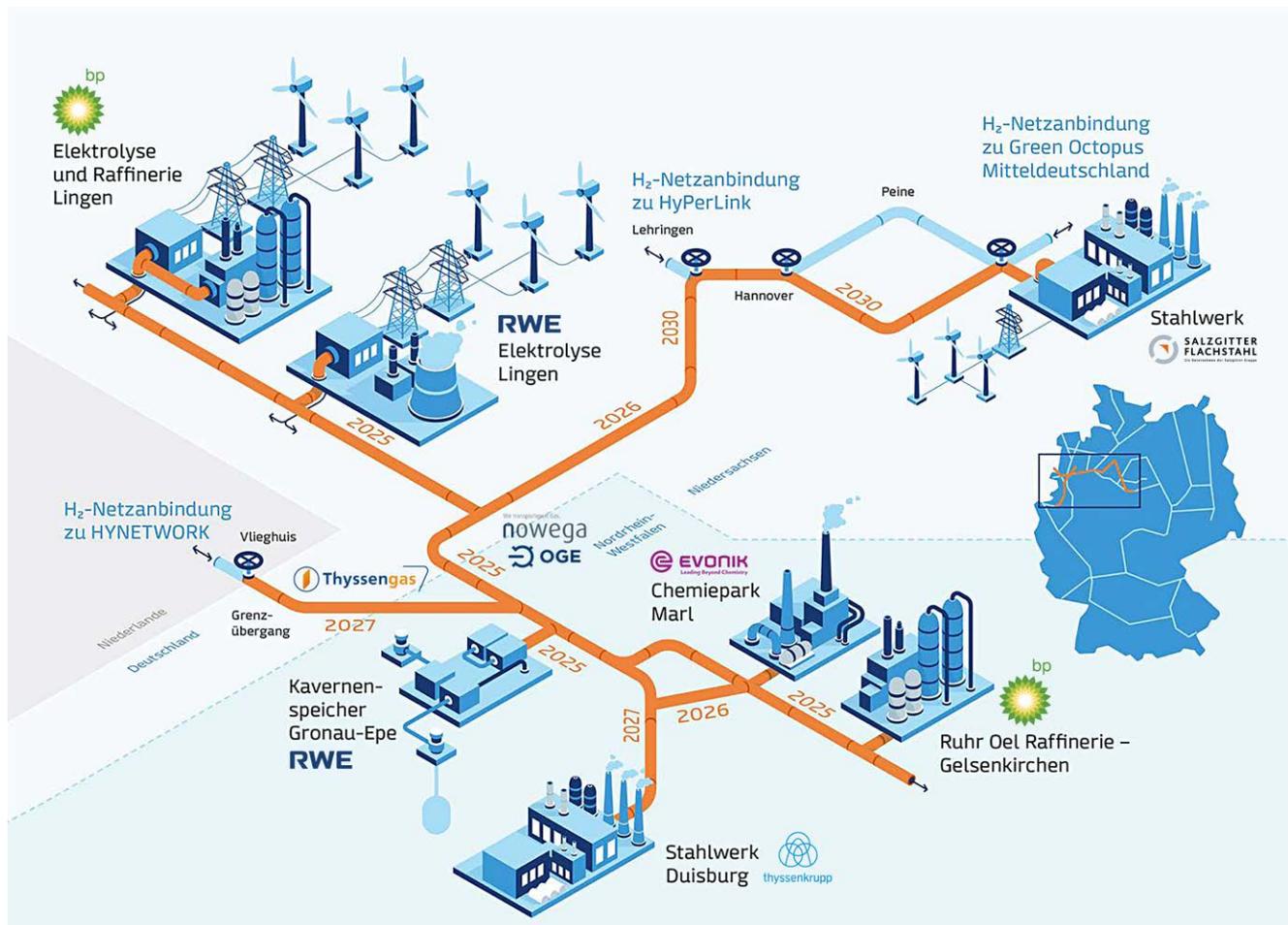
Die Initiative GET H2 sieht über das Projekt GET H2 Nukleus hinaus eine schrittweise Anbindung an andere Projekte vor, darunter die Stahlwerke in Salz-

**ABBILDUNG 4 Schematische Übersicht über die Projektarchitektur von GET H2 Nukleus**



Quelle: Eigene Darstellung nach GET H2 o. J.-a.

ABBILDUNG 5 Geplante Maßnahmen im Projekt GET H2 Nukleus und daran anknüpfende Vorhaben der Initiative GET H2



Quellen: GET H2 2024a.

| BertelsmannStiftung

gitter und Duisburg, sowie über das niederländische Wasserstoffnetzwerk an den Hafen Rotterdam als Importpunkt (2027, GET H2 2024a). Für die Leitungsanbindung an das Stahlwerk Duisburg und an die Niederlande wurden im Jahr 2024 Realisierungsverträge abgeschlossen (Tenzer et al. 2024). Abbildung 5 gibt eine Übersicht über die geplanten Maßnahmen.

Für die Region Emsland bietet das Projekt GET H2 die Möglichkeit, ihre hohen Potenziale und bestehenden Anlagen für erneuerbaren Strom insbesondere der Windenergie zu nutzen, um sich zu einem Standort für die Wasserstoffherzeugung durch Elektrolyse zu entwickeln. Als Standort eines Gas- und ehemaligen Kernkraftwerks bietet Lingen gute infrastrukturelle Voraussetzungen für die Elektrolyse: Anschlüsse an das Strom- und Gasnetz sind vorhanden, die Wasserversorgung ist über die Ems gewährleistet.

Am gleichen Standort sollen zudem wasserstofffähige Gasturbinen, sowie eine Wasserstoffabfüllanlage mit Wasserstofftankstelle entstehen (RWE 2024a).

Für die angeschlossenen Verbrauchsregionen, also im ersten Schritt Gelsenkirchen und Marl im Ruhrgebiet, legt das Projekt die Voraussetzungen für eine Umstellung der vorhandenen energieintensiven Industrie auf klimaneutrale Prozesse und somit für eine langfristige Sicherung der Industriestandorte. Dies gilt ebenso für die perspektivisch anzuschließenden Stahlwerke Duisburg und Salzgitter, für die die Versorgung mit klimaneutralem Wasserstoff eine zentrale Voraussetzung für ihre Transformation darstellt.

Neben der Schaffung einer langfristigen Perspektive für die bestehenden Industrien ergeben sich indirekt durch den Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft neue

Arbeitsfelder, etwa in den Bereichen Infrastrukturaufbau und Technologie-Angebot, Transport und Speicherung von Wasserstoff sowie Forschung und Entwicklung.

Die genannten erwarteten Effekte tragen somit zu einer Sicherung und Erweiterung der regionalen Wertschöpfung, dem Erhalt von Arbeitsplätzen und zur Wettbewerbsfähigkeit der industriellen Produktion bei.

Im Rahmen der IPCEI-Hy2Infra-Welle (vgl. Abschnitt „Politische Instrumente“) werden die folgenden Maßnahmen des Projekts<sup>5</sup> gefördert (BMWK 2024e):

- Aufbau und Betrieb von 300 MW Elektrolyseleistung durch RWE in Lingen<sup>6</sup>
- Bau und Betrieb von insgesamt 316 km Wasserstoffleitungen (davon 253 km Umwidmung, 63 km Neubau) durch Thyssengas, Nowega und OGE
- Umrüstung und Betrieb eines Kavernenspeichers mit einem Volumen von 28 Millionen Normkubikmetern durch RWE in Gronau-Epe

Der Entstehungsprozess von GET H2 begann im Frühjahr 2019. Es wurde zunächst ein Projekt im Rahmen des Programms *Reallabore Energiewende* angestrebt, welches sich allerdings nicht umsetzen ließ. Die Projektidee mündete schließlich in einer Interessenbekundung für das IPCEI Hydrogen (vgl. Infobox 2) im März 2021. (Interviews G3 und G4)

Ende 2021 wurde das Projektportfolio von GET H2 Nukleus erstellt und die Finanzierungslücke ermittelt (Interview G2). Die Bewerbung wurde im April 2022 bei der EU-Kommission eingereicht. Es folgten mehrere Rückfragerunden (Interviews G1 und G2). Die Notifizierung durch die EU-Kommission erfolgte schließlich Anfang 2024, also fast zwei Jahre nach der Einreichung der Bewerbung bei der EU-Kommission. Im Juli 2024 wurde der offizielle Förderbescheid erteilt (Interview G2; GET H2 2024d). Projekte zur Nutzung

von Wasserstoff innerhalb der Initiative GET H2, insbesondere der Stahlindustrie (thyssenkrupp Steel und Salzgitter), hatten Förderbescheide bereits im Jahr 2023 erhalten (GET H2 2024d).

Durch die ungewöhnlich lange Bewilligungsdauer verzögerten sich die Planungen der Unternehmen zum Teil erheblich. Einigen Teilprojekten wurde aus diesem Grund ein vorzeitiger Maßnahmenbeginn bewilligt (Interviews G1 und G2).

### 6.3.3 Industriepolitische Rahmenbedingungen und Förderung

Die Bestandteile von GET H2 Nukleus werden im Rahmen der IPCEI-Hy2Infra-Welle gefördert, welcher Teil des IPCEI<sup>7</sup> Hydrogen ist (vgl. Infobox 2). Der Auftakt des IPCEI Hydrogen fand am 17. Dezember 2020 unter deutscher EU-Ratspräsidentschaft statt (BMWK 2024c). Zur IPCEI-Hy2Infra-Welle gehören insgesamt 33 Projekte in sieben EU-Mitgliedstaaten (Deutschland, Frankreich Italien, Niederlande, Polen, Portugal und Slowakei), wobei Teilprojekte, wie etwa die fünf zu GET H2 Nukleus gehörenden Projekte, einzeln gezählt werden. Von diesen Projekten sind 24 in Deutschland angesiedelt. Es werden Projekte entlang der Wasserstoffwertschöpfungskette von der Erzeugung über den Transport und die Speicherung bis hin zur industriellen Nutzung gefördert (BMWK 2024f).

An der IPCEI-Förderung von GET H2 Nukleus sind die Bundesländer Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen, die Bundesregierung und die EU-Kommission beteiligt. Die EU-Kommission erteilt beihilferechtliche

#### INFOBOX 4 IPCEI Hydrogen

- **Hy2Tech:** Wasserstofftechnologien für Endnutzer
- **Hy2Use:** Wasserstoffanwendung in der Industrie
- **Hy2Infra:** Infrastrukturinvestitionen
- **Hy2Move:** Wasserstoff in Mobilität und Verkehr

5 Im Zusammenhang mit der IPCEI-Förderung wird in verschiedenen Veröffentlichungen auch die Bezeichnung „GET H2 IPCEI“ verwendet.

6 Das ebenfalls in Lingen angesiedelte Elektrolyseprojekt „Lingen Green Hydrogen“ von bp, welches auch im Rahmen der IPCEI-Hy2Infra-Welle gefördert wird, ist laut Projektwebsite kein Teil von GET H2 Nukleus, jedoch eines der oben beschriebenen, anknüpfenden Projekte. Es wird im weiteren Verlauf dieser Fallstudie nicht betrachtet.

7 Eine allgemeine Einführung zu IPCEI befindet sich in der Einführung zu den drei Fallstudien.

Genehmigungen für IPCEI-Projekte, während Bund und Länder die Fördermittel bereitstellen und die Projekte betreuen.

Deutschland hat mit der Bekanntmachung des Interessenbekundungsverfahrens (BMWK 2024b) Förderbedingungen auf der Grundlage der Mitteilung der Europäischen Kommission zu IPCEI (EC 2021b) veröffentlicht. Diese beinhalten folgende Aspekte:

- **Fördergegenstand:** Förderfähig sind Vorhaben aus den Bereichen Wasserstoffherzeugung, Infrastruktur, Nutzung in der Industrie und Nutzung in der Mobilität. Förderfähige Kosten sind Investitionsausgaben, bestimmte Personalkosten und – im Fall einer ersten gewerblichen Nutzung – Betriebsausgaben. Geförderte Anlagen müssen vorrangig grünen Wasserstoff oder dessen Derivate einsetzen.
- **Förderkriterien:** Förderfähig sind bedeutende Vorhaben der Forschung, Entwicklung oder Innovation, erste industrielle Anwendungen oder bedeutende Infrastrukturvorhaben. Die Investitionssumme muss mindestens 10 Millionen Euro betragen. Die geförderten Unternehmen müssen sich mit einem nicht näher spezifizierten Eigenanteil beteiligen. Die Vorhaben müssen von einem Unternehmen mit einer Niederlassung in Deutschland umgesetzt werden.
- **Auswahlkriterien:** Bei der Auswahl der zu fördernden Projekte kommen allgemeine Förderkriterien, die Erfüllung von beihilferechtlichen Voraussetzungen, das Treibhausgas-Vermeidungspotenzial, der Ausschluss alternativer oder effizienterer Verfahren zur Treibhausgasvermeidung, das Potenzial zur mittel- bis langfristigen Wettbewerbsfähigkeit, der Beitrag zur Erschließung von Exportoptionen aus Deutschland, eine zügige Durchführbarkeit, die Beteiligung innovativer kleiner und mittlerer Unternehmen (KMU), die Eingliederung in die Wasserstoffwertschöpfungskette und eine hohe Systemdienlichkeit zum Tragen.

Die maximale Förderhöhe für ein Projekt entspricht gemäß einer Mitteilung der Europäischen Kommission der „Finanzierungslücke“, die als abgezinste „Differenz zwischen den positiven und negativen Cashflows während der Lebensdauer der Investition“ (EC 2021a) definiert ist. Insgesamt dürfen die beteiligten Mitglied-

staaten im Rahmen von Hy2Infra Fördermittel von bis zu 6,9 Milliarden Euro bereitstellen und es werden private Investitionen in Höhe von 5,4 Milliarden Euro erwartet (Schwarz 2024). Die Gesamtförderung der 23 deutschen Projekte innerhalb der IPCEI-Hy2Infra-Welle beläuft sich auf rund 4,6 Milliarden Euro, wobei die Gelder jeweils zu ca. 70 Prozent aus Bundesmitteln und zu ca. 30 Prozent aus Landesmitteln stammen, mit Ausnahme einer Offshore-Pipeline, die zu 100 Prozent vom Bund gefördert wird. Die Förderung macht bei den deutschen Projekten einen Anteil von rund 58 Prozent des Gesamtinvestitionsvolumens von rund 7,9 Milliarden Euro aus. Ein Teil der Fördermittel wird über den *Deutschen Aufbau- und Resilienzplan* (DARP) bereitgestellt, der aus Mitteln der *Aufbau- und Resilienzfazilität* (ARF) der Europäischen Union, *Next-GenerationEU* gespeist wird (BMWK 2024g).

Die GET-H2-Teilprojekte erhalten insgesamt eine Förderung von rund 717 Millionen Euro, die sich wie folgt verteilen (GET H2 2024c; RWE 2024b):

- Wasserstoffherzeugung durch RWE Nukleus Green H2 GmbH: 492 Millionen Euro
- Wasserstoffspeicherung durch RWE Gas Storage West: 128 Millionen Euro
- Wasserstofftransport: 97 Millionen Euro, davon 40 Millionen Euro an OGE, 38 Millionen Euro an Nowega und 19 Millionen Euro an Thyssengas.

In Deutschland fand das Interessenbekundungsverfahren zur Teilnahme an der Hy2Infra-Welle vom 14. Januar bis 19. Februar 2021 statt (BMWK 2024b), in allen beteiligten Mitgliedstaaten insgesamt zwischen Januar und August 2021 (Europäischer Rechnungshof 2024). Am 28. Mai 2021 erfolgte die Auswahl der zu fördernden Projekte durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie und das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMWK 2024b). Die Voranmeldungen bei der EU-Kommission fanden zwischen April 2022 und April 2023 statt und die Anmeldungen erfolgten im Januar 2024 (Europäischer Rechnungshof 2024). Die beihilferechtliche Genehmigung durch die EU-Kommission wurde am 15. Februar 2024 erteilt (Schwarz 2024), die Förderzusage für die deutschen Projekte durch das BMWK am 15. Juli 2024 (BMWK 2024g).

Erste Interessenbekundungen zur Teilnahme an der Hy2Infra-Welle fanden im Frühjahr 2021. Die beihilfe-rechtliche Genehmigung durch die EU-Kommission erfolgte dann im Februar 2024. Inzwischen wurden bereits einige finale Investitionsentscheidungen durch die im Rahmen von Hy2Infra geförderten Unternehmen getroffen (etwa bp 2024; RWE 2024b). Die Fertigstellung der Projekte ist zwischen 2026 und 2028 (Elektrolyseure) bzw. zwischen 2027 und 2029 (Pipelines) geplant (Schwarz 2024).

Die Wasserstofftransportprojekte von GET H2 Nukleus sind zudem Teil des Wasserstoffkernnetzes, welches am 22. Oktober 2024, das heißt rund drei Monate nach der IPCEI-Förderzusage durch das Bundeswirtschaftsministerium (BMWK), von der Bundesnetzagentur genehmigt wurde (BMWK 2024h). Abseits der IPCEI-Förderung ist für dieses eine rein privatwirtschaftliche Finanzierung über Netzentgelte vorgesehen. Zur Vermeidung übermäßiger Netzentgelte in der Anfangsphase mit voraussichtlich geringer Wasserstoffabnahme führte die Bundesregierung den Mechanismus des Amortisationskontos ein. Dieser ermöglicht eine staatliche Zwischenfinanzierung der Investitionskosten, solange die Ausgaben für den Aufbau und den Betrieb des Netzes die Einnahmen aus Netzentgelten übersteigen. Sobald die Einnahmen der Netzbetreiber ihre Ausgaben übersteigen, fließen die Überschüsse in das Amortisationskonto zurück. Falls das Amortisationskonto bis 2055 nicht ausgeglichen sein sollte, wird der Fehlbetrag -durch eine subsidiäre staatliche Absicherung ausgeglichen, woran sich die Netzbetreiber mit einem Selbstbehalt von bis zu 24 Prozent beteiligen. Diese staatliche Absicherung gegenüber einem verzögerten oder gescheiterten Wasserstoffhochlauf soll Investitionsunsicherheiten verringern (BMWK 2024h). Das Amortisationskonto kann gewissermaßen als Förderinstrument angesehen werden, mit welchem die intertemporale Kosten-Nutzen-Differenz ausgeglichen werden soll (Interview G1).

### 6.3.4 Anwendung der Kriterien für zukunftsfähige Industriepolitik

Im Folgenden werden die von den Autor:innen dieser Studie aufgestellten Kriterien für zukunftsfähige Industriepolitik auf die Fallstudie angewendet, um ihre Passgenauigkeit und Anwendbarkeit an einem Praxisbeispiel zu überprüfen. Als besonders relevant werden im Kontext dieser Fallstudie die Kriterien 1 „Wirkt

transformativ“, 4 „Sichert europäische und internationale Kooperation“, 7 „Ist auf sektorale Dynamiken abgestimmt“ und 9 „Arbeitet transparent und partizipativ“ angesehen, die dementsprechend im Vergleich zu den anderen Kriterien mehr Raum einnehmen.

## 1. Transformativ

Das übergeordnete Ziel einer Industriepolitik, auf das GET H2 Nukleus einzahlt, fasste eine Interviewpartner:in folgendermaßen zusammen: „Zukunftsfähige Industriepolitik hat die Aufgabe, klimapolitische Vorgaben so umzusetzen, dass die Industrie nicht gefährdet ist, aber eine Transformation stattfindet und die Unternehmen gleichzeitig wirtschaftlich konkurrenzfähig am Markt agieren können“ (Interview G3). Im Kontext der Wasserstoffwirtschaft kommt dabei der Infrastruktur eine ermöglichende Funktion zu: Der Aufbau der Infrastruktur ermöglicht die Versorgung der Industrie mit Wasserstoff, welche eine wesentliche Grundlage für die Industrietransformation darstellt (Interview G1).

Durch die Förderung wird das „Henne-Ei-Problem“ der Wasserstoffwirtschaft (siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) adressiert. In GET H2 Nukleus werden bereits die verschiedenen Marktrollen besetzt, sodass durch das Projekt die Voraussetzungen für den sich entwickelnden Markt geschaffen werden (Interview G2).

Eine große Abdeckung der Wertschöpfungskette, hohe Abnahmepotenziale, eine gute Anbindung im Kernnetz und die Verbindung zu den Niederlanden, welche den Aufbau von Importkapazitäten ermöglicht, sind Faktoren, die den transformativen Charakter des Projekts GET H2 Nukleus ausmachen (Interview G1). Dies entspricht dem Grundgedanken eines Important Projects of Common European Interest (IPCEI), bei dem eine Vielzahl von Einzelprojekten gefördert werden soll, die sich in ein großes Bild einfügen (Interview G3). Hinzu kommt ein besonders schneller und simultaner Aufbau von Kapazitäten auf den zentralen Stufen der Wertschöpfungskette (Interviews G2 und G4).

Die Projekte wären unter den aktuellen Marktbedingungen ohne Förderung nicht wirtschaftlich. Eine Förderung durch IPCEI und das Amortisationskonto erscheinen daher notwendig, um das beschriebene Koordinationsproblem beim Aufbau der H2-Wirtschaft zu lösen. Die Förderung hilft, für die betroffenen ein-

zelen Projekte Investitionshemmnisse zu überwinden. Gleichzeitig trägt sie durch die Ermöglichung dieser Projekte dazu bei, dass insgesamt eine Versorgung mit klimafreundlichem Wasserstoff aufgebaut werden kann, sodass eine Verbesserung der Bedingungen für die anzuschließenden Projekte erreicht werden kann. In der Stahlbranche wird durch den Einsatz von Wasserstoff und eine entsprechende Umstellung der Prozesse überhaupt erst die Produktion von klimaneutralem Stahl ermöglicht (Interview G2).

Durch GET H2 Nukleus und die beabsichtigte Anbindung an weitere Projekte (siehe Abschnitt „Case Study Background“) könnte unmittelbar bereits eine nennenswerte CO<sub>2</sub>-Einsparung realisiert werden: Mit thyssenkrupp Steel ist potenziell einer der größten CO<sub>2</sub>-Produzenten als Wasserstoffabnehmer beteiligt. Dadurch können Emissionen in der Größenordnung von 3,5 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr eingespart werden (Interview G2; GET H2 2024b). Die volle transformative Wirkung des Projekts ist jedoch erst durch mittelbare Effekte zu erwarten. Die Anbindung an das Ruhrgebiet als einen wichtigen Standort für die Grundstoffindustrie bietet enorme CO<sub>2</sub>-Einsparpotenziale (Interview G4).

Große Einzelabnehmer von Wasserstoff können zudem als Vorreiter angesehen werden, um perspektivisch auch kleinere Wasserstoffbedarfe bedienen zu können (Interview G4). Ein erklärtes Ziel des Projekts ist es, auch anderen Marktteilnehmern, die nicht Teil des Projekts sind, einen Zugang zum Markt zu gleichen Konditionen zu verschaffen, worüber bereits Gespräche stattfinden (Interview G2).

Über den Aufbau von Kapazitäten hinaus werden auch Lerneffekte von GET H2 Nukleus erwartet, wenn beispielsweise Erfahrungen zu einer systemdienlichen, kosten- oder auslastungsoptimierten Fahrweise der Anlagen gemacht werden und diesbezügliche Forschungs- und Entwicklungsbemühungen angestoßen werden (Interview G3).

Zusammenfassend lässt sich der Förderung von GET H2 Nukleus eine hohe transformative Wirkung attestieren (wesentlicher Beitrag).

## 2. Versorgungssicherheit und Resilienz

Durch das Angebot eines weiteren Energieträgers und den Aufbau einer heimischen Produktion kann die

Abhängigkeit von fossilen Energieimporten reduziert werden (Interview G3). Durch den Aufbau einer heimischen Wasserstoffwertschöpfungskette können strategische Abhängigkeit reduziert und somit Versorgungssicherheit und Resilienz der deutschen und europäischen Wirtschaft gestärkt werden (Interview G1)

Die Versorgungssicherheit wird durch eine Kombination von heimischer Wasserstoffproduktion und dem Aufbau von Importkorridoren über Grenzübergangspunkte erhöht (Interview G4). Für beide Bezugswege wird der Aufbau eines Netzes als essenziell angesehen: Durch ihn kann Wasserstoff eingesetzt werden, der – anders als etwa heute in Raffinerien – nicht notwendigerweise vor Ort produziert werden muss (Interview G2). Je mehr Produzenten am Markt sind, desto geringer sind schließlich die Auswirkungen eines Ausfalls einzelner Produzenten. Die Widerstandsfähigkeit kann also gesteigert und eine Autonomie in strategischen Bereichen erreicht werden (Interview G2).

Das Projekt GET H2 Nukleus setzt an all diesen Punkten an. Die Integration eines Wasserstoffspeichers trägt zusätzlich dazu bei, die Resilienz des Gesamtsystems zu erhöhen, indem zeitliche Schwankungen oder Lieferengpässe in der Versorgung mit Wasserstoff in einem gewissen Umfang ausgeglichen werden können.

Versorgungssicherheit und Resilienz werden daher durch die Förderung von GET H2 Nukleus gesteigert (geringer Beitrag).

## 3. Regional und sozial ausgleichend

Es gab bei der Auswahl der im Rahmen von IPCEI Hy2Infra zu fördernden Projekte den Interviews zufolge eine sachlich begründete Schwerpunktsetzung auf Regionen, in denen viel Strom aus erneuerbaren Energien produziert wird oder in denen große industrielle Abnehmer angesiedelt sind. Ein Ausgleich regionaler Disparitäten war insofern kein einschlägiges Kriterium für die Auswahl der zu fördernden Projekte. Jedoch tritt er zum Teil als ein erwünschter Nebeneffekt auf – wofür IPCEI-Projekte in Ostdeutschland als Beispiel genannt wurden (Interview G1).

Ein Kritikpunkt an dem Projekt war, dass nicht alle Regionen unmittelbar Zugang zum Wasserstoffkernnetz haben werden und daher auch nicht alle Regionen davon profitieren können. Zwar wurde

durch ein kriterienbasiertes Vorgehen versucht, etwa große Verbraucher, wichtige Erzeugungsregionen und Importzentren miteinzubeziehen, dennoch konnten nicht alle artikulierten Bedarfe berücksichtigt werden. In weiteren Schritten soll jedoch das Kernnetz weiter ausgebaut und um ein Verteilnetz ergänzt werden, sodass später weitere Akteure ans Netz angeschlossen werden können. (Interview G4)

Einem Interview zufolge wurde bei der Ausgestaltung des Kernnetzes sogar zu viel Rücksicht auf einen Regionalproporz genommen, anstatt sich an den jeweiligen regionalen Stärken und Schwächen zu orientieren. In diesem Zusammenhang wurde kritisiert, dass Süddeutschland bereits im Jahr 2032 an das Wasserstoffkernnetz angeschlossen werden soll und zum Teil sinnvolle Leitungen in Norddeutschland aus den Plänen gestrichen wurden (Interview G3).

Zukunftsfähige Industriepolitik betrachtet verschiedene Politikziele der Industrie- und Strukturpolitik integriert. Ein Mindestkriterium kann darüber definiert werden, dass die Politiken einander nicht widersprechen sollen. Klar ist aber auch, dass Industriepolitik nicht als Ersatz für Regional- und Strukturpolitik dienen kann. Gute Industriepolitik muss von strukturpolitischen Maßnahmen flankiert werden. Die industriepolitische Förderung in Regionen mit einer hohen Konzentration von energieintensiver Industrie, wie hier dem Ruhrgebiet, widerspricht unserer Ansicht nach nicht den Zielen einer Strukturpolitik, sondern kann im Gegenteil sogar als präventive Strukturpolitik angesehen werden: Ohne grünen Wasserstoff als klimafreundliche Alternative zu fossilen Rohstoffen stünde diese Region vor einem (weiteren) dramatischen Strukturwandel.

Der Ausgleich regionaler Disparitäten durch die Förderung von GET H2 Nukleus ist zusammenfassend nur teilweise gegeben und spielte in der Förderpraxis keine herausragende Rolle. Jedoch stellt dieses Kriterium eine wichtige Schnittstelle zur Regional- und Strukturpolitik dar (geringer Beitrag).

#### **4. Europäisch und international kooperativ**

Grundsätzlich spielen europäische Vernetzung und Interoperabilität eine große Rolle bei Wasserstoffinfrastrukturprojekten (Interview G2). Die geplanten Infrastrukturen von GET H2 Nukleus sollen Teil des

European Hydrogen Backbone sein, wodurch eine Anschlussfähigkeit an europäische Transportkorridore gegeben ist (Interview G1; H2Inframap 2025). Die EU sorgt einem Interview zufolge zudem gut dafür, dass ähnliche Marktbedingungen in unterschiedlichen Ländern herrschen. So legt ein delegierter Rechtsakt auf europäischer Ebene etwa Kriterien zur Herstellung von grünem Wasserstoff fest (Interview G2; EC 2023a).

Eine starke Wasserstoffinfrastruktur in Deutschland wird zudem als förderlich für Nachbar- und weitere EU-Staaten angesehen. So seien beispielsweise bereits Erzeugungsprojekte in Spanien und Portugal mit einer geplanten Abnahme in Deutschland auf den Weg gebracht worden (Interview G1). Umgekehrt werden für NRW Wasserstoffimporte zukünftig eine große Rolle spielen. So sollen im Jahr 2045 etwa 90 Prozent des Wasserstoffbedarfs aus anderen Bundesländern oder dem Ausland importiert werden (Interview G4; MWIKE 2024b). Darüber hinaus wird Deutschland als Standort für Kavernenspeicher eine wichtige Rolle spielen, da 60 bis 70 Prozent des technischen Potenzials für Kavernenspeicher in Deutschland liegen. Diese Speicher würden natürlich auch im europäischen Energiesystem genutzt werden (Interview G4).

GET H2 Nukleus ist durch den Anschluss an die Niederlande grenzübergreifend angelegt (vgl. Abschnitt „Case Study Background“). Mit weiteren europäischen Partnern, zu denen keine physikalische Verbindung besteht, gibt es einen engen Austausch zu Themen wie der Umstellung von Leitungen, Best Practices zum Betrieb oder Erfahrungen mit flexibler Einspeisung (Interview G2).

Weitet man den Blick vom Projekt GET H2 Nukleus auf das Politikinstrument Important Projects of Common European Interest (IPCEI), so zeigt sich, dass dieses zwar von Grund auf europäisch angelegt ist (Interviews G1 und G2). So benötigte ein IPCEI zum Zeitpunkt des Starts von Hy2Infra mindestens zwei beteiligte Mitgliedstaaten. Zugleich findet die Förderung jedoch letztlich auf nationaler Ebene statt. Daher stellt sich die Frage, ob es zulasten schwächerer Mitgliedstaaten gehen könnte, wenn wirtschaftsstarke Staaten wie Deutschland nationales Geld in die Förderung der heimischen Industrie stecken.

Eine erste Annäherung an diese Frage gelingt durch die Betrachtung, welche Mitgliedstaaten bei welchen

der vier wasserstoffbezogenen IPCEI-Wellen Hy2Tech, Hy2Use, Hy2Infra und Hy2Move beteiligt waren. Frankreich, Italien und die Niederlande sind an allen vier IPCEI-Wellen beteiligt, Deutschland nur an drei Wellen (Hy2Tech, Hy2Infra, Hy2Move). Insgesamt nahmen 16 Mitgliedstaaten sowie Norwegen an mindestens einer Welle teil (EC 2024h). Sieben weitere Mitgliedstaaten haben das IPCEI-Manifest unterzeichnet (BMWK 2020b). Nur vier Mitgliedstaaten (Irland, Lettland, Malta und Zypern) haben sich nicht daran beteiligt. Auch wenn diese Auswertung keine Rückschlüsse über die Anzahl oder das Volumen der geförderten Projekte zulässt, belegt sie eine breite Beteiligung über viele Mitgliedstaaten und dass weniger wirtschaftsstarke Länder nicht grundsätzlich von einer umfangreichen Beteiligung ausgeschlossen wurden.

Außereuropäisch findet einem Interview zufolge aktuell wenig kommunikativer Austausch statt. Die Häfen werden hier die Schnittstelle für Importe bilden (Interview G2). Da im Projektkonsortium internationale Energiekonzerne vertreten sind, wird das in GET H2 Nukleus aufgebaute Know-how jedoch direkt weltweit anwendbar. (Interview G3)

Zusammenfassend lässt sich die Förderung einer insbesondere europäischen Kooperation durch die Förderung von GET H2 Nukleus als ausgeprägt bewerten (geringer Beitrag).

## 5. Wettbewerb fördernd

Im Bereich der Wasserstoffproduktion gibt es bisher noch keinen etablierten Markt, der Wettbewerb zulassen würde (Interview G2). Das Projekt GET H2 Nukleus trägt dazu bei, die notwendige Netzinfrastruktur aufzubauen, die Grundlage für einen funktionierenden Markt ist und damit Wettbewerb bei Angebot und Nachfrage ermöglicht.

Vor diesem Hintergrund stellt die IPCEI-Förderung zwar grundsätzlich einen Wettbewerbsvorteil für die geförderten Unternehmen dar und wirkt insofern marktverzerrend. Jedoch steht dieser Wettbewerbs-einschränkung der hohe Nutzen der Maßnahme gegenüber (Interview G1). Der Wettbewerbsvorteil ist zudem nicht gegenüber allen Wettbewerbern gegeben, sondern nur gegenüber anderen Unternehmen, die ähnliche innovative Projekte planen. Denn

laut Förderkriterien für das IPCEI Hydrogen müssen geförderte Projekte ein bedeutendes Forschungs-, Entwicklungs- oder Innovationsvorhaben, eine erste industrielle Anwendung oder ein bedeutendes Infrastrukturprojekt aus den Bereichen Umwelt, Energie oder Verkehr im Sinne der einschlägigen EU-Strategien darstellen (BMWK und BMVI 2021; EC 2021a), also transformativen Charakter und damit auch ein erhebliches Risiko haben.

Der Gestaltung des Politikinstrumentes IPCEI liegt zugrunde, dass staatliche Beihilfe nur zulässig ist, wenn sie erforderlich und angemessen ist und den Wettbewerb nicht unverhältnismäßig verfälscht. So dürfen etwa weder Vorhaben gefördert werden, die auch ohne Förderung durchgeführt würden, noch darf ein übliches Geschäftsrisiko einer Wirtschaftstätigkeit ausgeglichen werden. Dies schlägt sich darin nieder, dass die Förderung bei IPCEI nur die Finanzierungslücke (vgl. Abschnitt „Politische Instrumente“) abdecken darf und grundsätzlich ein Eigenanteil durch den Zuwendungsempfänger zu leisten ist. Rückzahlbare Beihilfeinstrumente werden dabei grundsätzlich bevorzugt (BMWK 2020a).

Um unverhältnismäßige Wettbewerbsvorteile für geförderte Unternehmen zu vermeiden, verpflichtete die Europäische Kommission die beteiligten Mitgliedstaaten bei den bisherigen IPCEI dazu, unter bestimmten Voraussetzungen eine sogenannte *Rückgriffklausel (Clawback-Klausel)* umzusetzen, derzufolge der betroffene Mitgliedstaat nach Ende des Förderzeitraums überprüfen muss, ob eine „Überförderung“ stattgefunden hat. Falls dies der Fall ist, müssen die Fördermittel anteilig oder komplett zurückgefordert werden (BMWK 2024h).

Zusammenfassend werden durch die Förderung von GET H2 Nukleus die Grundlagen für einen Wettbewerb auf dem entstehenden Wasserstoffmarkt gelegt. Möglichen Wettbewerbsverzerrungen wird durch die Ausgestaltung des Politikinstrumentes IPCEI entgegen gewirkt (geringer Beitrag).

## 6. Setzt öffentliche Mittel effizient ein

Grundsätzlich wurde die Förderung von GET H2 Nukleus in den Interviews als notwendig angesehen. Zum einen werde damit das Ziel verfolgt, einen noch nicht vorhandenen Markt auszureizen, der bislang

nicht entsteht, da die Wirtschaftsakteure die damit verbundenen Risiken als prohibitiv hoch einschätzen (Interview G1). Zum anderen gelte es, einen parallelen Hochlauf in den Erzeugungs-, Transport- und Verbrauchskapazitäten innerhalb kurzer Zeit zu realisieren (Interview G4), also ein Koordinationsproblem zu überwinden.

Vor diesem Hintergrund wurde der Förderung grundsätzlich ein gutes Kosten-Nutzen-Verhältnis attestiert (Interview G4). Die Frage, ob durch die Förderung öffentliche Mittel auf effiziente Weise eingesetzt werden, wurde in den Interviews nicht explizit bestätigt, jedoch waren auch keine alternativen Instrumente mit einer höheren Effizienz bekannt. Durch einen Eigenanteil, der von den Unternehmen zu tragen ist, beinhaltet das IPCEI auch marktwirtschaftliche Prinzipien (Interview G1) und der Staat übernimmt nicht das gesamte Risiko der Investition.

Detaillierte Förderbedingungen (siehe Abschnitt „Politische Instrumente“) und eine gründliche beihilferechtliche Prüfung (vgl. dazu gegenläufiges Kriterium 10 „Ist pragmatisch und lernt aus Fehlern“) tragen dazu bei, dass öffentliche Fördergelder nicht über das notwendige Maß hinaus gewährt wurden. Dementsprechend gilt der folgende Grundsatz: „Beihilfen gelten zudem nur dann als angemessen, wenn ausgeschlossen ist, dass dasselbe Ergebnis auch mit einer geringeren Beihilfe erreicht werden könnte“ (BMWK 2020a).

Demgegenüber wurde einem Interview zufolge bei der Zuteilung der Förderung zu wenig Wert auf einen Wettbewerb zwischen potenziellen Standorten gelegt, sondern eher nach regionalpolitischen Aspekten und entsprechendem Lobbyismus entschieden (Interview G3).

Auch dem Amortisationskonto als Politikinstrument wurde grundsätzlich eine effiziente Verwendung der eingesetzten Mittel attestiert (Interview G2). Da das Amortisationskonto spätestens 2050 wieder ausgeglichen sein soll, stellt es auch kein echtes Förderinstrument, sondern eher ein Zwischenfinanzierungsinstrument dar, mit dem das Risiko verlagert werden kann. Die Deckelung der Netzentgelte wird so lange aufrechterhalten, bis das Konto wieder ausgeglichen ist (Interview G4). Für den Fall, dass das Amortisationskonto bis 2055 nicht ausgeglichen ist, greift jedoch eine staatliche subsidiäre Absicherung

(BMWK 2024h). Die Effizienz lässt sich abschließend dementsprechend erst rückblickend bewerten.

Trotz einiger Kritik an der Auswahl der geförderten Projekte, die möglicherweise nicht alleine nach marktwirtschaftlichen Kriterien erfolgt ist, sehen wir das Kriterium der effizienten Nutzung staatlicher Ressourcen als weitgehend erfüllt an, da dem Instrument insgesamt ein hohes Kosten-Nutzen-Verhältnis attestiert werden kann und durch sein Design sichergestellt ist, dass eine Überförderung vermieden wird (kein Beitrag).

## **7. Ist auf sektorale Dynamiken abgestimmt**

Grundsätzlich werden in GET H2 Nukleus die besonderen Herausforderungen der Wasserstoffwirtschaft adressiert. Der Henne-Ei-Problematik wird dadurch Rechnung getragen, dass ein Gesamtkonzept gefördert wird, welches Produktion, Transport, Speicherung und Nutzung von Wasserstoff umfasst und somit den koordinierten Aufbau der jeweiligen Kapazitäten zeitgleich ermöglicht. Im Bereich der Wasserstoffproduktion werden bereits entwickelte Technologien hochskaliert. Der Einsatz verschiedener Technologien zur Wasserstoffnutzung wird ermöglicht. Den besonderen Herausforderungen der Infrastruktur als natürliches Monopol mit einer langen Lebensdauer und einer wirtschaftlichen Abhängigkeit von ausreichend hoher Ein- und Auspeisung wird im besonderen Maße durch die Ergänzung der IPCEI-Förderung durch das Amortisationskonto begegnet. Als sektorspezifische Chance wird die Umwidmung vorhandener Erdgasinfrastruktur genutzt.

Die Kostenkalkulation, die für eine Bewerbung zum IPCEI erforderlich war, war für die Unternehmen jedoch herausfordernd, da es hohe politische sowie technologische Unsicherheiten gab (Interview G3). Für Infrastrukturprojekte kam erschwerend hinzu, dass das Konzept der IPCEI-Förderung auf sie nur schwer anwendbar war: Der Förderbedarf wird bei IPCEI auf Basis einer „Finanzierungslücke“ ermittelt. Bei regulierter Netzinfrastruktur tritt jedoch für die Betreiber diese Finanzierungslücke definitionsgemäß nicht auf, da Abschreibungen, Betriebskosten und Verzinsungsanteile als Netzentgelte vereinnahmt werden können (Interview G2 und G3). Ohne Förderung wären entsprechende Netzentgelte jedoch zu Beginn des Wasserstoffhochlaufs prohibitiv hoch.

Diese Problematik ist einem Interview zufolge von der EU-Kommission erst spät erkannt worden, jedoch sei schließlich eine Lösung gefunden worden, die eine Finanzierungslücke an einer geringen Auslastung der Infrastruktur festmachte (Interview G2). Positiv zu bemerken ist, dass Lösungen gefunden wurden, obwohl die Komplexität hoch war und es viele Unbekannte gab, wie die Höhe von Netzentgelten, die Dauer des Markthochlaufs oder die Auslastung von Leitungen (Interview G1).

Für Wasserstoffinfrastrukturprojekte ist aus heutiger Sicht das Amortisationskonto das wesentliche Steuerungs- und Förderinstrument (Interview G2 und G3). Es ist hinsichtlich der Förderung ungleich höher dimensioniert als das IPCEI (Interview G1). So wird das Amortisationskonto durch die *Kreditanstalt für Wiederaufbau* (KfW) mit einem Kreditrahmen von 24 Milliarden Euro ausgestattet (KfW 2024), also gut fünfmal so viel wie die 4,6 Milliarden Euro Förderung für IPCEI Hy2Infra, die sich zudem neben Pipelines auch auf Elektrolyse und Speicherung verteilt.

Das Amortisationskonto wird dementsprechend als sachgerechter Lösungsmechanismus angesehen, der Wasserstoffabnehmern Planungssicherheit bei der Nutzung der Infrastruktur gibt und ihnen somit die Marktteilnahme ermöglichen wird. Eine wesentliche Variable ist hier noch die Höhe des Netzentgeltes, welches von der Bundesnetzagentur noch festgelegt wird. Im Vergleich zur IPCEI-Förderung, bei der ein signifikanter Anteil des Investitionsrisikos bei den investierenden Unternehmen verbleibt, was als hinderlich für eine effektive Investitionsförderung für sehr langlebige Assets betrachtet wird, wird das wirtschaftliche Risiko durch das Amortisationskonto effektiver gemindert, sodass Investitionen ermöglicht werden (Interview G2).

Die Antragstellung für das IPCEI erfolgte jedoch noch vor der Findungsphase des Wasserstoffkernnetzes und dem Vorschlag der Deutschen Energieagentur für das Amortisationskonto (siehe Abschnitt „Politische Instrumente“), welche inzwischen beide beschlossen sind. Rückblickend lässt sich die Notwendigkeit der IPCEI-Förderung für eine Investitionsentscheidung in Wasserstoffinfrastrukturprojekte infrage stellen, auch wenn eine Doppelförderung ausgeschlossen wird (vgl. Kriterium 8 „Ist verlässlich und konsistent“). Für die Produktionsanlagen wird die IPCEI-Förderung jedoch

als entscheidend angesehen, die auch den größten Teil der Förderung erhalten (Interview G2).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass im Zusammenspiel aus IPCEI-Förderung und Amortisationskonto eine Kombination zweier industriepolitischer Instrumente installiert wurde, die den Herausforderungen des Sektors in hohem Maße gerecht wird und seine Potenziale nutzt (geringer Beitrag).

## 8. Ist verlässlich und konsistent

Der Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft spielt in mehreren übergeordneten Politikstrategien eine Rolle. So definiert die Fortschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie etwa folgende Ziele bis 2030 (BMWK 2023b):

- Beschleunigter Markthochlauf von Wasserstoff
- Sicherstellung ausreichender Verfügbarkeit von Wasserstoff
- Aufbau einer leistungsfähigen Wasserstoffinfrastruktur
- Etablierung von Wasserstoffanwendungen in den Sektoren
- Deutschland wird Leitanbieter für Wasserstofftechnologien
- Schaffung geeigneter Rahmenbedingungen

Die Industriestrategie des Bundeswirtschaftsministeriums (BMWK) hebt die Bedeutung eines schnellen Aufbaus einer Wasserstoffinfrastruktur und -wirtschaft für eine Verbesserung der Standortbedingungen für die Industrie hervor (BMWK 2023a). Auch in der Energie- und Wärmestrategie des Landes Nordrhein-Westfalen spielt Wasserstoff eine herausragende Rolle (MWIKE 2024a). Von den Importstrategien auf Bundes- und Landesebene, mit denen zwar noch keine Maßnahmen verknüpft sind, geht schließlich das Signal aus, dass Deutschland und insbesondere Nordrhein-Westfalen große Mengen Wasserstoff abnehmen wird (Interview G4).

In diese Politikstrategien fügt sich die IPCEI-Förderung von Wasserstoffprojekten nahtlos ein. In den genann-

ten Dokumenten wird auf sie sogar explizit Bezug genommen. Dies verdeutlicht eine hohe Verlässlichkeit und Konsistenz in diesem Politikfeld. Insgesamt wird eine hohe Verlässlichkeit durch eine politische Stärkung und Stützung der Förderung wahrgenommen (Interview G4). Die Energiekrise infolge des Kriegs in der Ukraine hat dabei noch zu einer Beschleunigung und Relevanzsteigerung geführt (Global Energy Solutions 2022; Interview G1)

Das IPCEI Hy2Infra stellt einem Interview zufolge einen wichtigen Pfeiler der deutschen Industriepolitik und eine der volumenmäßig größten Förderungen dar (Interview G1). Auch qualitativ wurde sie in mehreren Interviews als sehr gut bewertet.

Auch die Kombination von IPCEI-Förderung und Kernnetz wurde in den Interviews als konsistent bewertet. Die IPCEI-Projekte wurden demnach in das Kernnetz integriert, wodurch es gelungen ist, die beiden Prozesse miteinander in Einklang zu bringen (Interviews G1 und G2). Die IPCEI-Förderung wird das Amortisationskonto entlasten (Interview G2), eine Doppelförderung ist jedoch ausgeschlossen, da Kosten nicht doppelt verbucht werden können und beide Instrumente beihilferechtlich geprüft wurden (Interview G1).

Die IPCEI-Förderung kann als eine Förderung des Markthochlaufs verstanden werden. Diese wird jedoch einem Interview zufolge auf Dauer nicht das Problem lösen, dass es eine Diskrepanz zwischen Herstellungskosten und Marktpreisen geben wird (Interview G3). Daher werden flankierende, längerfristig wirksame Politikinstrumente als erforderlich angesehen. Genannt wurden etwa ein ausreichend hoher CO<sub>2</sub>-Preis im EU-Emissionshandel (EU ETS), Klimaschutzverträge oder eine OPEX-Förderung (Interview G3). Komplementär zur IPCEI-Förderung gibt es auch Fördermöglichkeiten auf europäischer Ebene, etwa im Rahmen der Fazilität *Connecting Europe* (Interview G2; Europäischer Rechnungshof 2024: 65)

Zusammenfassend fügt sich die Förderung von GET H2 Nukleus in ein stimmiges Gesamtbild ein, sodass ihr eine hohe Verlässlichkeit und Konsistenz attestiert werden kann. Diese ist jedoch abhängig von der langfristigen Stabilität der rahmengebenden Politikinstrumente (EU ETS) und der politischen Ziele (wesentlicher Beitrag).

## 9. Arbeit transparent und partizipativ

Mit der Förderbekanntmachung zu IPCEI Hydrogen wurden Kriterien veröffentlicht, die die zu fördernden Projekte erfüllen müssen bzw. die zur Auswahl der zu fördernden Projekte herangezogen wurden (siehe Abschnitt „Politische Instrumente“). Eine wichtige Voraussetzung für eine transparente Förderpolitik ist damit gegeben.

Demgegenüber erfolgte die Auswahl der zu fördernden Projekte einem Interview zufolge in der Praxis nicht transparent, sondern wurde in Abstimmung zwischen Bund und den beteiligten Ländern getroffen. Es sei weniger die transformative Wirkung der Projekte, sondern regionalpolitische Aspekte, die über die Förderung entschieden. Sichtbarkeit und Lobbyismus der Projekte seien letztlich entscheidend gewesen. Hinzu kam das Gewicht großer Konzerne, die gegenüber weniger bekannten oder weniger bedeutsamen Unternehmen bevorzugt wurden, was zwar als politisch kluge Herangehensweise angesehen werden kann, jedoch nicht transparent gemacht wurde (Interview G3).

Was Partizipationsmöglichkeiten angeht, wurden zum einen bei der Entwicklung des Kavernenspeichers Bürgerbeteiligungsformate durchgeführt (Interview G4). Der Betreiber RWE Gas Storage West lud interessierte Bürger:innen und Vertreter:innen von Kommunen und Presse zu mehreren Informationsveranstaltungen zwischen Juni 2022 und Oktober 2024 ein (RWE o. J.). Zu den anderen Projektbestandteilen sind keine Beteiligungsverfahren bekannt.

Zum anderen haben die am Interessenbekundungsverfahren teilnehmenden Unternehmen sich selbstständig in Cluster gruppiert, wie etwa die Teilprojekte von GET H2 Nukleus (Interviews G1 und G3). Jedoch war es erforderlich, den Zusammenhang aller Projekte der gesamten IPCEI-Welle aufzuzeigen, wodurch die Gestaltungsmöglichkeiten der Unternehmen wiederum verringert wurden (Interview G3). Eine stärkere Partizipation würde jedoch als sinnvoll im Sinne einer zukunftsfähigen Industriepolitik angesehen werden (Interview G3).

Die Governance-Struktur des IPCEI ermöglicht es geförderten Unternehmen schließlich, in Gremien mitzuarbeiten und ihre Erfahrungen einzubringen (Interview G1).

Die Transparenz der Förderpolitik kann zusammenfassend als ambivalent bewertet werden. Partizipation ist in Ansätzen vorhanden, spielte bei der Förderauswahl aber keine herausragende Rolle (kein Beitrag).

## 10. Ist pragmatisch und lernt aus Fehlern

Alle Interviewpartner:innen äußerten sich kritisch zu dem sehr langen Bewilligungszeitraum aufseiten der EU-Kommission, der zu einer großen Verunsicherung bei den beteiligten Unternehmen geführt habe. Ähnlich äußerte sich auch Dr. Sopna Sury (RWE Generation) in einem Onlineinterview und forderte dort einfachere und schnellere Genehmigungsverfahren (Interview with Dr. Sopna Sury, COO Hydrogen at RWE Generation 2023). Die lange Dauer des Anmelde- und Genehmigungsverfahrens für die IPCEI-Förderung wurde vonseiten der Unternehmen schließlich auch im Rahmen eines Sonderberichts des Europäischen Rechnungshofs bemängelt (Europäischer Rechnungshof 2024: 50–52). Die IPCEI-Welle Hy2Infra benötigte demzufolge mit 22 Monaten zwischen Voranmeldung (April 2022) und Genehmigung (Februar 2024) deutlich länger als zwei weitere wasserstoffbezogene IPCEI-Wellen Hy2Tech (10,5 Monate) und Hy2Use (12 Monate, ebd.).

Als eine Folge der langen Bewilligungsdauer wurde genannt, dass inflationsbedingt die ursprünglichen Projektkalkulationen unrealistischer wurden und es zu einem Fehlbetrag zwischen zugesagter Förderung und aktueller Kostenkalkulation kam (Interviews G2 und G4). Hier waren insbesondere Kostensteigerungen in der Folge des Kriegs in der Ukraine wirksam, die sich in Strompreisen, Beschaffungskosten für Material sowie Ingenieurs- und Baudienstleistungen niederschlugen (Global Energy Solutions 2022). Hier muss allerdings angemerkt werden, dass zumindest ein Teil der Kostensteigerungen auch bei einer schnelleren Bewilligung zum Tragen gekommen wäre. Kostensteigerungen gehören zum unternehmerischen Risiko, welches durch den Staat nicht vollständig ausgeglichen werden kann. Das Risiko wächst andererseits, je mehr Zeit bis zur Bewilligung verstreicht (Global Energy Solutions 2022). Zudem können Zeitverzögerungen die Standortentscheidungen multinationaler Unternehmen beeinflussen (a. a. O.: 50).

Als Ursachen für die lange Genehmigungsdauer wurden genannt:

- Das Zusammenspiel im Mehrebenensystem. Die EU-Kommission kam als zusätzliche Ebene zur Bund-Länder-Ebene hinzu (Interview G1).
- Wenig Vorerfahrung. Es handelte sich um die erste große IPCEI-Förderung, sodass viel Know-how erst aufgebaut werden musste (Interview G3). Ein Beispiel hierfür ist das Verständnis für die besonderen Herausforderungen von Infrastrukturprojekten in Hinblick auf die Förderlogik von IPCEI (vgl. Kriterium 7 „Ist auf sektorale Dynamiken abgestimmt“) und eine entsprechende Lösungsfindung zur Ermittlung der Finanzierungslücke.
- Eine große Zahl von Projekten zu Beginn und ein damit einhergehender hoher bürokratischer Aufwand (Interview G2) sowie eine hohe Arbeitsbelastung der Kommission zwischen 2021 und Ende 2023 aufgrund von fünf bis sieben parallel zu bewertenden IPCEI (a. a. O.: 51).
- Eine wenig effiziente Gestaltung des Prozesses (Interviews G2 und G3). Beispielsweise wurden Rückfragen jeweils parallel an alle Unternehmen geschickt, worauf zunächst eine Antwortfrist verstrichen ist, bevor Rückfragen zum jeweils nächsten Themenschwerpunkt gestellt wurden (Interview G4). Daraus ergab sich eine große Zahl an Rückfragerunden (Interview G3). Dies lässt sich auf die Notwendigkeit zurückführen, ein IPCEI jeweils in seiner Gesamtheit zu bewerten (a. a. O.: 51–52).
- Änderungen der Projektstruktur (z. B. über Projektgröße, beteiligte Unternehmen oder Zweck) im Laufe des Prozesses (ebd.).
- Indirekte Kommunikation. Als hinderlich bei der Klärung von offenen Punkten wurde gesehen, dass zu Anfang die Kommunikation mit der EU-Kommission nicht direkt stattfand, sondern über einen Projektträger erfolgte. Ein direkter Austausch zu schwierigen oder kontroversen Themen erwies sich später als sehr hilfreich. (Interview G2).
- Ein unklarer Ablauf. Es wurde kein klarer Prozess mit Zeitpunkten definiert. Der Austausch geschah stattdessen „auf Zuruf“ (Interview G3).

Einer Interviewpartner:in zufolge waren die oben genannten Probleme längere Zeit bereits bekannt, es sei jedoch nichts dagegen unternommen worden, bevor der Prozess schließlich auf politischen Druck hin in Gang kam (Interview G3).

Die IPCEI-Förderung wurde zusammenfassend in den Interviews als wenig pragmatisch beschrieben, insbesondere im Zusammenhang mit Infrastrukturprojekten. Die Tatsache, dass letztlich Lösungen auch für Infrastrukturprojekte trotz des regulierten Marktes gefunden wurden, weist jedoch auf eine Lösungsorientierung und Lernbereitschaft der europäischen Kommission hin.

Zudem gibt es Bestrebungen von mehreren EU-Mitgliedstaaten, auf eine Beschleunigung des Bewerbungsverfahrens für zukünftige Ausschreibungen hinzuwirken. Dies wäre ein Beispiel für eine korrekturfähige Industriepolitik. Ein Ansatzpunkt wäre etwa, die EU-Kommission bei der Bewilligung nicht auf der

Ebene von Einzelprojekten zu involvieren, sondern mit einem *Envelope*, also einer regionalen Zuweisung finanzieller Mittel für den Förderzweck, zu arbeiten. (Interview G1)

Die Europäische Kommission reagierte bereits mit der Veröffentlichung eines Verhaltenskodexes im Mai 2023, der zu einer transparenten, integrativen und schnelleren Gestaltung der IPCEI beitragen soll. Im Oktober 2023 richtete sie das *Gemeinsame Europäische Forum* für IPCEI ein, um dort gemeinsam mit den Mitgliedstaaten potenzielle Themenfelder für künftige IPCEI zu ermitteln und die Verfahren weiter zu beschleunigen (Europäischer Rechnungshof 2024).

Die Integration des Kernnetzprozesses in den laufenden IPCEI-Prozess ist ein weiteres Beispiel dafür, wie die Förderung auf geänderte Rahmenbedingungen reagieren konnte. In laufenden Projekten wird zudem fortwährend auf aktuelle Entwicklungen reagiert (Interview G1).

ABBILDUNG 6 Kriterien für zukunftsfähige Industriepolitik angewandt auf das Fallbeispiel – Get H2



Quelle: Eigene Darstellung.

Die Wirkung der Instrumente IPCEI und Amortisationskonto wird sich einem Interview zufolge aufgrund der komplexen Gesamtlage erst langfristig zeigen. Die klaren Vorgaben etwa, die mit einer Förderung einhergehen, zum Beispiel was den zeitlichen Rahmen oder Pflichten wie etwa eine transparente Darstellung von Kosten angeht, kann von Unternehmen auch als einengend empfunden werden. Es ist daher abzuwarten, welche weiteren Projekte realisiert und welche Förderungen tatsächlich in Anspruch genommen werden. Der Staat erhält im gleichen Zuge jedoch Informationsvorteile und ein gewisses Druckmittel, wodurch Möglichkeiten einer Steuerung und Nachjustierung gegeben sind (Interview G1).

Zusammenfassend wurde die Förderung von GET H2 Nukleus zwar als zunächst wenig pragmatisch, aber als durchaus lernfähig beschrieben (geringer Beitrag).

## 6.4 SALCOS

### 6.4.1 Einleitung

Die Stahlproduktion ist für ca. 30 Prozent der direkten industriellen Treibhausgas-Emissionen verantwortlich und für knapp 7 Prozent der gesamten jährlichen Treibhausgas-Emissionen in Deutschland. Bei der Primärstahlproduktion sind große Teile dieser Emissionen prozessbedingt, weil Eisenoxid durch Koks (Kohlenstoff) zu Eisen reduziert wird und dabei CO<sub>2</sub> entsteht, während bei der Sekundärroute, bei der Stahlschrotte wieder eingeschmolzen werden, die meisten Emissionen in der notwendigen Energiegewinnung anfallen (Agora Energiewende und Wuppertal Institut 2019). Die Primärstahlroute zu dekarbonisieren ist daher eine besondere technische Herausforderung und weltweit noch in keiner großtechnischen Anlage, die rein ‚grünen‘ Stahl produziert, umgesetzt.

Eine Möglichkeit, die Primärstahlroute zu dekarbonisieren, ist es, den Reduktionsprozess von Koks auf Wasserstoff umzustellen, die sogenannte *H<sub>2</sub>-Direktreduktionsroute* (H<sub>2</sub>-DRI). Dabei werden die klassischen Hochöfen durch Direktreduktionsanlagen ersetzt und es soll langfristig Wasserstoff zur Reduktion des Eisenerzes genutzt werden. In der Übergangsphase ist es aber auch möglich, Erdgas zur Reduktion zu nutzen. Auch durch Direktreduktion mit Erdgas werden die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Stahlproduktion gegenüber

der konventionellen Hochofenroute bereits deutlich reduziert.

Diese Umstellung der Stahlindustrie auf Wasserstoff als Reduktionsmittel birgt ein erhebliches Potenzial zur Dekarbonisierung, ist jedoch mit zahlreichen Herausforderungen verbunden. Die Investitionen in neue Anlagen und Infrastrukturen sind kapitalintensiv und bergen hohe Risiken. Zudem wird die Umstellung mindestens übergangsweise zu höheren Betriebskosten führen, was die Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Stahlindustrie, die bereits unter einem starken internationalen Druck steht, weiter belasten könnte. Die Abhängigkeit von einem funktionierenden Wasserstoffmarkt und die Schwankungen der Energiepreise erhöhen die Unsicherheit für Unternehmen. Die Umstellung der Primärstahlproduktion an mehreren Standorten in Deutschland wird daher derzeit politisch unterstützt, um die Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Stahlindustrie im Übergang zu sichern.

Die vorliegende Fallstudie analysiert die Förderung des SALCOS-Projekts am Standort Salzgitter in Niedersachsen der gleichnamigen Salzgitter AG. Dabei werden auch die allgemeinen politischen Rahmenbedingungen betrachtet, die für die Transformation des Stahlsektors relevant sind. Die Kriterien für zukunftsfähige Industriepolitik, die in Kapitel 4 erarbeitet wurden, werden auf die Fallstudie angewandt und dadurch erprobt und validiert.

### 6.4.2 Hintergrund der Fallstudie

Die Salzgitter AG betreibt aktuell drei Hochöfen in Salzgitter, die durch das SALCOS-Projekt schrittweise durch Direktreduktionsanlagen ersetzt werden sollen. In einem ersten, aktuell im Bau befindlichen Schritt soll bis 2026 eine neue Direktreduktionsanlage gebaut werden, die den ersten der drei Hochöfen ersetzen soll. Bis Ende 2033 sollen alle drei Hochöfen durch Direktreduktionsanlagen ersetzt werden und so insgesamt bis zu 95 Prozent der Emissionen eingespart werden (Salzgitter AG, o. J.). In den Interviews wurde betont, dass damit bis zu acht Millionen Tonnen direkte CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Jahr und damit knapp 1 Prozent der jährlichen gesamtdeutschen Emissionen vermieden werden könnten (Interview S1).

Dafür investiert die Salzgitter AG für den ersten Ausbauschritt ca. 1,3 Milliarden Euro und wird zusätzlich

mit ca. einer Milliarde Euro öffentlichen Geldern gefördert.

Die Region Salzgitter ist geprägt durch die Salzgitter AG und weitere große Industriebetriebe: Die Salzgitter AG, Bosch, Volkswagen, MAN und Alstom haben jeweils Produktionsstandorte in Salzgitter und werden auch als die „Big Five“ der Region bezeichnet. Die Region ist damit auch wirtschaftlich sehr gut aufgestellt, was sich an einem Bruttoinlandsprodukt (BIP) pro Kopf in der Region von ca. 51.000 Euro im Jahr 2021 festhalten lässt, das deutlich über dem deutschen Durchschnitt von 43.000 Euro im Jahr 2021 liegt (Bundeswahlleiterin 2024).

Die Region steht dementsprechend sehr gut da, ist aber gleichzeitig stark abhängig von der Industrie. Um die negativen Folgen eines Strukturwandels zu vermeiden, ist es daher von großer Relevanz, die Industriebetriebe auch vor Ort zu transformieren. Hierauf zahlt das SALCOS-Projekt mit einem klar nachvollziehbaren Transformationspfad ein.

### 6.4.3 Industriepolitische Rahmenbedingungen und Förderung

Auf die Transformation der deutschen und europäischen Stahlindustrie wirken verschiedene politische Rahmenbedingungen ein, die miteinander wechselwirken und sich gegenseitig bedingen. Erstens sind für die Stahlindustrie als energieintensive Industrie die Energiepreise relevant für die Wettbewerbsfähigkeit. Durch die Umstellung auf die neue Technologie gehören hierzu in Zukunft auch die Wasserstoffpreise; zudem werden auch der Anschluss an eine Wasserstoffinfrastruktur und ggf. höhere Anschlussleistungen bei der Stromversorgung relevant. Zweitens ist die Stahlindustrie Teil des *Europäischen Emissionshandels* (*European Union Emissions Trading System*, EU ETS) und muss daher für ihre CO<sub>2</sub>-Emissionen jedes Jahr die entsprechende Menge Zertifikate nachweisen. Ein steigender CO<sub>2</sub>-Preis verändert die relative Profitabilität von konventionell produziertem Stahl zu grün produziertem Stahl und kann die zusätzlichen Kosten (teilweise) ausgleichen. Durch seine regionale Begrenzung müssen jedoch die internationalen Wettbewerbsimplikationen des EU ETS mitgedacht werden, die aktuell durch eine kostenfreie Zuteilung von Zertifikaten und langfristig durch einen CO<sub>2</sub>-Grenzausgleichsmechanismus (*Carbon Border Adjustment Mechanism*, CBAM)

adressiert werden. Zu diesen politischen Rahmen- und Standortbedingungen kommen dann drittens Förderinstrumente hinzu, die den Transformationsprozess anreizen und möglich machen sollen.

Im aktuellen *Cap-and-Trade*-System des EU-Emissionshandels (EU ETS) werden die Zertifikate jährlich reduziert; im Jahr 2038 werden die letzten Zertifikate ausgegeben. Dementsprechend werden die Zertifikate jedes Jahr knapper und der Preis wird den Erwartungen zufolge ansteigen. Während in den ersten beiden Allokationsperioden (2005 bis 2007 und 2008 bis 2012) noch ein Überschuss an Zertifikaten vorherrschte, wurde dieser ab der dritten Allokationsperiode schrittweise abgebaut (UBA 2025). Im Jahr 2023 wurden die Minderungspfade der Zertifikate im Rahmen des *Fit-for-55-Pakets* weiter verstärkt. Die energieintensive Industrie, einschließlich der Stahlindustrie, erhält dabei derzeit noch einen Teil der Zertifikate kostenlos, um Abwanderung und sogenanntes *Carbon Leakage* zu vermeiden. Die kostenlose Zuteilung wird jedoch in den nächsten Jahren schrittweise durch einen CO<sub>2</sub>-Grenzausgleichsmechanismus (CBAM) ersetzt, der auf ausgewählte importierte Produkte CO<sub>2</sub>-Preise in Höhe des Preises der EU-ETS-Zertifikate erhebt. Ab 2026 müssen Importeure Zertifikate für die Emissionen ihrer Produkte erwerben (UBA 2025).

Die Interviewpartner:innen bestätigten, dass schon in den Jahren 2014/2015 der Emissionshandel und die erwartete Unterdeckung ab dem Jahr 2018 den Ausschlag gaben, sich mit Möglichkeiten der CO<sub>2</sub>-Reduktion in der Stahlindustrie zu befassen (Interview S1). Aufgrund dieses Drucks wurden Alternativen ausgelotet, um Stahl klimaneutral herzustellen (Interviews S1 und S2).

Der Aufbau einer Wasserstoff-Direktreduktionsanlage ist großen Risiken ausgesetzt. Zum einen gibt es große Unsicherheiten über die Verfügbarkeit und die Kosten von grünem Wasserstoff in der näheren Zukunft, zum anderen wird auch unter günstigen Bedingungen grüner Stahl einen höheren Preis haben als sogenannter *grauer Stahl*, der zu Anfang auch nicht von einem ausreichenden hohen CO<sub>2</sub>-Preis ausgeglichen werden kann. Grundsätzlich kann die Nachfrage nach grünem Stahl durch zum Beispiel grüne Leitmärkte aktiv unterstützt werden, sodass die Mehrkosten teilweise durch ein am Markt erzielbares „grünes Premium“ gedeckt

werden. Solche zusätzlichen politischen Rahmenbedingungen sind zwar in Planung, aber noch nicht umgesetzt. Zur Umsetzung eines grünen Leitmarktes für Stahl ist auch eine konsistente Kennzeichnung des Produkts notwendig, die die Unterscheidung von grünem und grauem Stahl möglich macht. Dazu wurde im letzten Jahr der *Low Emission Steel Standard* (LESS) entwickelt und veröffentlicht, an dem auch die Salzgitter AG mitgewirkt hat und unter dem der SALCOS-Stahl zertifiziert werden soll, sobald dies möglich ist.

Um die Transformation der deutschen Stahlindustrie dennoch zu ermöglichen und anstehende Ersatzinvestitionen in neue Technologien zu lenken, wurden alle vier heimischen Primärstahlstandorte im Rahmen des IPCEI Wasserstoff für eine Förderung ausgewählt. Diese Projekte sollten den Nachfrageteil in der Wertschöpfungskette des IPCEI bilden und so die Entwicklung der gesamten Wasserstoffwirtschaft in Europa vorantreiben.

Das Bundeswirtschaftsministerium unter der Leitung von Peter Altmaier unterstützte dieses Vorhaben aktiv und übernahm eine koordinierende Rolle (Interviews S1 und S2). Im Zuge dessen wurden Kriterien für die Projektauswahl entwickelt und eine breite Definition von Wasserstoffprojekten festgelegt, die von der Erzeugung bis zum Einsatz reichte.

Allerdings kam die Europäische Kommission zu dem Schluss, dass das IPCEI-Rahmenwerk nicht das geeignete Beihilferegime für die Stahlprojekte sei. Aufgrund der stärker nationalen Ausrichtung wurden die vier Stahlprojekte letztendlich unter den in 2022 überarbeiteten und um die Klima-Dimension ergänzten Klima-, Umwelt und Energie Beihilfeleitlinien (KUEBLL, EC 2022a) der EU genehmigt. Als erstes der vier Großprojekte erhielt die Salzgitter AG im April 2023 den Förderbescheid in Höhe von knapp einer Milliarde Euro, wobei ca. 70 Prozent der Mittel aus Bundesmitteln und ca. 30 Prozent aus Landesmitteln stammen. Das Land Niedersachsen hat dafür ein Sondervermögen aufgesetzt (Interview S3).

In Salzgitter werden damit der Bau einer ersten Wasserstoff-Direktreduktionsanlage, eines Elektrolichtbogenofens sowie eines 100-MW-Elektrolyseurs gefördert (EC 2022b). Die Salzgitter AG investiert selbst über 1,3 Milliarden Euro zusätzlich in das Projekt. Der Bau hat im Jahr 2023 begonnen, und soll

bis Ende 2025 abgeschlossen sein, so dass 2026 die Produktion von Stahl über die Direktreduktionsroute anlaufen kann.

#### 6.4.4 Anwendung der Kriterien für zukunftsfähige Industriepolitik

##### 1. Transformativ

Mit der Umstellung der Stahlproduktion in Salzgitter von der Hochofenroute auf Direktreduktion kann zum einen direkt ein beträchtlicher Anteil der deutschen CO<sub>2</sub>-Emissionen eingespart werden, zum anderen sind dies indirekte Emissionen in der Wertschöpfungskette der nachgelagerten verarbeitenden Sektoren, die sonst schwer zu vermeiden sind. Dementsprechend ist es auch für die Klimaneutralität der nachgelagerten Sektoren, so zum Beispiel der Automobilindustrie, relevant, dass der Stahlsektor dekarbonisiert wird.

Gleichzeitig sind die notwendigen Investitionen und die Unsicherheiten bezüglich der Technologie sehr hoch. Aktuell ist weltweit keine H<sub>2</sub>-DRI-Anlage in Betrieb, die schon klimaneutralen Stahl produziert.

Eine Investitionsförderung ist deswegen notwendig, um, wie es in einem der Interviews beschrieben wurde, „das Tal der Transformation zu überbrücken“ (Interview S1).

Für eine vollständige Dekarbonisierung müsste die Anlage ausschließlich mit grünem Wasserstoff betrieben werden, jedoch wird bis zum Start der Anlage nicht ausreichend Wasserstoff zur Verfügung stehen, sodass die Anlage zuerst mit Erdgas und dann mit variablen Gemischen von Wasserstoff und Erdgas betrieben werden kann. Das führt dazu, dass durch den Bau der neuen Anlage unmittelbar substantiell Emissionen eingespart werden, da auch der Umstieg von der Kohlereduktion zur Erdgas-Reduktion schon Emissionen reduziert. Auch wenn erst im Zeitverlauf mit höheren Wasserstoffanteilen die Emissionen auf nahe null gesenkt werden können, ist die Umstellung der Technologie die notwendige Voraussetzung für eine langfristige Klimaneutralität.

Das Projekt trägt durch die Umstellung auf die H<sub>2</sub>-Direktreduktionsroute nicht nur zur Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Stahlsektor bei, sondern gleichzeitig auch zum Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft

in Deutschland, da verlässliche Nachfrage für Wasserstoff geschaffen wird. Die geplante Anbindung an das Get-H<sub>2</sub>-Wasserstoffnetz, das aktuell für 2029 geplant ist (Interview S1), ist ein gutes Beispiel dafür, wie hier verschiedene Transformationsziele ineinandergreifen. Auch der Ausbau erneuerbarer Energien wird im Projekt SALCOS zusätzlich mit vorangetrieben.

Die Förderung des SALCOS-Projekts im Rahmen der KUEBLL-Leitlinien (Leitlinien für staatliche Klima-, Umweltschutz- und Energiebeihilfen) wurde von den Interviewpartner:innen als essenziell bewertet für die Transformation der Stahlindustrie am Standort Salzgitter.

Die Interviewpartner:innen merkten an, dass es darum gehe, von einer aktuell nicht nachhaltigen Industrie zu einer grünen Industrie zu wechseln. Sie äußerten die Erwartung, dass grüner Stahl, sobald man einmal im neuen System angekommen sei, auch wettbewerbsfähig sein werde. Im Übergang müsse jedoch die Transformation gefördert und der Nachteil der klimafreundlichen gegenüber der grauen Stahlproduktion ausgeglichen werden.

Die Förderung für das Projekt SALCOS kann damit als sehr transformativ beschrieben werden (wesentlicher Beitrag).

## 2. Versorgungssicherheit und Resilienz

Die Stahlindustrie in Deutschland ist derzeit aus verschiedenen Gründen, unter anderem aufgrund von internationalen Überkapazitäten und von schwacher Nachfrage unter Druck. In dieser Situation stellt die Transformation zur Klimaneutralität eine besondere Herausforderung dar. Langfristig kann die Stahlindustrie in Europa jedoch nur existieren und wettbewerbsfähig sein, wenn sie klimaneutral umgebaut wird. Zum einen verliert die konventionelle Stahlproduktion innerhalb Europas durch den Emissionshandel an Wettbewerbsfähigkeit, zum anderen beginnen auch internationale Wettbewerber in China oder den USA mit der Transformation der Stahlindustrie.

Gleichzeitig ist Stahl Ausgangsmaterial für strategisch wichtige Wirtschaftsbereiche wie die Automobilproduktion, die Rüstungsindustrie oder die Herstellung von Erneuerbare-Energie-Technologien wie Windkraftanlagen. Vor diesem Hintergrund ist eine allzu große

oder einseitige Abhängigkeit von Stahlimporten nicht wünschenswert.

Derzeit gibt es wenig konzeptionelle Untersuchungen und keinen politischen Konsens darüber, welcher Anteil der Rohstahlproduktion in Deutschland und Europa erhalten bleiben muss, damit Resilienz und Versorgungssicherheit in ausreichendem Maße gewährleistet bleiben können. Die Primärstahlindustrie ist auch heute schon von Importen abhängig, aktuell von Eisenerz und Steinkohle, und wird dies auch in Zukunft sein, dann von Eisenerz und Wasserstoff.

In gewissem Umfang kann die Auslagerung der Primärstahlproduktion an günstigere Standorte mit größeren Erneuerbare-Energien-Potenzial und insbesondere ein Import von direktreduziertem Eisenschwamm als Zwischenprodukt für die Rohstahlproduktion ökonomische Vorteile für beide Seiten bringen (Agora Industry und Wuppertal Institute 2023; Bilici et al. 2024). Es besteht jedoch die Sorge, dass dies zu Kaskadeneffekten führen könnte und Wertschöpfungsketten immer stärker ins Ausland verlagert werden (Interview S1). Zudem ist die Emissionseffizienz in der Produktion nur innerhalb des EU-Emissionshandelssystems (EU ETS) effektiv nachvollziehbar für den deutschen Markt. Die Interviewpartner:innen betonten, dass eine dekarbonisierte Grundstoffindustrie in Deutschland eine essenzielle Grundlage für die nachgelagerten Wertschöpfungsketten ist (Interview S1 und S3). Zudem kann die Anwendung der neuen Technologien in Deutschland auch die Wettbewerbsfähigkeit von Anlagenbauern im internationalen Kontext erhöhen. Insgesamt erscheint es angesichts der strategischen Bedeutung der Stahlproduktion für die deutsche Wirtschaft angemessen zu sein, mindestens einen Teil der aktuellen Rohstahlkapazitäten im Land zu halten und bei der Transformation zu unterstützen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Förderung des SALCOS-Projekts durch den Erhalt des Stahlstandorts zur Versorgungssicherheit und Resilienz beiträgt (geringer Beitrag).

## 3. Regional und sozial ausgleichend

Die Transformation der Primärstahlproduktion in Deutschland erfolgt an den schon bestehenden Standorten. Die Stahlproduktion in Salzgitter ist für die Region ein wichtiger Arbeitgeber und zentrales Stand-

bein der regionalen Wirtschaft, zusammen mit dem Volkswagenwerk (Interview S1 und S3).

Die Förderung des SALCOS-Projekts schafft somit nicht direkten sozialen Ausgleich durch den Aufbau von neuen Produktionsstandorten in einer sozial- oder strukturschwachen Region, sondern sichert den bestehenden Hüttenstandort ab für eine Zukunft, in der nur noch grüner Stahl wettbewerbsfähig sein wird, und federt damit einen sonst anstehenden Strukturwandel in dieser Region ab (Interview S1).

Vom Standort unabhängig kann die Industrie und insbesondere die Montanindustrie mit ihrer ausgeprägten Sozialpartnerschaft und gut bezahlten Ausbildungsarbeitsplätzen stark zum sozialen Zusammenhalt und zur Existenz einer sozialen Mitte in der Gesellschaft beitragen. Dazu gehört auch, die regionale Identität als Stahlstandort zu erhalten.

Die Interviewpartner:innen sahen dieses Kriterium teilweise kritisch und argumentierten, dass Stahlwerke nicht in Regionen gebaut wurden und werden sollten, die strukturschwach waren, sondern in Regionen, in denen viel Energie zur Verfügung stand bzw. steht, zum Beispiel in Form von Steinkohle im Ruhrgebiet (Interview S1 und S3). Damit werden jedoch explizit keine struktur- und regionalpolitischen Punkte mit in den Blick genommen.

Die Förderung leistet somit einen Beitrag zu sozialen und regionalen Zielen in der Region, aber kann keinen Beitrag zum regionalen Ausgleich leisten, da sie an die schon existierenden Standorte gebunden ist (kein Beitrag).

#### 4. Europäisch und international kooperativ

Das SALCOS-Projekt fügt sich in mehreren Dimensionen in die europäische Industrietransformation ein. Durch die Anbindung an das europäisch ausgelegte IPCEI Wasserstoff wird der europäische Wasserstoffhochlauf unterstützt. Der notwendige Import von Wasserstoff muss durch internationale Handelspartnerschaften etabliert werden. Die Transformation der Stahlindustrie ist eng an die Entwicklung einer globalen Wasserstoffwirtschaft gekoppelt. Dies wurde auch von den Interviewpartner:innen unter dem Begriff „Partnering for Transformation“ als Strategische Leitmission genannt (Interview S1).

Auf der anderen Seite ist die Förderung der Stahltransformationsprojekte selbst rein national ausgerichtet und nicht wie beim Wasserstoff-IPCEI in einen europäischen Zusammenhang eingebunden. Somit liefert die Förderung des SALCOS-Projekts höchstens indirekte Beiträge (über den Beitrag zum Wasserstoffmarkt) zu einer stärkeren europäischen Kooperation. Sie liefert keinen Beitrag zu einer stärkeren internationalen Kooperation, da sie insbesondere auf den Schutz der deutschen Stahlindustrie abzielt (negativer Beitrag).

#### 5. Wettbewerb fördernd

Die Konzentration der Förderung auf wenige große Unternehmen kann unter Wettbewerbsgesichtspunkten durchaus kritisch gesehen werden. Die Förderung ist darauf ausgelegt, die schon existierenden Unternehmen im internationalen Vergleich wettbewerbsfähiger aufzustellen für die Zukunft. Da alle deutschen Primärstahlstandorte gleichmäßig gefördert werden, kann aber von einer geringen Wettbewerbsverzerrung innerhalb Deutschlands ausgegangen werden. Die Förderung existierender Unternehmen trägt sicher nicht dazu bei, die Markteintrittsbarrieren in der Stahlbranche zu verringern, jedoch hat die Stahlindustrie durch sehr hohe Kapitalkosten für neue Anlagen insgesamt sehr großen Eintritts- und Austrittsbarrieren, sodass es auch bei anderen Förderinstrumenten nicht unbedingt zum Markteintritt neuer Unternehmen gekommen wäre.

Die Rahmenbedingungen, spezifischer des EU-Emissionshandelssystems (EU ETS) und der dazugehörige CO<sub>2</sub>-Grenzausgleichsmechanismus (CBAM) fördern den Wettbewerb um grüne Produkte bei den operativen Kosten. Die Interviewpartner:innen gehen davon aus, dass eine langfristige Förderung nicht notwendig sein wird (Interview S2), da grüner Stahl unter einem durchgesetzten Dekarbonisierungsregime wettbewerbsfähiger sein wird als konventionell hergestellter Stahl. Allerdings ist es notwendig, die Zeit bis zur vollständigen Transformation zu überbrücken. Ab 2033 bis 2035 wird damit gerechnet, dass auch grüner Stahl wettbewerbsfähig sein wird – unter der Prämisse, dass sowohl der CO<sub>2</sub>-Preis hoch genug und der CBAM funktionsfähig ist.

Die Förderung selbst leistet keinen Beitrag zum Wettbewerb, die Wettbewerbsverzerrungen sind aber als gering einzuschätzen (negativer Beitrag).

## 6. Setzt öffentliche Mittel effizient ein

Insgesamt werden alle Primärstahlstandorte in Deutschland gefördert. Die Vergabe der Förderung beruht dabei weniger auf marktwirtschaftlichen Mechanismen wie Auktionen, sondern vielmehr auf einer politischen Entscheidung.

Die Förderung der Transformationsprojekte in der Stahlindustrie wurde von den Interviewpartner:innen als besonders effizient in Bezug auf die CO<sub>2</sub>-Einsparung pro Euro Fördermittel bewertet. Dies wird damit begründet, dass die Stahlindustrie eine besonders energieintensive Branche ist und somit hohe Einsparpotenziale bietet. Im Vergleich zu anderen Sektoren wie dem Verkehrssektor, wo die CO<sub>2</sub>-Reduktion oft mit höheren Kosten verbunden ist, wird die Stahlindustrie deswegen als besonders attraktiv für Fördermaßnahmen angesehen. Manche Interviewpartner:innen sprachen von einem *Merit-Order-Prinzip*, bei dem die Stahlindustrie ganz am Anfang steht und wegen des besonders guten Verhältnisses von Förderkosten zu CO<sub>2</sub>-Einsparung bevorzugt gefördert werden sollte. Auch dies trägt zu einem effizienten Einsatz von Fördermitteln bei. Gleichzeitig steht die Stahlindustrie aktuell unter starkem Wettbewerbsdruck und es gibt Zweifel, dass die Primärstahlproduktion in ihrer aktuellen Dimension erhalten bleibt in Deutschland und Europa. Dafür muss eine langfristige Wettbewerbsfähigkeit erreicht werden.

Durch einen Rückzahlungsmechanismus und die dazugehörige Prüfung der Wirtschaftlichkeitslücke am Ende des Förderzeitraums wird sichergestellt, dass die Fördermittel nicht zu einem höheren Gewinn der Unternehmen führen.

Grundsätzlich lässt sich also sagen, dass die Fördermittel im SALCOS-Projekt in Bezug auf den angestrebten Effekt (Klimaschutz) effizient eingesetzt sind, falls langfristig Wettbewerbsfähigkeit erreicht werden kann (geringer Beitrag).

## 7. Ist auf sektorale Dynamiken abgestimmt

In der Stahlindustrie geht es nicht um den Aufbau neuer Industriezweige, sondern um den Umbau schon existierender Anlagen. Jedoch ist grüner Stahl noch deutlich teurer als konventioneller Stahl, da die CO<sub>2</sub>-Preise nicht ausreichend hoch sind. Dies macht

die Investitionen in die neuen Anlagen aktuell noch nicht rentabel. Wegen der langen Lebensdauer von Industrieanlagen und der hohen Reinvestitionsbedarfe in die aktuellen Anlagen, die ans Ende ihrer Lebenszeit kommen in den kommenden Jahren, stehen jetzt die Investitionsentscheidungen an. Um aber auch langfristig, wenn die EU-ETS-Zertifikate auslaufen, produzieren zu können, müssen die Reinvestitionen genutzt werden, um Anlagen klimaneutral auszurichten und damit zu verhindern, dass sie zu „stranded assets“ werden.

Dementsprechend kann die Förderung die aktuelle Finanzierungslücke schließen und somit zu einem Umbau der Stahlindustrie beitragen. Insbesondere da es große Klarheit über die Akteure und auch die möglichen Technologiepfade gibt, ist eine solche gezielte Förderung möglich und sinnvoll.

Da der Sektor aber nicht so stark eingebunden ist in eine europäische Wertschöpfungskette, sondern ganz gezielt deutsche Standorte und Unternehmen gefördert werden, ist es verständlich, dass die Projekte nicht als IPCEI, sondern unter der KUEBLL gefördert wurden.

In den Interviews wurde deutlich, dass eine Förderung auch in dieser Höhe notwendig war, damit das Projekt umgesetzt werden konnte. Dass die Förderung aus dem IPCEI in die KUEBLL-Leitlinien überstellt wurde, zeigt, dass eine Anpassung an die Charakteristiken des Sektors auch auf EU-Ebene möglich ist (geringer Beitrag).

## 8. Ist verlässlich und konsistent

Das Projekt ist ein Ergebnis der in Deutschland und der EU verfolgten Klimaschutzstrategien. Die vorgezeichnete Unterdeckung im EU-Emissionshandelssystem (EU ETS) machte frühzeitig deutlich, dass zusätzliche Maßnahmen zur Dekarbonisierung der Stahlindustrie notwendig sind, und war ein wichtiger Treiber für die Initiierung des Projekts. Die politischen Rahmenbedingungen waren somit ausschlaggebend für die Umsetzung des Projekts und machten die Förderung als ein weiteres wichtiges Puzzlestück erst möglich.

Allerdings wird die Umsetzung durch eine gewisse Volatilität in der politischen Landschaft erschwert. So

wurde von den Interviewpartner:innen angemerkt, dass die Klimaschutzverträge als OPEX-Förderung (*Operational Excellence*<sup>8</sup>) eigentlich zusätzlich zu den Beihilfen geplant waren. EU-rechtlich war dies am Ende aber nicht möglich, sodass Stahlprojekte nicht an der ersten Ausschreibungsrunde der Klimaschutzverträge teilnehmen konnten (Interviews S1, S2 und S3).

Die Förderung des Projekts interagiert synergetisch mit zentralen anderen bestehenden Instrumenten und mit politischen und ökonomischen Rahmenbedingungen, denn diese beeinflussen die Finanzierungslücke und damit den Umfang der notwendigen Förderung. Von den Interviewpartner:innen wurde kritisiert, dass durch den Rückzahlungsmechanismus jedoch Gewinne durch unerwartet gute Rahmenbedingungen direkt abgeschöpft werden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Förderung zwar gut in die übergeordneten Politikstrategien eingebettet ist und andere Instrumente sinnvoll ergänzt, jedoch von der Volatilität der politischen Rahmenbedingungen beeinflusst wird. Eine konsistente und langfristige politische Ausrichtung ist entscheidend für den Erfolg der Transformation (wesentlicher Beitrag).

### 9. Arbeit transparent und partizipativ

Die starke Stellung der Gewerkschaften in der Stahlindustrie hat den Entscheidungsprozess maßgeblich beeinflusst. Die Transformation wird inzwischen auch von der Arbeitnehmervertretung als „Fit machen für die Zukunft“ verstanden und entsprechend eingefordert bzw. unterstützt. Da das Projekt auf dem bestehenden Stahlwerksgelände umgesetzt wurde,

ABBILDUNG 7 Kriterien für zukunftsfähige Industriepolitik angewandt auf das Fallbeispiel – SALCOS



Quelle: Eigene Darstellung.

| BertelsmannStiftung

8 Ganzheitlicher, strategischer Managementansatz zur kontinuierlichen Verbesserung Effizienzsteigerung und Maximierung der Kundenzufriedenheit eines Unternehmens. .

waren umfangreiche Beteiligungsprozesse der Bevölkerung nicht im gleichen Maße erforderlich wie bei Neuansiedlungen. Daher trägt die Förderung des SALCOS-Projekts nicht zur Erfüllung des Kriteriums bei (kein Beitrag).

## 10. Ist pragmatisch und lernt aus Fehlern

Wie in den anderen Fallstudien wurden auch bei der Förderung des SALCOS-Projekts von den Interviewpartner:innen lange Genehmigungsverfahren als wesentlicher Kritikpunkt und Ausdruck von mangelndem Pragmatismus angebracht (Interviews S1, S2 und S3). Gleichzeitig wurde betont, dass seitdem viele neue Instrumente, wie zum Beispiel die H2-Global-Auktionen, das Amortisationskonto und die Klimaschutzverträge, aufgesetzt wurden, die Learnings aus den IPCEI-Projekten enthalten. Ganz konkret wurden die Klimaschutzverträge angesprochen, bei denen das gesamte Instrument beihilferechtlich genehmigt wurde, sodass nicht jedes einzelne Projekt von der EU-Kommission genehmigt werden muss (Interview S2). Gleichzeitig zeigt dies auch eine Verschiebung des Fokus von Instrumenten mit europäischem Charakter zu rein nationalen Instrumenten, was im Zielkonflikt mit Kriterium 4 „Europäisch und international kooperativ“ steht.

Zusammenfassend lässt sich ein Lerneffekt in den Förderinstrumenten allgemein und eine Anpassung der Förderung an die Gegebenheiten im Konkreten beobachten, auch wenn dies aufgrund der kurzen Zeithorizonte und des noch nicht abgeschlossenen Projekts nicht abschließend bewertet werden kann (geringer Beitrag).

## 6.5 Zusammenfassung und Diskussion der Fallstudien

Die Analyse der Fallstudien zeigt, dass sich die aufgestellten Kriterien für zukunftsfähige Industriepolitik gut auf konkrete Fallstudien anwenden lassen. Insgesamt erfüllen die in den Fallstudien untersuchten Politikinstrumente viele der Kriterien, nur Kriterium 9 „Transparenz und Partizipation“ ist über alle drei Fallstudien hinweg wenig erfüllt.

Da die Projekte sich noch in der Umsetzung befinden, ist eine abschließende Bewertung der Projekte nicht

möglich. Dennoch lassen sich einige Erkenntnisse über die Anwendung der Kriterien aus der gemeinsamen Betrachtung der Fallstudien ziehen, die hier diskutiert werden sollen.

Die ersten beiden Kriterien „Wirkt transformativ“ und „Fördert Versorgungssicherheit und Resilienz“ schließen sich nicht gegenseitig aus, sondern können oft zusammen gedacht werden und sind in den hier analysierten Fallstudien beide erfüllt. Auch wenn der Fokus beim Aufbau der Kathodenfabrik stärker auf Reduktion von Importabhängigkeiten liegt, wird die Batteriebranche gerade deshalb als zukunftsfähig und wichtig für die europäische Versorgungssicherheit erachtet, weil sie zu den Technologien der Zukunft gehört, die zu Energie und Mobilitätswende beitragen. Umgekehrt zeigt sich bei der SALCOS-Fallstudie, dass der Stahlsektor nur dann (in Teilen) in Deutschland erhalten bleiben und damit zur Versorgungssicherheit beitragen kann, wenn in Zukunft klimaneutral produziert wird. Auch bei der GET-H2-Fallstudie zeigen sich Synergien zwischen Transformativität und Resilienz, da der Aufbau von Kapazitäten zur Wasserstoffherzeugung gleichzeitig zur Dekarbonisierung der Grundstoffindustrie beiträgt und die Abhängigkeiten von fossilen Energieimporten reduziert.

Die Ergebnisse zur Bewertung des Kriteriums 3 „Regional und sozial ausgleichend“ fallen in den einzelnen Fallstudien unterschiedlich aus. Hier gab es bei den Interviewpartner:innen Diskussionen, ob Industriepolitik regionalen und sozialen Ausgleich überhaupt gezielt leisten kann und soll oder ob Industriepolitik sich von regional- und strukturpolitischen Zielsetzungen abgrenzen sollte. In der BASF-Fallstudie wurde deutlich, dass Synergien existieren können und insbesondere der Aufbau neuer Industrien in Regionen, in denen es einen *Phase-out* nicht nachhaltiger Industrien gibt, durchaus industriepolitisch unterstützt werden kann. Allerdings muss selbst in diesem Fall dazu gesagt werden, dass dies nicht explizit im Förderinstrument angelegt war, sondern laut den Interviewpartner:innen auf politischer Ebene entschieden wurde. In der dennoch sehr positiven Bewertung dieses Kriteriums bei der BASF-Fallstudie zeigt sich, dass die Differenzierung zwischen den Auswirkungen des Projekts selbst und dem Förderinstrument in manchen Fällen fließend ist. Nur weil ein Projekt in einem strukturschwachen Gebiet gefördert wurde, ist nicht automatisch die Industriepolitik als Ganzes regional und sozial ausglei-

chend, hat aber im konkreten Fall eine ausgleichende Wirkung. In den Fallbeispielen GET H2 und Salzgitter spielte regionaler Ausgleich eine untergeordnete Rolle, da im ersten Fall die Regionen nach Eignung für die Wasserstoffinfrastruktur ausgewählt wurden und im zweiten Fall die Förderung an die schon existierenden Standorte gebunden war.

Durch die europäische Ausrichtung der Important Projects of Common European Interest (IPCEIs) wird das Kriterium 4 „Sichert europäische und internationale Kooperation“ wird von den ersten beiden Fallstudien, BASF und GET H2, teilweise gut erfüllt. Die Förderbedingungen der IPCEIs fördern die europäische Vernetzung und die Zusammenarbeit mit Projekten aus anderen Mitgliedstaaten. Die Fördermittel kommen jedoch auch bei den IPCEIs aus nationalen Töpfen, sodass finanzstarke Mitgliedstaaten Vorteile haben und es zu Verzerrungen der Wettbewerbsbedingungen im europäischen Binnenmarkt kommen könnte. Die För-

derung des SALCOS-Projekts war ursprünglich auch im Rahmen eines IPCEIs geplant, die EU-Kommission entschied aber, dass das Projekt wegen der starken nationalen Ausrichtung über die Klima-, Umwelt- und Energiebeihilfeleitlinien (KUEBLL) genehmigt werden solle. Die Förderung ist darauf ausgelegt, die deutsche Stahlindustrie zu transformieren und zu erhalten, europäische Aspekte spielen eine untergeordnete Rolle. Dementsprechend fällt die Bewertung für die SALCOS-Fallstudie hier negativ aus. In allen drei Fallstudien sind die außereuropäischen Auswirkungen der Förderung schwer zu bewerten. Wasserstoffimporte aus dem außereuropäischen Ausland werden sowohl für den Hochlauf des europäischen Wasserstoffnetzes als auch für die Stahlindustrie von zentraler Bedeutung sein, hier lässt sich jedoch in den spezifischen Förderinstrumenten wenig ablesen. Andere industriepolitische Instrumente wie H2Global, die in den Fallstudien jedoch nicht betrachtet wurden, adressieren spezifisch die internationalen Wasserstoffimporte.

TABELLE 2 Übersichtstabelle über die Fallstudien – Teil 1

	BASF	GET H2	SALCOS
<b>Fördersumme</b>	194 Millionen Euro	717 Millionen Euro	1 Milliarde Euro
<b>Förderinstrument</b>	IPCEI Batteries	IPCEI Hydrogen (Hy2Infra-Welle)	KUEBLL (anfangs IPCEI)
<b>Auswahl weiterer relevanter politischer Rahmenbedingungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Förderung der Elektromobilität</li> <li>● Kohleausstieg und Strukturstärkungsgesetz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Amortisationskonto für Wasserstoffkernnetz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● EU ETS &amp; CBAM</li> <li>● Energiepreise</li> <li>● Grüne Leitmärkte</li> </ul>
<b>Projektziel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Aufbau einer Kathodenfabrik</li> <li>● Recyclinganlage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Wasserstofferzeugung, Elektrolyse</li> <li>● Wasserstoffspeicherung, Kavernenspeicher</li> <li>● Wasserstoffinfrastruktur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Bau einer Direktreduktionsanlage</li> <li>● Bau eines 100-MW-Elektrolyseurs</li> </ul>
<b>Ort</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Schwarzeide, Brandenburg</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Lingen und großflächige Region, Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Salzgitter, Niedersachsen</li> </ul>
<b>Zeitplan</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Bau Kathodenfabrik: 2020-2023</li> <li>● Produktionsstart: Juni 2023</li> <li>● Recyclingfabrik: geplant bis 2025</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Elektrolyseur Lingen: Inbetriebnahme geplant 2025–2027 (jeweils 100 MW jährlich)</li> <li>● Leitungsanbindung Marl, Gelsenkirchen und Gronau-Epe: geplant 2025</li> <li>● Kavernenspeicher: geplant 2026</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Bau der ersten DRI-Anlage: 2022–2025</li> <li>● Produktionsstart: geplant 2026</li> <li>● Bis 2033 vollständige Umstellung auf Direktreduktion und Elektrolichtbogenöfen</li> </ul>

TABELLE 2 Übersichtstabelle über die Fallstudien – Teil 2

	BASF	GET H2	SALCOS
Anwendung der Kriterien			
<b>Wirkt Transformativ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Positive Auswirkungen auf Mobilitäts- und Energiewende</li> <li>⊕ Umsetzung von Kreislaufwirtschaftsstrategien</li> <li>⊖ Keine starke Konditionalität des IPCEIs in Hinblick auf Umwelt- und Sozialkriterien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Förderung notwendig für die Umsetzung des Projekts</li> <li>⊕ Schafft Voraussetzungen für einen neuen Markt, der notwendig ist für klimaneutrale Produktionsprozesse in der Industrie</li> <li>⊕ Indirekte CO<sub>2</sub>-Einsparung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Förderung notwendig für die Umsetzung des Projekts</li> <li>⊕ Substanzielle direkte Minderung von CO<sub>2</sub>-Emissionen</li> <li>⊕ Dekarbonisierung der nachgelagerten Wertschöpfungskette</li> <li>⊕ Schafft langfristig stabile Nachfrage für Wasserstoff</li> </ul>
<b>Fördert Versorgungssicherheit und Resilienz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Förderung notwendig für die Umsetzung des Projekts</li> <li>⊕ Aufbau eines Teils der Wertschöpfungskette, der aktuell starker Dominanz von China unterliegt</li> <li>⊕ Reduktion von Abhängigkeiten in Bezug auf Rohmaterialien durch Recyclingkapazitäten</li> <li>⊕ Trägt zum Aufbau eines europäischen Batterieökosystems bei</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Reduktion der Abhängigkeiten von fossilen Energieimporten</li> <li>⊕ Integration eines</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Trägt zum Erhalt der deutschen Primärstahlproduktion bei</li> <li>⊕ Kann Wettbewerbsfähigkeit und -vorsprung von Anlagenbauern erhöhen</li> <li>⊕ Dekarbonisierte Grundstoffindustrie als Grundlage für nachhaltige Wertschöpfungsketten</li> </ul>
<b>Gleicht regionale und soziale Disparitäten aus</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Aufbau von Industrieökosystemen in Strukturwandelregion</li> <li>⊕ Nicht grundsätzlich angelegt im europäischen Instrument, aber politische Entscheidungsgrundlage in der deutschen Umsetzung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊖ Auswahl der Regionen nach Eignung und Potenzial und nicht nach regionaler Disparität</li> <li>⊖ Wenn Regionalproporz als Kriterium, dann intransparent</li> <li>⊕ Ausgleich regionaler Disparitäten jedoch als Nebeneffekt gewünscht</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Leistet einen Beitrag zu sozialen und regionalen Zielen und zur Vermeidung von negativen Strukturwandelfolgen am bestehenden Standort</li> <li>⊖ Kein Beitrag zum regionalen Ausgleich, da schon bestehende Standorte transformiert werden</li> </ul>
<b>Sichert europäische und internationale Kooperation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Europäische Vernetzung wird in begrenztem Umfang unterstützt, auch durch Europäische Batterieallianz</li> <li>⊕ Förderung ist an Zusammenarbeit mit anderen EU-Mitgliedstaaten gebunden,</li> <li>⊕ Förderung findet aber letztendlich auf nationaler Ebene mit nationalen Mitteln statt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Europäische Vernetzung und Interoperabilität werden unterstützt</li> <li>⊕ Förderung ist an Zusammenarbeit mit anderen EU-Mitgliedstaaten gebunden,</li> <li>⊕ Förderung findet aber letztendlich auf nationaler Ebene mit nationalen Mitteln statt</li> <li>⊕ Außereuropäische Kooperation über Importe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊖ Förderung findet auf nationaler Ebene statt</li> <li>⊖ Ist auf Schutz der deutschen Stahlindustrie ausgelegt</li> <li>⊕ Indirekter Beitrag zum europäischen und internationalen Wasserstoffhochlauf</li> </ul>
<b>Fördert Wettbewerb</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Marktaufbau</li> <li>⊕ Unterstützt neue Akteure in einem von hoher Konzentration geprägten Internationalen Markt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Aufbau der Infrastruktur als Grundvoraussetzung für einen funktionierenden Wasserstoffmarkt</li> <li>⊕ Aufbau zugänglicher Infrastruktur wirkt möglichen Wettbewerbsverzerrungen durch die Förderung entgegen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊖ Konzentration der Förderung auf wenige große Unternehmen</li> <li>⊖ Keine starke Verzerrung, da alle Primärstahlstandorte</li> </ul>

wesentlicher Beitrag    geringer Beitrag    kein Beitrag    negativer Beitrag

Quellen: Eigene Darstellung.

TABELLE 2 Übersichtstabelle über die Fallstudien – Teil 3

	BASF	GET H2	SALCOS
<b>Anwendung der Kriterien</b>			
<b>Setzt öffentliche Mittel effizient ein</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊖ Detaillierte Förderbedingungen und gründliche Prüfung</li> <li>⊖ Kein rein marktwirtschaftlich orientierter Wettbewerb</li> <li>⊕ Rückzahlungsmechanismus bei Überförderung (sog. „Clawback-Klausel“)</li> <li>⊕ BASF-Anlage gut ausgelastet, langfristige Wettbewerbsfähigkeit hängt auch davon ab, ob Aufbau des gesamten Batterieökosystems funktioniert.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Detaillierte Förderbedingungen und gründliche Prüfung</li> <li>⊖ Kein rein marktwirtschaftlich orientierter Wettbewerb</li> <li>⊕ Amortisationskonto funktioniert als Zwischenfinanzierung statt Zuschuss</li> <li>⊕ Rückzahlungsmechanismus bei Überförderung (sog. „Clawback-Klausel“)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Detaillierte Förderbedingungen und gründliche Prüfung</li> <li>⊖ Kein rein marktwirtschaftlich orientierter Wettbewerb</li> <li>⊕ Effizientes Kosten-Nutzen-Verhältnis in Bezug auf Klimaschutz, falls langfristige Wettbewerbsfähigkeit erreicht werden kann</li> <li>⊕ Rückzahlungsmechanismus bei Überförderung (sog. „Clawback-Klausel“)</li> </ul>
<b>Ist auf sektorale Dynamiken abgestimmt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ IPCEI ist gut geeignet für Förderung der gesamten Wertschöpfungskette</li> <li>⊕ Fokus auf Aufbau eines innovativen Industrieökosystems, inklusive Vernetzung zwischen IPCEI-Begünstigten</li> <li>⊖ Starre Förderbedingungen potenziell hinderlich im Bereich innovativer Produkte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Für die Produktionsanlagen ist IPCEI Förderung sehr zweckdienlich</li> <li>⊖ Auf Infrastrukturprojekte nur schwer anwendbar</li> <li>⊕ Amortisationskonto ist sachgerechter Lösungsmechanismus für Wasserstoffinfrastruktur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Gezielte Förderung existierender Akteure und Technologien ist möglich</li> <li>⊕ Fokus auf Ermöglichung der Transformation bestehender Stahlstandorte</li> </ul>
<b>Ist verlässlich und konsistent</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Projekte sind langfristig angelegt</li> <li>⊕ Eingebettet in übergeordnete Batteriestrategie</li> <li>⊕ Passende Rahmenbedingungen in nachgelagerten Wertschöpfungsketten, z. B. durch Flottengrenzwerte im EV-Markt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Eingebettet in übergeordnete Industriestrategie</li> <li>⊕ Integration des IPCEIs in das Kernnetz ist gut gelungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ EU ETS als Treiber der Transformation</li> <li>⊕ Passende Rahmenbedingungen für langfristige Wettbewerbsfähigkeit, auch durch einen funktionierenden CBAM</li> <li>⊕ Förderung eingebettet in langfristige Strategien</li> </ul>
<b>Arbeit transparent und partizipativ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Gutachtersitzungen bei der Auswahl der Projekte</li> <li>⊖ Informationen über Fördermöglichkeit nicht immer transparent</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Transparente Förderbedingungen und Bewertungskriterien</li> <li>⊖ Wenig transparente Förderentscheidung</li> <li>⊕ Mitgestaltungsmöglichkeiten der teilnehmenden Unternehmen in Ansätzen vorhanden</li> <li>⊕ Bürgerbeteiligungsformate bei Kavernenspeicher</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Starke Stellung und Mitwirkung von Gewerkschaften</li> <li>⊖ Keine umfassende Bürgerbeteiligung</li> </ul>
<b>Ist pragmatisch und lernt aus Fehlern</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Eines der ersten IPCEIs; Zusammenspiel zwischen EU und Mitgliedstaaten musste sich erst etablieren</li> <li>⊕ Lerneffekte können bei späteren IPCEIs beobachtet werden</li> <li>⊕ Überarbeitung der Förderrichtlinien 2021</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Es wurden Lösungen für Infrastrukturprojekte gefunden</li> <li>⊖ Sehr langer Bewilligungszeitraum bei EU-Kommission</li> <li>⊕ Lösungsorientierung und Lernbereitschaft im IPCEI Prozess, wenngleich wenig pragmatisch.</li> <li>⊕ Amortisationskonto und Integration in Kernnetz als passende Instrumente für H<sub>2</sub>-Infrastruktur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Langwierige Genehmigungsverfahren bei der Kommission</li> <li>⊕ Entwicklung neuer, innovativer Instrumente auf Grundlage von Learnings aus IPCEI</li> </ul>

wesentlicher Beitrag    geringer Beitrag    kein Beitrag    negativer Beitrag

Quellen: Eigene Darstellung.

Da im Zentrum der Fallstudien Förderinstrumente und damit vertikale industriepolitische Instrumente stehen, ist eine direkte Förderung des Wettbewerbs (Kriterium 5 „Wettbewerb fördernd“) nicht zu erwarten. Stattdessen sollten die Förderungen den Wettbewerb nicht zu stark verzerren. Bei BASF und GET H2 steht zudem der Aufbau neuer Industriesektoren im Vordergrund, sodass man hier argumentieren kann, dass Wettbewerb in Europa durch den geförderten Aufbau erst möglich gemacht wird. So werden im Batteriesektor durch das IPCEI neue Akteure im Aufbau unterstützt, die sich in einem von hoher Konzentration geprägten Markt langfristig auch ohne Förderung halten müssen. Dabei hängt die langfristige Wettbewerbsfähigkeit der Kathodenfabrik weniger von der jetzigen Förderung ab, sondern mehr von den Bedingungen im gesamten Batterieökosystem und somit vom industriepolitischen Umfeld. In der GET-H2-Fallstudie wurde deutlich, dass erst einmal die Grundvoraussetzungen für einen funktionierenden Wasserstoffmarkt und damit Wettbewerb geschaffen werden müssen. Die Ausgestaltung der Wasserstoffinfrastruktur als öffentliches Netz, an das langfristig Produzenten und Nutzer angeschlossen werden können, wirkt dabei möglichen Wettbewerbsverzerrungen im zukünftigen Markt entgegen. Aus diesen Gründen fallen die Bewertungen für diese beiden Fallstudien noch positiv aus. Bei den Förderungen zur Transformation der Primärstahlindustrie kann hingegen nicht davon gesprochen werden, dass sie zum Wettbewerb beitragen. Die Förderung konzentriert sich auf wenige große Unternehmen, die auf dem deutschen Markt eine Vormachtstellung innehaben. Andererseits ist der Stahlmarkt global geprägt. Hier wiederum sind drei der vier geförderten Unternehmen relativ kleine Akteure, die sich derzeit sehr starkem internationalem Wettbewerbsdruck ausgesetzt sehen. Durch die Förderung aller existierenden Primärstahlstandorte in Deutschland kann jedoch zumindest argumentiert werden, dass keine starke Verzerrung des Wettbewerbs durch die Förderungen zu erwarten ist.

Aufgrund der ähnlichen, sehr detaillierten Förderbedingungen fällt die Bewertung von Kriterium 6 „Effizienter Einsatz von Fördermitteln“ bei allen Fallstudien ähnlich aus. Die Effizienz der Fördermittel hätte durch eine rein wettbewerbliche Vergabe, wie zum Beispiel ein Auktionsverfahren, potenziell gesteigert werden können, da dann die Projekte mit dem besten Kosten-Nutzen-Verhältnis in Bezug auf das Vergabekriterium den Zuschlag erhalten. Dazu ist es jedoch notwendig,

im Vorhinein festzulegen und quantifizierbar zu machen, welches Ziel mit der Förderung erreicht werden soll. In Bezug auf eingesparte Emissionen wäre dies noch realisierbar und wird zum Beispiel bei den Klimaschutzverträgen umgesetzt, der Beitrag einer Förderung zur Versorgungssicherheit und Resilienz ist jedoch schon schwerer zu quantifizieren. Durch den Rückzahlungsmechanismus, der eine Überförderung verhindert, werden exzessive Subventionen und „rent seeking“ nach unserer Einschätzung weitgehend verhindert.

Kriterium 7 „Ist auf sektorale Dynamiken abgestimmt“ kann nur bei Betrachtung der gesamten Rahmenbedingungen der Projekte sinnvoll beurteilt werden. In den Fallstudien wurden sehr ähnliche Förderinstrumente betrachtet, die aber in sehr unterschiedlichen Sektoren eingesetzt wurden. Es konnte festgestellt werden, dass das IPCEI in der BASF-Fallstudie passender war als in der GET-H2-Fallstudie, vor allem mit Blick auf die Infrastrukturteilprojekte. Dennoch werden in den Rahmenbedingungen und bei der späteren Entwicklung von weiteren Politikinstrumenten in allen Fallstudien spezifisch auf die sektoralen Gegebenheiten abgestimmte Maßnahmen ersichtlich. So eignen sich die IPCEIs vor allem zum Aufbau neuer innovativer Industrien und zur Vernetzung von Unternehmen auf europäischer Ebene, was sehr passend erscheint für die Batterieindustrie sowie die Produktionsprojekte in der GET-H2-Fallstudie. Gleichzeitig wurde mit dem sogenannten *Amortisationskonto*, dass die entstehende Differenz zwischen den Investitionskosten und den Einnahmen aus den Netzentgelten in den ersten Jahren durch Ausgleichszahlungen überbrückt und später durch höhere Einnahmen aus dem Netzbetrieb wieder ausgeglichen wird, eine passende Lösung für die langfristige Finanzierung der Wasserstoffinfrastruktur gefunden. Für die Transformation bestehender Industrien sind sie allerdings nicht besonders gut geeignet. Hier sind andere Instrumente gefragt, wie zum Beispiel die Klimaschutzverträge oder wie in der Stahl-Fallstudie zielgerichtete nationale Beihilfen. Auch der EU-Emissionshandel (EU ETS) bzw. ein CO<sub>2</sub>-Preis geben Transformationsanreize.

Bei Kriterium 8 „Ist verlässlich und konsistent“ konnte gezeigt werden, dass über alle drei Fallstudien hinweg die Förderungen immer eingebettet sind in langfristige Strategien und Rahmenbedingungen, die die Projekte über die Förderungen hinaus prägen und

unterstützen. Wie schon bei Kriterium 3 zu regionalen und sozialen Disparitäten diskutiert, ist dabei die Differenzierung zwischen dem Projekt selbst und dem Förderinstrument manchmal fließend. Jedoch wurden in den Fallstudien auch die allgemeineren politischen Rahmenbedingungen, die relevanten Instrumente für den Sektor und die konkreten Beispiele mit betrachtet (vgl. Zeile 3 „Weitere relevante politische Rahmenbedingungen“). In der Stahl-Fallstudie wurde deutlich, dass der EU-ETS-Transformationsprozesse anstoßen kann, weil dadurch der langfristige Pfad festgelegt wird, aber nicht ausreichend ist, solange der CO<sub>2</sub>-Preis nicht hoch genug ist, um die zusätzlichen Kosten auszugleichen bzw. die Zertifikate kostenlos herausgegeben werden. Die GET-H2-Projekte sind eingebettet in das europäische Wasserstoffkernnetz und mit dem Amortisationskonto für die Netzinfrastruktur wurde ein zusätzliches spezifisch für den Wasserstoffhochlauf ausgelegtes Instrument geschaffen, um die langfristigen Netzkosten fairer auf die Verbraucher zu verteilen.

Zur Anwendbarkeit des Kriterium 9 „Arbeitet transparent und partizipativ“ lassen sich leider aufgrund des Forschungsdesigns – Fokus auf konkrete industriepolitische Projekte anstatt spezifischer Instrumente – nur eingeschränkte Rückschlüsse ziehen. Nur im Rahmen des Get-H2-Projekts und dort auch nur für das Teilprojekt des Kavernenspeichers wurde ein lokales

Beteiligungsverfahren durchgeführt. Andererseits werden die anderen Projekte im Kontext bestehender Infrastruktur oder in bestehenden Industrieparks umgesetzt. Beteiligungsverfahren finden auf anderen Ebenen wie der Ebene der Planungsbehörden oder auf Ebene der Politikinstrumente statt. Diese haben wir nicht analysiert.

Die untersuchten Fallstudien verdeutlichen, dass die Gestaltung von Förderinstrumenten ein kontinuierlicher Lernprozess ist (Kriterium 10 „Ist pragmatisch und lernt aus Fehlern“). Die Anpassung der Förderrichtlinien für IPCEIs im Jahr 2021 und der KUEBLL-Leitlinien in 2022 sowie die Entwicklung neuer Instrumente wie das Amortisationskonto zeigen, dass Politik und Behörden bereit sind, auf neue Erkenntnisse und Erfahrungen zu reagieren. Innerhalb der Förderungen wurde zwar in den Interviews immer wieder davon gesprochen, dass es nur eine begrenzte Flexibilität gab, die Bedingungen an veränderte Realitäten anzupassen. Gleichzeitig gab es durchaus den Willen, Projekte möglich zu machen, wie sowohl bei der GET-H2-IPCEI-Förderung für die Infrastrukturteile als auch bei dem Verlagern der Stahlförderung von IPCEI zu KUEBLL deutlich wurde. Die Dauer der Genehmigungsverfahren wurde über alle drei Fallstudien hinweg als wenig pragmatisch wahrgenommen. Insgesamt ist dieses Kriterium im Rahmen der kurzen Betrachtungsdauer der Fallstudien nur schwer zu beurteilen.

## 7 Synthese

---

Aus der wirtschafts- und politikwissenschaftlichen Literatur haben wir zehn Kriterien für zukunftsfähige Industriepolitik abgeleitet (siehe Abbildung 8) und anschließend für die Analyse von drei Fallstudien verwendet. In diesem Kapitel reflektieren wir diesen Prozess und beantworten die abschließende Frage dieser Studie: Sind die Kriterien nützlich in dem Sinne, dass sich durch ihre Anwendung konkrete Erkenntnisse und Handlungsempfehlungen für die Politik ableiten lassen?

**Die Kriterien machen Zielkonflikte und -synergien deutlich und können in konkreten Fällen helfen, abzuwägen, politische Entscheidungen zu treffen und Prioritäten zu setzen.**

Die Untersuchung der Fallstudien zeigt, dass die hier im konkreten Fall umgesetzte Industriepolitik nicht alle Kriterien in gleichem Maße erfüllt. Die Kriterien erlauben damit eine differenzierte Bewertung der Instrumente bzw. des Politikmixes und machen Synergien, aber auch Zielkonflikte transparent. Die Förderung für die Stahltransformation am Standort Salzgitter beispielsweise wirkt transformativ und leistet zudem einen Beitrag für Versorgungssicherheit und Resilienz. Sie trägt aber nicht zum Ausgleich bestehender regionaler Disparitäten oder zur europäischen Integration bei. Zudem ist sie ein klassisches vertikales Instrument und kommt wenigen großen etablierten Stahlproduzenten zugute. Der theoretisch denkbare Einstieg neuer Akteure in die klimafreundliche Stahlproduktion wird durch das Instrument nicht gefördert. Es leistet also keinen positiven Beitrag zu mehr Wettbewerb. Bei den anderen beiden Fallstudien gelingt es, mit dem politischen Instrumentarium neben den angestrebten Zielen zumindest in gewissem Umfang auch Wettbewerb und europäische Kooperation zu fördern. Insbesondere die Förderung des Aufbaus von Infrastruktur für den Wasserstofftransport ist ein Beitrag zur Entstehung von Wettbewerb in einem neuen Markt. In allen drei Fallstudien ist das Bemühen beim Design der Instrumente sichtbar, den effizienten Einsatz öffentlicher Mittel etwa über Rückzahlungsmechanismen und

detaillierte Förderbedingungen sicherzustellen. In allen drei betrachteten Fallstudien stehen zudem die Ziele von Klimaneutralität und Versorgungssicherheit nicht im Widerspruch zueinander, sondern werden durch die Politikinstrumente synergetisch gefördert.

Diese Ergebnisse zeigen:

- Das spezifische Design der verwendeten Instrumente und das Zusammenspiel von finanzieller Förderung mit anderen Instrumenten (wie dem Europäischen Emissionshandel oder dem Amortisationskonto) spielen eine zentrale Rolle für die Gesamtwirkung der Industriepolitik.
- Wo Defizite bei einzelnen Kriterien deutlich werden, sollte geprüft werden, ob durch Änderungen beim Design oder im gesamten Politikmix Verbesserungen erzielt werden können. Beispielsweise zeigen die Fallstudien, dass die europäischen Potenziale der Industriepolitik nicht ausgeschöpft werden. Die Finanzierung der Industrietransformation sollte deshalb stärker auf EU-Ebene stattfinden und die EU-Fonds und Förderprogramme sollten besser ausgestattet werden. Dies würde eine bessere Koordination der Industriepolitik zwischen den Mitgliedstaaten erleichtern und es erlauben, Effizienzpotenziale innerhalb der EU besser zu nutzen (Hodge et al. 2024).
- Zielkonflikte zwischen den Kriterien können aber vermutlich nicht in allen Fällen aufgelöst werden. Insbesondere kann dem Nutzen von Förderinstrumenten, etwa im Hinblick auf Sicherheit oder Klimaschutz, der potenzielle Schaden durch die Intervention in den Wettbewerb gegenüberstehen. Die konkreten Fälle zeigen allerdings auch, dass die politische Abwägung hier stattfindet und der Schaden der Intervention zum Beispiel durch entsprechende Förderkriterien begrenzt wird.

**Industriepolitik muss für unterschiedliche Herausforderungen passende Lösungen suchen und kann**

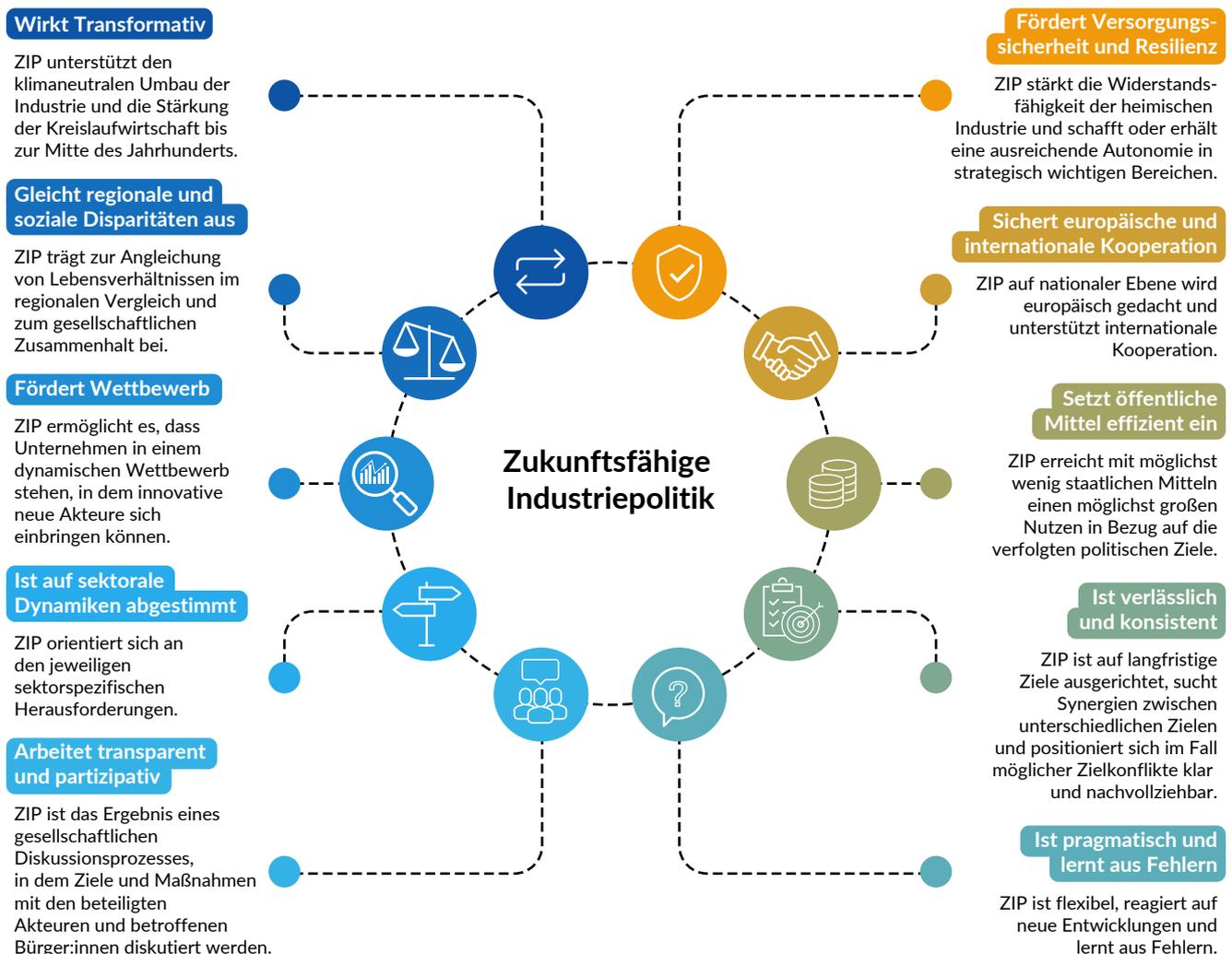
**dafür auf vielfältige Instrumente und Designoptionen zurückgreifen.**

Die Herleitung der Kriterien und die Analyse der Fallstudien verdeutlichen, dass industriepolitische Politikpakete die spezifischen Umstände und Dynamiken der betroffenen Branchen oder Sektoren berücksichtigen und diesen angepasst sein müssen. Dies bedeutet nicht, dass alle möglichen Aspekte und Entwicklungen im Detail politisch gesteuert werden sollten. Es schmälert auch nicht die Bedeutung von Rahmenbedingungen, die gleiche und planbare Anreize für alle Marktakteure zur Transformation schaffen sollten, wie dies etwa durch den Europäischen

Emissionshandel gewährleistet ist. Es ist aber für den Erfolg von Industriepolitik hilfreich, wenn spezifische Herausforderungen, die sich aus der Zielsetzung der Maßnahmen und der aktuellen Situation ergeben und die sehr unterschiedlich sein können, durch eine entsprechende Kombination von Politikinstrumenten adressiert werden.

Beispielsweise müssen für den Aufbau eines Wasserstoffmarktes bereits bekannte Technologien skaliert, verschiedene Technologien der Wasserstoffanwendung ermöglicht und dadurch eine Nachfrage generiert sowie eine Transportinfrastruktur aufgebaut werden. Dies erfordert insgesamt die Überwindung

ABBILDUNG 8 10 Kriterien zukunftsfähiger Industriepolitik



Quelle: Eigene Darstellung.

von Koordinationsproblemen und einer „Henne-Ei-Problematik“ auf der Zeitachse. Hier spielen neben der Unterstützung einzelner Projekte die Planung für das Wasserstoffkernnetz und das Amortisationskonto zur zeitlichen Streckung der Finanzierungskosten eine entscheidende Rolle. Bei der Transformation der Stahlindustrie (Salzgitter-Fallstudie) und beim Aufbau eines Batterieökosystems (BASF-Fallstudie) geht es jeweils darum, Anreize für große etablierte Unternehmen zu schaffen, unter unsicheren Marktbedingungen in neue Technologien zu investieren. Dahinter stehen pragmatische Überlegungen und politische Prioritäten: Neue Marktakteure wären vermutlich weniger erfolgreich bei der Umsetzung vergleichbarer Projekte und im Fall der Batterieprojekte auch beim Aufholen im internationalen Wettbewerb. Der zumindest teilweise Erhalt der bestehenden Standorte gehört zudem bei der Stahltransformation zu den politischen Zielsetzungen. Für diese Fälle ist eine gezielte Förderung dann ein geeignetes Instrument.

### **Industriepolitik braucht Verlässlichkeit und muss Förderinstrumente in stabile Rahmenbedingungen und Strategien einbetten.**

Im Fall der Stahltransformation und der Produktion von grünem Wasserstoff in den hier betrachteten Fallstudien, aber auch bei anderen Industrietransformationsprojekten ergänzen Förderinstrumente den EU-Emissionshandel (EU ETS). Ohne den CO<sub>2</sub>-Preis wäre die zu deckende Förderlücke deutlich größer; andersherum kann gezielte Förderung dazu beitragen, dass der CO<sub>2</sub>-Preis weniger stark oder abrupt ansteigt. Auch die Förderung der Kathodenfabrik von BASF in der Lausitz ist Teil einer breiteren nationalen und europäischen Strategie zum Aufbau eines Batterieökosystems. Diese Einbettung der Förderinstrumente in horizontale industriepolitische Rahmenbedingungen und Strategien wurde in den Interviews positiv bewertet. Dies bestätigt die literaturbasierte Argumentation in Abschnitt 3.4, dass Planungssicherheit in der Industriepolitik wesentlich ist, um Investitionen zu ermöglichen. Industriepolitik kann diese Verlässlichkeit beispielsweise gewährleisten, indem sie – etwa bei ausreichender Informationslage über wahrscheinliche zukünftige Entwicklungen – „Technologiekorridore“ formuliert und Investitionen innerhalb dieser Korridore unterstützt. Sie kann dies tun, ohne andere Technologien auszuschließen oder Detailvorgaben zu machen.

Möglichst langfristige stabile Rahmenbedingungen sind dementsprechend entscheidend für den Erfolg von Industriepolitik. Effizienz, Legitimität und Wirksamkeit der aktuellen Industriepolitik wären etwa substantiell gefährdet, wenn beispielsweise die Klimaziele abgeschwächt oder der Emissionshandel infrage gestellt würden.

### **Industriepolitik kann nicht alle Probleme lösen, sondern muss mit anderen Politikbereichen sinnvoll zusammenwirken**

In den hier betrachteten Fallstudien sind nicht zu allen formulierten Kriterien in gleichem Maße Bewertungen und Aussagen möglich und nicht alle Kriterien werden in gleichem Maße erfüllt. So sind etwa die Beiträge zu den Kriterien 3 „Ausgleich regionaler und sozialer Disparitäten“ und 9 „Arbeitet transparent und partizipativ“ weniger positiv ausgeprägt als bei anderen Kriterien oder nicht bewertbar. Zunächst wäre zu prüfen, ob sich dieser Befund bei weiteren Untersuchungen mit einer höheren Anzahl von Fallstudien bestätigt. Sollte dies der Fall sein, müssten ggf. entweder die Kriterien oder auch der Bezugsrahmen bzw. die Methodik der Analyse weiterentwickelt werden.

Allerdings macht bereits die vorliegende Analyse deutlich, dass Industriepolitik nicht in allen Fällen positive Beiträge zu allen Kriterien leisten kann, weil Zielkonflikte bestehen bleiben oder weil das industriepolitische Instrumentarium nicht alle relevanten Aspekte adressiert. Industriepolitik muss deshalb mit anderen Politikbereichen zusammenwirken und abgestimmt werden. Beispielsweise sollte sie regionale und soziale Disparitäten zwar im Blick haben und, sofern möglich, zu ihrem Ausgleich beitragen. Sie braucht aber auch flankierende strukturpolitische Maßnahmen. Ebenso hilfreich ist es, wenn Strukturpolitik Entwicklungen mitdenkt, die sich aus der Transformation der Industrie ergeben. Die Strukturförderung im Rahmen der Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur“ (GRW) berücksichtigt seit ihrer Reform im Jahr 2022 auch die Ziele und Folgen von Transformationsprozessen hin zu einer klimaneutralen und nachhaltigen Wirtschaft (BMWK 2024a). Darüber hinaus könnten strukturpolitische Instrumente wie die GRW aber auch um proaktive Elemente ergänzt werden, die es erlauben, Veränderungen durch Transformation in aktuell (noch) starken Regionen zu antizipieren und diese Regionen bereits während

der Transformation strukturpolitisch zu unterstützen (Südekum und Posch 2024).

Die hier analysierten Fallstudien zeichnen auch kein eindeutiges Bild in Bezug auf die Frage nach der Transparenz und Partizipation in der Industriepolitik. Wenn Partizipation nicht sinnvoll in den industriepolitischen Instrumenten selbst verankert werden kann, wäre sicherzustellen, dass eine Beteiligung von lokaler Bevölkerung und relevanten Stakeholdern an geeigneter Stelle stattfindet, etwa bei der Planung oder Genehmigung von Anlagen oder Transportinfrastrukturen.

### **Europäische Integration bleibt eine Herausforderung**

Die hier betrachteten Fallstudien illustrieren ein bekanntes Phänomen – dass nämlich eine europäisch gedachte und vor allem finanzierte Industriepolitik eine große Herausforderung darstellt. Eine Förderung auf europäischer Ebene auf der Basis gepoolter oder gemeinsamer europäischer Mittel wäre effizient und für den EU-Binnenmarkt förderlich bzw. könnte nationale Vorteilssicherung auf Kosten anderer Mitgliedstaaten vermeiden – sie bleibt aber politisch schwer umzusetzen (vgl. Hodge et al. 2024). Durch die IPCEIs wird trotz nationaler Mittelvergabe zumindest indirekt eine europäische Dimension integriert, da die nationalen Projekte mit Projekten in anderen Mitgliedstaaten zusammenarbeiten und in ein größeres Ziel von gemeinsamen europäischem Interesse eingebunden sein müssen. Ähnlich können europäische Förderinstrumente durch die sogenannten Auctions-as-a-Service (siehe Kapitel 5) nationale Fördermittel für europäische Zwecke zusätzlich einbinden. Allerdings zeigen die Fallstudien auch, dass die komplexen und langwierigen Verfahren für die IPCEI-Förderung dazu führen können, dass nationale Fördermittel für bestimmte Projekte bevorzugt werden

### **Industriepolitik braucht Pragmatismus und muss korrekturfähig sein.**

Die hier untersuchten Projekte und ihre industriepolitische Flankierung sind nach aktuellem Stand erfolgreich in dem Sinne, dass sie bereits umgesetzt

sind (BASF) oder umgesetzt werden und – im Fall einer weiterhin erfolgreichen Umsetzung und stabiler externer Rahmenbedingungen die gesetzten Ziele erreichen werden können (GET H2 und Salzgitter). Auch wenn die Transformation der Stahlindustrie derzeit durch Verzögerungen beim Wasserstoffhochlauf, durch massive globale Überkapazitäten auf dem Stahlmarkt und eine unsichere politische Lage wieder in schwereres Fahrwasser gerät, befindet sich die erste Direktreduktionsanlage in Salzgitter bereits im Bau und das Projekt scheint nach den verfügbaren Informationen auf einem guten Weg zu sein.

Dennoch ist der langfristige Erfolg abhängig von vielen Faktoren, die Industriepolitik nicht alle unmittelbar beeinflussen kann. Unvorhergesehene Entwicklungen können dazu führen, dass Projekte nicht umgesetzt werden oder nicht erfolgreich sind. Industriepolitik muss mit diesen Risiken umgehen. Dazu gehören Risikoabschätzungen im Vorfeld ebenso wie Mechanismen wie Rückzahlungsklauseln, die im Falle eines Scheiterns des zu fördernden Projekts den Schaden für die öffentlichen Finanzen begrenzen. Die Risiken des Scheiterns des Projekts müssen ebenfalls mit dem potenziellen Nutzen im Fall des Gelingens abgewogen werden. Im Fall der Intel-Förderung etwa bleibt die Bewertung schwierig. Ist die Politik hier gescheitert, weil das Chipwerk zumindest vorerst nicht gebaut wird? Oder war das risikoreiche Unterfangen gerechtfertigt, weil der Aufbau einer europäischen Chipindustrie von so hoher Bedeutung ist, dass er auch gegen hohe Hürden versucht werden muss? Letztlich kann man dies nur im Kontext der Gesamtstrategie bewerten.

Eine pragmatische Planung und der Einbau von Korrekturmechanismen sind hier entscheidend. Für die öffentliche Debatte und die Wahrnehmung von Industriepolitik in der Bevölkerung braucht es aber auch eine transparente, differenzierte und unaufgeregte Berichterstattung durch die Medien, die auch Abwägung, Kompromiss, Korrektur und Pragmatismus honoriert. Die Fallstudien zeigen, dass verschiedene Möglichkeiten zur Abfederung von Risiken und zur Verbesserung von Instrumenten und Strukturen auf der Grundlage vorheriger Erfahrungen bereits genutzt werden.

# Literaturverzeichnis

---

- Agora Energiewende, und Wuppertal Institut (Hrsg.) (2019). *Klimaneutrale Industrie: Schlüsseltechnologien und Politikoptionen für Stahl, Chemie und Zement*. Berlin.
- Agora Industrie, FutureCamp, Wuppertal Institut und Ecologic Institut (Hrsg.) (2021). *Klimaschutzverträge für die Industriere Transformation: Kurzfristige Schritte auf dem Pfad zur Klimaneutralität der deutschen Grundstoffindustrie*. Berlin.
- Agora Industry, und Wuppertal Institute (Hrsg.) (2023). *15 Insights on the Global Steel Transformation*. Berlin.
- Agora Think Tanks (2024). *Klimaneutrales Deutschland – Von der Zielsetzung zur Umsetzung*. Berlin. [https://www.agora-industrie.de/fileadmin/Projekte/2023/2023-30\\_DE\\_KNDE\\_Update/A-EW\\_344\\_Klimaneutrales\\_Deutschland\\_WEB.pdf](https://www.agora-industrie.de/fileadmin/Projekte/2023/2023-30_DE_KNDE_Update/A-EW_344_Klimaneutrales_Deutschland_WEB.pdf).
- Aiginger, Karl, und 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>.
- Allan, Bentley. B., und Jonas Nahm (2024). „Strategies of Green Industrial Policy: How States Position Firms in Global Supply Chains“. *American Political Science Review*. 10.5. 1–15. <https://doi.org/10.1017/S0003055424000364>.
- Amann, Christina, und Andrey Sychev (2024, Oktober 30). „VW demands 10% wage cuts to save jobs as profits plunge“. *Reuters*. 30.10. <https://www.reuters.com/business/autos-transportation/volkswagen-reports-third-quarter-profit-slump-major-overhaul-looms-2024-10-30/>.
- Andreoni, Antonio (2016). „9. Varieties of Industrial Policy: Models, Packages, and Transformation Cycles: Guiding Resources, Learning, and Technology for Sustained Growth“. *Efficiency, Finance, and Varieties of Industrial Policy*. Hrsg. Akbar Noman und Joseph F. Stiglitz. New York NY: Columbia University Press. 245–300. <https://doi.org/10.7312/noma18050-009>.
- Andreoni, Antonio (2022). „Industrial Policy Reloaded – Shaping industrial ecosystems towards sustainable prosperity“. *Making the great turnaround work. Economic policy for a green and just transition*. Hrsg. Heinrich-Böll-Stiftung. Berlin. 77–85. [https://eu.boell.org/sites/default/files/2022-05/Making-The-Great-Turnaround-Work\\_FINAL.pdf](https://eu.boell.org/sites/default/files/2022-05/Making-The-Great-Turnaround-Work_FINAL.pdf).
- Andreoni, Antonio, und Ha-Joon Chang (2016). „Industrial policy and the future of manufacturing“. *Economia e Politica Industriale* (43) 4. 491–502. <https://doi.org/10.1007/s40812-016-0057-2>.
- Andreoni, Antonio, und Ha-Joon Chang (2019). „The political economy of industrial policy: Structural interdependencies, policy alignment and conflict management“. *Structural Change and Economic Dynamics* 48, 136–150. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2018.10.007>.
- Babić, Milan, und Daniel Mertens (2024). „Decarbonization under geoeconomic distress? Energy shocks, carbon lock-ins, and Germany’s pathway toward net zero“. *Regulation & Governance*, rego.12634. <https://doi.org/10.1111/rego.12634>.
- Baccaro, Lucio, und Chiara Benassi (2017). “Throwing out the ballast: Growth models and the liberalization of German industrial relations“. *Socio-Economic Review* (15) 1. 85–115. <https://doi.org/10.1093/ser/mww036>.

- Baccaro, Lucio, und Jonas Pontusson (2022). „The politics of growth models. *Review of Keynesian Economics* 10. 204–221. <https://doi.org/10.4337/roke.2022.02.04>.
- Bähr, Cornelius, Dennis Bakalis, und Sarah Lichtenthäler (2024). *Umsetzung der EU-Batterieverordnung. Eine Analyse der Rohstoff- und Rezyklatbedarfe für die Elektromobilität und stationäre Stromspeicherung*. IW-Report 44/24. Hrsg. Institut der deutschen Wirtschaft e. V. Köln. [https://www.iwkoeln.de/fileadmin/user\\_upload/Studien/Report/PDF/2024/IW-Report\\_2024-EU-Batterieverordnung.pdf](https://www.iwkoeln.de/fileadmin/user_upload/Studien/Report/PDF/2024/IW-Report_2024-EU-Batterieverordnung.pdf).
- BASF (Hrsg.) (2023). „Standortportrait. Schwarzheide“. [https://www.basf.com/dam/jcr:9282138d-ab6b-3ad6-8e3c-293ff9f55fe1/basf/www/global/de/documents/about-us/Sites/Schwarzheide/press-and-media/siteportrait/Standortportrait\\_2023\\_deutsch-final.pdf](https://www.basf.com/dam/jcr:9282138d-ab6b-3ad6-8e3c-293ff9f55fe1/basf/www/global/de/documents/about-us/Sites/Schwarzheide/press-and-media/siteportrait/Standortportrait_2023_deutsch-final.pdf).
- Bashmakov, Igor A, Lars J.Nilsson, Adolf Acquaye, Christopher Bataille, Jonathan M. Cullen, Stéphanie de la Rue du Can, Manfred Fishedick, Yong Geng und Kanako Tanaka (2022). „Industry“. *IPCC, 2022: Climate Change 2022 – Mitigation of Climate Change. Working Group III Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press. 1161–1544.
- BCG – Boston Consulting Group, und IW – Institut der deutschen Wirtschaft (2024). *Transformationspfade für das Industrieland Deutschland | Langfassung*. Hrsg. Bundesverband der Deutschen Industrie e.V. Berlin. <https://bdi.eu/artikel/news/transformationpfade-fuer-das-industrieland-deutschland-studie-langfassung>.
- BDI – Bundesverband der Deutschen Industrie (Hrsg.) (2024). *Transformationspfade für das Industrieland Deutschland – Eckpunkte für eine neue industriepolitische Agenda*. Berlin. <https://assets.foleon.com/eu-central-1/de-uploads-7e3kk3/50809/24-09-02-de-transformationpfade-lang.7317dff757b9.pdf>.
- Berger, Suzanne (2013). *Making in America: From Innovation to Market*. Cambridge MA: MIT Press.
- Bergmann, Knut, Matthias Diermeier und Hanno Kempermann (2023). „AfD in von Transformation betroffenen Industrieregionen am stärksten“. IW Kurzbericht 71/2023. Hrsg. Institut der deutschen Wirtschaft. Köln. [https://www.iwkoeln.de/fileadmin/user\\_upload/Studien/Kurzberichte/PDF/2023/IW-Kurzbericht\\_2023-AfD-Transformation.pdf](https://www.iwkoeln.de/fileadmin/user_upload/Studien/Kurzberichte/PDF/2023/IW-Kurzbericht_2023-AfD-Transformation.pdf).
- Bilici, Syheib, Geord Holtz, Alexander Jülich, Robin König, Zhenxi Li, Hilton Trollip, Bryce Call, Annika Tönjes, Saritha Sudharmma Vishwanathan, Ole Zelt, Stefan Lechtenböhrer, Stefan Kronshage und Andreas Meurer (2024). „Global trade of green iron as a game changer for a near-zero global steel industry? – A scenario-based assessment of regionalized impacts“. *Energy and Climate Change* 5. 100161. <https://doi.org/10.1016/j.egycc.2024.100161>.
- BMUV – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (2024). *Nationale Kreislaufwirtschaftsstrategie*. Berlin.
- BMWK – Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2020a). „Häufig gestellte Fragen zum ‚Important Project of Common European Interest‘“ (IPCEI). <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/FAQ/IPCEI/faq-ipcei.html>.
- BMWK – Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2020b). „Manifesto for the development of a European ‚Hydrogen Technologies and Systems‘ value chain“. [https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/M-O/manifesto-for-development-of-european-hydrogen-technologies-systems-value-chain.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=8](https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/M-O/manifesto-for-development-of-european-hydrogen-technologies-systems-value-chain.pdf?__blob=publicationFile&v=8).
- BMWK – Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2021). „IPCEIs in der Batteriezellfertigung. 11.3. [https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/I/ipceis-in-der-batteriezellfertigung.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/I/ipceis-in-der-batteriezellfertigung.pdf?__blob=publicationFile&v=4).
- BMWK – Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (Hrsg.) (2023a). *Industriepolitik in der Zeitenwende*. BMWK. Berlin. [https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/industriepolitik-in-der-zeitenwende.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=16](https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/industriepolitik-in-der-zeitenwende.pdf?__blob=publicationFile&v=16).

BMWK – Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (Hrsg.) (2023b). *Fortschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie*. Berlin. [https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/fortschreibung-nationale-wasserstoffstrategie.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=9](https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/fortschreibung-nationale-wasserstoffstrategie.pdf?__blob=publicationFile&v=9).

BMWK – Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2024a). *Gleichwertigkeitsbericht der Bundesregierung 2024*. Berlin. [https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Wirtschaft/gleichwertigkeitsbericht-der-bundesregierung-2024.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=82](https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Wirtschaft/gleichwertigkeitsbericht-der-bundesregierung-2024.pdf?__blob=publicationFile&v=82).

BMWK – Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2024b). „Interessenbekundungsverfahren zur geplanten Förderung im Bereich Wasserstofftechnologien und -systeme im Rahmen von IPCEI“. <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/ipcei-verfahren-wasserstoff.html>.

BMWK – Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2024c). „IPCEI Wasserstoff: Gemeinsam einen Europäischen Wasserstoffmarkt schaffen“. <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/ipcei-wasserstoff.html>.

BMWK – Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2024d). *Leitmärkte für klimafreundliche Grundstoffe*. [https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Klimaschutz/leitmaerkte-fuer-klimafreundliche-grundstoffe.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=23](https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Klimaschutz/leitmaerkte-fuer-klimafreundliche-grundstoffe.pdf?__blob=publicationFile&v=23).

BMWK – Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2024e). „Übersicht der deutschen IPCEI Hy2Infra-Projekte“. [https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/1/ipcei-deutsche-hy2infra-projekte.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=7](https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/1/ipcei-deutsche-hy2infra-projekte.pdf?__blob=publicationFile&v=7).

BMWK – Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2024f). „EU-Kommission gibt den Weg frei für die Förderung von 24 deutschen IPCEI Wasserstoffprojekten“. Pressemitteilung. 15.2.2024. <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Wasserstoff/News/2024-02-15-eu-kommission-gibt-den-weg-frei-fur-die-forderung-von-24-deutschen-ipcei-wasserstoffprojekten.html>.

BMWK – Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2024g). „Offizieller Startschuss für die Umsetzung von 23 IPCEI-Wasserstoff-Projekten in Deutschland“. Pressemitteilung. 15.7.2024. <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2024/07/20240715-ipcei-wasserstoff-projekte.html>.

BMWK – Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2024h). „FAQ zum Wasserstoff-Kernnetz“. 22.10.2022. <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/FAQ/Wasserstoff-Kernnetz/faq-wasserstoff-kernnetz.html>.

BMWK – Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, und BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2021). „Bekanntmachung des Interessenbekundungsverfahrens zur geplanten Förderung im Bereich Wasserstofftechnologien und -systeme“. 11.1. <https://www.bundesanzeiger.de/pub/publication/RrR509bmOLCqzGF9ds3?0>.

BP (2024). „Bp verkündet Investitionsentscheidung für Projekt ‚Lingen Green Hydrogen‘ | Presse | bp in Deutschland“. Pressemitteilung. 18.12.2024. [https://www.bp.com/de\\_de/germany/home/presse/pressemeldungen/pm-2024-12-18-bp-verkuendet-investitionsentscheidung-fuer-projekt-lingen-green-hydrogen.html](https://www.bp.com/de_de/germany/home/presse/pressemeldungen/pm-2024-12-18-bp-verkuendet-investitionsentscheidung-fuer-projekt-lingen-green-hydrogen.html).

Brisbois, Marie Claire, und Roberto Cantoni (2025). „Coping with decarbonisation: An inventory of strategies from resistance to transformation“. *Global Environmental Change* 90, 102968. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2025.102968>.

Brisbois, Marie Claire, Roberto Cantoni, Ratitsa Hiteva und Lukas Hermwille (2024). „Perspectives on Legacy Injustices, Coping Strategies, and Elite Governance in Coal and Carbon-intensive Regions“. April 2024. <https://coaltransitions.org/publications/perspectives-on-legacy-injustices-coping-strategies-and-elite-governance/>.

- Brozynski, Max T., und Benjamin D. Leibowicz (2022). „A multi-level optimization model of infrastructure-dependent technology adoption: Overcoming the chicken-and-egg problem“. *European Journal of Operational Research* (300) 2. 755–770. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2021.10.026>.
- Bulfone, Fabio, Donato Di Carlo, Filippo Bontadini und Valentina Meliciani (2024). „Adjusting to new geopolitical realities: Semiconductors industrial policy in the US and EU“. <https://leap.luiss.it/wp-content/uploads/2024/06/LUHNIP-WP2.2024.pdf#:~:text=After%20analysing%20strengths%20and%20weaknesses%20in%20the%20United,countries%E2%80%99%20industrial%20policy%20strategies%20in%20the%20semiconductor%20industry..>
- Bunde, Nicolas (2021). „Covid-19 und die Industrie: Führt die Krise zum Rückbau globaler Lieferketten?“ *Ifo Schnelldient* (74) 1. 54–57. <https://www.ifo.de/publikationen/2021/aufsatz-zeitschrift/covid-19-und-die-industrie-fuehrt-die-krise-zum-rueckbau>.
- Bundeswahlleiterin (2024). „Strukturdaten Deutschland“. <https://www.bundeswahlleiterin.de/europawahlen/2024/strukturdaten/bund-99.html>.
- Bünting, Aiko, Sarah Vogl und Matthias Trunk (2024). „Marktanalyse Q4/2024. Schwächelnder europäischer Elektrofahrzeugmarkt: Herausforderungen und Chancen für die Batterieindustrie“. Hrsg. VDI/VDE Innovation + Technik GmbH. Berlin. [https://www.ipcei-batteries.eu/fileadmin/Images/accompanying-research/publications/2024-11-BZF\\_Kurzinfo\\_Marktanalyse\\_Q4.pdf](https://www.ipcei-batteries.eu/fileadmin/Images/accompanying-research/publications/2024-11-BZF_Kurzinfo_Marktanalyse_Q4.pdf).
- Cantner, Uwe (2024). „Industrial policy and technological sovereignty“. *Sparking Europe's New Industrial Revolution. A policy for net zero, growth and resilience*. Hrsg. Simone Tagliapietra und Reinhilde Veugelers. Köln. 72–89. <https://www.bruegel.org/book/sparking-europes-new-industrial-revolution-policy-net-zero-growth-and-resilience>.
- Chang, Ha-Joon, und Antonio Andreoni (2020). „Industrial Policy in the 21st Century“. *Development and Change* (51) 2. 324–351. <https://doi.org/10.1111/dech.12570>.
- Chang, Ha-Joon, und Kiryl Zach (2018). „Industrial development in Asia: Trends in industrialization and industrial policy experiences of developing Asia“. *WIDER Working Paper* 120/2018. <https://doi.org/10.35188/UNU-WIDER/2018/562-6>.
- Christensen, Clayton M. (1997). *The innovator's dilemma: When new technologies cause great firms to fail*. Brighton MA: Harvard Business Review Press.
- Di Carlo, Donato, Anke Hassel und Martin Höpner (2024). „Growth Coalitions Within a Corporatist Setting: How Manufacturing Interests Dominated the German Response to the Energy Crisis“. *Politics & Society* 00323292241292920. <https://doi.org/10.1177/00323292241292920>.
- DIW – Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, WI – Wuppertal Institute und Ecologic Institute. (Hrsg.) (2019). *Phasing out coal in the German energy sector—Interdependencies, challenges and potential solutions*. Berlin. <https://coaltransitions.org/publications/phasing-out-coal-in-the-german-energy-sector/>.
- Donnelly, Shawn (2023). „Semiconductor and ICT Industrial Policy in the US and EU: Geopolitical Threat Responses“. *Politics and Governance* (11) 4. 129–139. <https://doi.org/10.17645/pag.v11i4.7031>.
- Draghi, Mario (2024). *The Future of European Competitiveness – Part A: A competitiveness strategy for Europe*. Brussels: European Commission. [https://commission.europa.eu/document/download/97e481fd-2dc3-412d-be4c-f152a8232961\\_en?filename=The%20future%20of%20European%20competitiveness%20\\_%20A%20competitiveness%20strategy%20for%20Europe.pdf](https://commission.europa.eu/document/download/97e481fd-2dc3-412d-be4c-f152a8232961_en?filename=The%20future%20of%20European%20competitiveness%20_%20A%20competitiveness%20strategy%20for%20Europe.pdf).
- Driscoll, Daniel (2024). „Comparative Green Advantage: Growth Regimes and Public Investment in Renewable Energy R&D“. *JCMS: Journal of Common Market Studies* (62) 1- 285–294. <https://doi.org/10.1111/jcms.13485>.

Dullien, Sebastian, Simon Gerards Iglesias, Michael Hüther und Katha Rietzler (2024). *Investitionsbedarfe in der Infrastruktur und für die Transformation*. IW-Policy Paper, Nr. 2. Köln. <https://www.iwkoeln.de/studien/simon-gerards-iglesias-michael-huether-investitionsbedarfe-in-der-infrastruktur-und-fuer-die-transformation.html>.

Duso, Tomaso, und Martin Gornig (2024). „Industriepolitik: Raus aus den Hinterzimmern! Kommentar“. *DIW Wochenbericht* 9. 140. [https://doi.org/10.18723/DIW\\_WB:2024-9-4](https://doi.org/10.18723/DIW_WB:2024-9-4).

EC – European Commission (2018). „Strategic Action Plan Batteries“. 17.5. [https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:0e8b694e-59b5-11e8-ab41-01aa75ed71a1.0003.02/DOC\\_3&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:0e8b694e-59b5-11e8-ab41-01aa75ed71a1.0003.02/DOC_3&format=PDF).

EC – European Commission (2019a). „European Green Deal“. Communication from the Commission. Document 52019DC0640. [https://commission.europa.eu/document/download/daef3e5c-a456-4fbb-a067-8f1cbe8d9c78\\_en](https://commission.europa.eu/document/download/daef3e5c-a456-4fbb-a067-8f1cbe8d9c78_en).

EC – European Commission (2019b). „State aid: Commission approves €3.2 billion public support by seven Member States for a pan-European research and innovation project in all segments of the battery value chain“. Pressemitteilung. 9.12.2019. [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/document/print/en/ip\\_19\\_6705/IP\\_19\\_6705\\_EN.pdf#:~:text=The%20European%20Commission%20has%20approved%20under%20EU%20State,in%20the%20common%20European%20priority%20area%20of%20batteries](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/document/print/en/ip_19_6705/IP_19_6705_EN.pdf#:~:text=The%20European%20Commission%20has%20approved%20under%20EU%20State,in%20the%20common%20European%20priority%20area%20of%20batteries).

EC – European Commission (2021a). „Kriterien für die Würdigung der Vereinbarkeit von staatlichen Beihilfen zur Förderung wichtiger Vorhaben von gemeinsamem europäischem Interesse mit dem Binnenmarkt“. Amtsblatt der Europäischen Union (C 528/10). [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=OJ:JOC\\_2021\\_528\\_R\\_0002#:~:text=Diese%20Mitteilung%20enth%C3%A4lt%20Er%C3%A4uterungen%20zur%20W%C3%BCrdigung%20der%20staatlichen,im%20Folgenden%20%E2%80%9EIPCEI%E2%80%9C%29%20nach%20den%20Beihilfevorschriften%20der%20Union](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=OJ:JOC_2021_528_R_0002#:~:text=Diese%20Mitteilung%20enth%C3%A4lt%20Er%C3%A4uterungen%20zur%20W%C3%BCrdigung%20der%20staatlichen,im%20Folgenden%20%E2%80%9EIPCEI%E2%80%9C%29%20nach%20den%20Beihilfevorschriften%20der%20Union).

EC – European Commission (2022a). „Leitlinien für staatliche Klima-, Umweltschutz- und Energiebeihilfen 2022“. Amtsblatt der Europäischen Union (C 80/01). 18.2.2022. [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52022XC0218\(03\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52022XC0218(03)).

EC – European Commission (2022b). „Staatliche Beihilfen: 1 Milliarde Euro zur Unterstützung von Salzgitter Flachstahl genehmigt“. Pressemitteilung. 5.10.2022. [https://germany.representation.ec.europa.eu/news/staatliche-beihilfen-1-milliarde-euro-zur-unterstuetzung-von-salzgitter-flachstahl-genehmigt-2022-10-05\\_de](https://germany.representation.ec.europa.eu/news/staatliche-beihilfen-1-milliarde-euro-zur-unterstuetzung-von-salzgitter-flachstahl-genehmigt-2022-10-05_de).

EC – European Commission (2023a). „Delegierte Verordnung (EU) der Kommission vom 10. Februar 2023 zur Ergänzung der Richtlinie (EU) 2018/2001 des Europäischen Parlaments und des Rates durch die Festlegung einer Unionsmethode mit detaillierten Vorschriften für die Erzeugung flüssiger oder gasförmiger erneuerbarer Kraftstoffe nicht biogenen Ursprungs für den Verkehr“. Document 32023R1184. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:32023R1184>.

EC – European Commission (2023b). „Mitteilung der Kommission an das europäische Parlament, den Rat ,den europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen über die Europäische Wasserstoffbank. Europäische Kommission“. COM(2023) 156 final. 16.3.2023. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52023DC0156>.

EC – European Commission (2024a). „Calls for proposals“. 2.12.2024. [https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-funding-climate-action/innovation-fund/calls-proposals\\_en](https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-funding-climate-action/innovation-fund/calls-proposals_en).

EC – European Commission (2024b). „Ecodesign for Sustainable Products Regulation“. [https://commission.europa.eu/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/ecodesign-sustainable-products-regulation\\_en](https://commission.europa.eu/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/ecodesign-sustainable-products-regulation_en)

EC – European Commission (2024c). „Temporary Crisis and Transition Framework“. 2.5.2024. [https://competition-policy.ec.europa.eu/state-aid/temporary-crisis-and-transition-framework\\_en](https://competition-policy.ec.europa.eu/state-aid/temporary-crisis-and-transition-framework_en).

- EC – European Commission (2024d). „Verordnung (EU) 2024/1735 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Juni 2024 zur Schaffung eines Rahmens für Maßnahmen zur Stärkung des europäischen Ökosystems der Fertigung von Netto-Null-Technologien und zur Änderung der Verordnung (EU) 2018/1724“. Document 32024R1735. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=CELEX:32024R1735>.
- EC – European Commission (2024e). „What is the Innovation Fund?“ [https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-funding-climate-action/innovation-fund/what-innovation-fund\\_en](https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-funding-climate-action/innovation-fund/what-innovation-fund_en).
- EC – European Commission (2024f). „Kommission genehmigt mit 4 Mrd. EUR ausgestattete, teilweise aus der Aufbau- und Resilienzfazilität finanzierte deutsche Beihilferegelung zur Unterstützung des Emissionsabbau in den Wertschöpfungsprozessen“. Pressemitteilung, 16.2.2024. [https://europa.eu/newsroom/ecpc-failover/pdf/ip-24-845\\_de.pdf](https://europa.eu/newsroom/ecpc-failover/pdf/ip-24-845_de.pdf).
- EC – European Commission (2024g). „European Critical Raw Materials Act“. 23.5.2024. [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip\\_24\\_2748](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_24_2748). {alternativ: [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/green-deal-industrial-plan/european-critical-raw-materials-act\\_en](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/green-deal-industrial-plan/european-critical-raw-materials-act_en)}
- EC – European Commission (2024h). „Kommission genehmigt von sieben Mitgliedstaaten geplante Beihilfe von max. 1,4 Mrd. EUR für viertes wichtiges Vorhaben von gemeinsamem europäischem Interesse zu Wasserstoff“. 28.5.2024. [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/ip\\_24\\_2851](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/ip_24_2851).
- Edler, Jakob (2023). „Demand, public procurement and transformation“. Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (ISI). <https://doi.org/10.24406/PUBLICA-1322>.
- Ergen, Timur, und Luuk Schmitz (2023). „The Sunshine Problem: Climate Change and Managed Decline in the European Union“. MPIfG Discussion Paper 23/6. Hrsg. Max-Planck-Institut für Gesellschaftsforschung (MPIfG). Köln. <https://hdl.handle.net/21.11116/0000-000E-27BB-4>.
- Europäischer Rechnungshof (Hrsg.) (2024). *Die Industriepolitik der EU im Bereich erneuerbarer Wasserstoff*. Sonderbericht 11/2024. Luxemburg. [https://www.eca.europa.eu/ECAPublications/SR-2024-11/SR-2024-11\\_DE.pdf](https://www.eca.europa.eu/ECAPublications/SR-2024-11/SR-2024-11_DE.pdf).
- European Parliament (2024). „Regulation (EU) 2024/1735 of the European Parliament and of the Council of 13 June 2024 on establishing a framework of measures for strengthening Europe’s net-zero technology manufacturing ecosystem and amending Regulation (EU) 2018/1724 (Text with EEA relevance)“. 2024/1735. 28.6.2024. [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:L\\_202401735](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202401735).
- Evenett, Simon, Adam Jakubik, Fernando Martín und Michele Ruta (2024). *The Return of Industrial Policy in Data*. Working Paper No. 2024/001. Washington D.C.: International Monetary Fund. <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2023/12/23/The-Return-of-Industrial-Policy-in-Data-542828>
- Flachsland, Christian, Michael Pahle, Dallas Burtraw, Ottmar Edenhofer, Milan Elkerbout, Carolyn Fischer, Oliver Tietjen und Lars Zetterberg (2020). „How to avoid history repeating itself: The case for an EU Emissions Trading System (EU ETS) price floor revisited“. *Climate Policy* (20) 1. 133–142. <https://doi.org/10.1080/14693062.2019.1682494>.
- Gebhardt, Maximilian, Alexander Spieske, Matthias Kopyto und Hendrik Birkel (2022). „Increasing global supply chains’ resilience after the COVID-19 pandemic: Empirical results from a Delphi study“. *Journal of Business Research* 150. 59–72. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.06.008>.
- Geels, Frank W. (2014). „Regime Resistance against Low-Carbon Transitions: Introducing Politics and Power into the Multi-Level Perspective“. *Theory, Culture & Society* (31) 5. 21–40. <https://doi.org/10.1177/0263276414531627>.

- Geels, Frank W., und Johan Schot (2010). „The Dynamics of Transitions: A Socio-Technical Perspective“. *Transitions to Sustainable Development – New Directions in the Study of Long Term Transformative Change*. Hrsg. John Grin, Jan Rotmans und Johan Schot. London: Routledge. 11–104. [https://www.researchgate.net/publication/273697987\\_The\\_Dynamics\\_of\\_Transitions\\_A\\_Socio-Technical\\_Perspective](https://www.researchgate.net/publication/273697987_The_Dynamics_of_Transitions_A_Socio-Technical_Perspective).
- Gerresheim, Nils, und Max Krahe (2024). Zurecht umstritten – Eine industriepolitische Analyse der Intel-Magdeburg Subvention anhand des BESTInvest-Leitfadens. 17.9.2024. Hrsg. Dezernat Zukunft e.V. [https://dezernatzukunft.org/wp-content/uploads/2024/09/Gerresheim-Krahe-2024-Zurecht-umstritten\\_v1.pdf](https://dezernatzukunft.org/wp-content/uploads/2024/09/Gerresheim-Krahe-2024-Zurecht-umstritten_v1.pdf).
- GET H2 (o. J.-a). „GET H2 – Mit Wasserstoff bringen wir gemeinsam die Energiewende voran“. <https://www.get-h2.de/>.
- GET H2 (o. J.-b). „Partner – GET H2 – Mit Wasserstoff bringen wir gemeinsam die Energiewende voran“. <https://www.get-h2.de/partner/>.
- GET H2 (2024a, Stand). „GET H2 Projekte – GET H2 – Mit Wasserstoff bringen wir gemeinsam die Energiewende voran“. <https://www.get-h2.de/geth2-projekte/>
- GET H2 (2024b). „Realisierungsvertrag für die Anbindung von thyssenkrupp Steel an das kommende Wasserstoffnetz ist unterzeichnet“. Presseinformation. 21.3.2024. [https://www.get-h2.de/wp-content/uploads/240321\\_pi\\_realisierungsvertrag\\_tkse\\_final.pdf](https://www.get-h2.de/wp-content/uploads/240321_pi_realisierungsvertrag_tkse_final.pdf).
- GET H2 (2024c). „LinkedIn-Post“. [https://www.linkedin.com/posts/get-h2\\_wirtschaftsminister-bundesl%C3%A4nder-hy2infra-activity-7218593655769415680-9W4k/?originalSubdomain=de](https://www.linkedin.com/posts/get-h2_wirtschaftsminister-bundesl%C3%A4nder-hy2infra-activity-7218593655769415680-9W4k/?originalSubdomain=de).
- GET H2 (2024d, Juli 15). „Wasserstoff: Habeck übergibt Förderbescheide an GET H2 Partner. Presseinformation“. 15.7.2024. [https://www.get-h2.de/wp-content/uploads/pm\\_get-h2\\_ipcei-foerderung\\_de\\_240715.pdf](https://www.get-h2.de/wp-content/uploads/pm_get-h2_ipcei-foerderung_de_240715.pdf).
- Gräf, Helena (2024). „A Regulatory-Developmental Turn Within EU Industrial Policy? The Case of the Battery IPCEIs“. *Politics and Governance* 12. 8188. <https://doi.org/10.17645/pag.8188>.
- Gramke, Kai, Klaus Jank, Daniel Posch, Jochen Spuck (2023). *Green Tech made in Germany: Wie zukunftsfit sind wir?* Hrsg. Bertelsmann Stiftung. Gütersloh. <https://doi.org/10.11586/2024001>.
- H2Inframap (2025). „Hydrogen Infrastructure Map“. <https://www.h2inframap.eu/>.
- H2-news (o. J.). „Henne-Ei-Problem“. *H2-news.de*. <https://h2-news.de/glossary/henne-ei/>.
- Haffert, Lukas (2021). „Tax policy as industrial policy in comparative capitalisms“. *Journal of Economic Policy Reform*, (24) 4. 488–504. <https://doi.org/10.1080/17487870.2019.1638115>.
- Hallegatte, Stephane, Marianne Fay und Adrien Vogt-Schilb (2013). „Publication Green Industrial Policies: When and How“. The World Bank. <https://doi.org/10.1596/1813-9450-6677>.
- Harich, J (2010). „Change resistance as the crux of the environmental sustainability problem“. *System Dynamics Review* (26) 1. 35–72. <https://doi.org/10.1002/sdr.431>.
- Hassel, Anke, und Kilian Weil (2023). „Social partners in the green transition of the EU“. *Vierteljahrshefte Zur Wirtschaftsforschung* 4. 15–34. <https://doi.org/10.3790/vjh.2023.334383>.
- Heddesheimer, Vincent, Hanno Hilbig und Erik Voeten (2024). „The Green Transition and Political Polarization Along Occupational Lines“. Working Paper. *American Political Science Review*. <https://doi.org/10.31219/osf.io/876dr>.
- Heilmann, Felix, Nils Gerreshaim, Levi Henze, Vera Huwe, Axel Kölschbach Ortego, Max Krahe, Christian Mölling, Sara Schulte, Sabrina Schulz, Florian Schuster, Philippa Sigl-Glückner, Joke Steinwart und Janek Steitz (2024). *Was kostet eine sichere, lebenswerte und nachhaltige Zukunft?* Berlin: Dezernat Zukunft. <https://dezernatzukunft.org/was-kostet-eine-sichere-lebenswerte-und-nachhaltige-zukunft/>.

- Hermwille, Lukas (2016). „The role of narratives in socio-technical transitions – Fukushima and the energy regimes of Japan, Germany, and the United Kingdom. *Energy Research & Social Science* 11. 237–246. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.11.001>.
- Hermwille, Lukas, und Dagmar Kiyar (2022). „Late and expensive – The political economy of coal phase-out in Germany“. *The Political Economy of Coal: Obstacles to Clean Energy Transitions*. Hrsg. Michael Jakob und Jan C. Steckel. London: Routledge. 21–39. <https://doi.org/10.4324/9781003044543>.
- Heyen, Dirk Arne, Lukas Hermwille und Timon Wehnert (2017). „Out of the Comfort Zone! Governing the Exnovation of Unsustainable Technologies and Practices. *GAIA – Ecological Perspectives for Science and Society* (26) 4. 326–331. <https://doi.org/10.14512/gaia.26.4.9>.
- Hodge, Andrew, Roberto Piazza, Fuad Hasanov, Xun Li, Maryam Vaziri, Atticus Weller und Yu Ching Wong (2024). „Industrial Policy in Europe“. IMF Working Paper No. 24/249. International Monetary Fund. 1. <https://elibrary.imf.org/openurl?genre=journal&issn=1018-5941&volume=2024&issue=249&cid=559457-com-dsp-crossref>.
- Höfler, Nele Antonia (2024). „BASF: Batteriestrategie des Chemiekonzerns steht auf der Kippe. *WirtschaftsWoche* 12.4.2024. <https://www.wiwo.de/unternehmen/industrie/grossinvestition-in-finnland-basfs-batteriestrategie-steht-auf-der-kippe/29753930.html>.
- Holzmann, Sara, Theiss Petersen, Daniel Posch und Markus Wortmann (2022). *Nachhaltige Soziale Marktwirtschaft*. Jrg. Bertelsmann Stiftung. Gütersloh. <https://www.bertelsmann-stiftung.de/de/publikationen/publikation/did/nachhaltige-soziale-marktwirtschaft-all>.
- Höpner, Martin, und Lucio Baccaro (2022). „Das deutsche Wachstumsmodell, 1991–2019“. MPIfG Discussion Paper No. 22/9. Hrsg. Max-Planck-Institut für Gesellschaftsforschung (MPIfG). Köln. [https://pure.mpg.de/pubman/faces/ViewItemFullPage.jsp?itemId=item\\_3475765](https://pure.mpg.de/pubman/faces/ViewItemFullPage.jsp?itemId=item_3475765).
- Hüther, Michael, Hubertus Bardt, Cornelius Bähr, Jürgen Matthes, Klaus-Heiner Röhl, Christian Rusche und Thilo Schaefer (2023). *Industriepolitik in der Zeitenwende* (IW-Policy Paper No. 7/2023). Hrsg. Institut der deutschen Wirtschaft (IW). Köln. <https://www.econstor.eu/handle/10419/277757>.
- IEA (2024a). „Global EV Outlook 2024“. <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2024>.
- IEA (2024b). „Global Hydrogen Review 2024. [https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2024?utm\\_content=buffer55709&utm\\_medium=social&utm\\_source=linkedin.com&utm\\_campaign=buffer](https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2024?utm_content=buffer55709&utm_medium=social&utm_source=linkedin.com&utm_campaign=buffer).
- Global Energy Solutions (2022). „Interview Thomas Frewer“. 21.12. [https://global-energy-solutions.org/wp-content/uploads/2022/12/221122interview\\_frewer\\_final\\_DE.pdf](https://global-energy-solutions.org/wp-content/uploads/2022/12/221122interview_frewer_final_DE.pdf).
- Horváth Management Consultants (2023). „Incentives are needed to launch the hydrogen age“. Interview with Dr. Sopna Sury, COO Hydrogen at RWE Generation. I/2023. <https://www.horvath-partners.com/en/cxo-news-subscribe/issue-1/2023/interview-with-dr-sopna-sury-coo-hydrogen-at-rwe-generation>.
- Jacobides, Michael G., John Paul MacDuffie und Jennifer Tae (2023). *Revisiting Disruption: Lessons from Automobile Transformation and Mobility Innovation*. Working Paper – V6 – 29.7.2023. Mack Institute for Innovation Management, University of Pennsylvania. <https://mackinstitute.wharton.upenn.edu/wp-content/uploads/2023/11/revisiting-disruption.pdf>.
- Janipour, Zahra, Vincent De Gooyert, Mark Huijbregts und Heleen De Coninck (2022). „Industrial clustering as a barrier and an enabler for deep emission reduction: A case study of a Dutch chemical cluster“. *Climate Policy* (22) 3. 320–338. <https://doi.org/10.1080/14693062.2022.2025755>.

- Johnstone, Phil, Karoline S. Rogge, Paula Kivimaa, Chiara Farné Fratini und Eeca Primmer (2021). „Exploring the re-emergence of industrial policy: Perceptions regarding low-carbon energy transitions in Germany, the United Kingdom and Denmark“. *Energy Research & Social Science* 74, April 2021, 101889. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101889>.
- JRC (2025). *Delivering the EU Green Deal: Progress towards targets*. Joint Research Centre of the European Commission. Hrsg. Luxembourg Publication Office of the European Union. Luxembourg. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/3105205>.
- Juhász, Réka, und Nathan J. Lane (2023). *The political economy of industrial policy*. Working Paper 32507. Cambridge MA: National Bureau of Economic Research. [https://www.nber.org/system/files/working\\_papers/w32507/w32507.pdf](https://www.nber.org/system/files/working_papers/w32507/w32507.pdf).
- Juhász, Réka, Nathan J. Lane, Emily Oehlsen und Véronica C. Pérez (2023). *The Who, What, When, and How of Industrial Policy: A Text-Based Approach*. 1.12.2023. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4198209>.
- Juhász, Réka, Nathan J. Lane und Dani Rodrik (2024). „The New Economics of Industrial Policy“. *Annual Review of Economics* (16) 16. 213–242. <https://doi.org/10.1146/annurev-economics-081023-024638>.
- Karltorp, Kersti, Shanyun Sam Lu und Eugenia Perez Vico (2024). „Three incumbents restructuring the Swedish energy and steel regimes: The case of Hybrit“. *Industry and Innovation* (31) 8. 1058–1092. <https://doi.org/10.1080/13662716.2024.2376317>.
- KEI – Kompetenzzentrum Klimaschutz in energieintensiven Industrien (2024). „Bundesförderung Industrie und Klimaschutz“. <https://www.klimaschutz-industrie.de/foerderung/>.
- KfW – Kreditanstalt für Wiederaufbau (2024). „Wasserstoff-Kernnetz: Zukunftsinvestition für Deutschland“. 27.11.2024. <https://www.kfw.de/Über-die-KfW/Newsroom/Aktuelles/Wasserstoff-Kernnetz.html>.
- Köhler-Geib, Fritzi (2022). „Ein Investitionsschub für die Transformation – was ist konkret nötig?“ KfW Research Positionspapier. 2.11.2022. <https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-Studien-und-Materialien/KfW-Research-Positionspapier-November-2022.pdf>.
- Kozuch, Alessa, Christian von Deimling und Michael Essig (2024). *Nachhaltigkeit in der öffentlichen Beschaffung: Befunde zum „Intention-Action-Gap“ und wie er sich verkleinern lässt*. Hrsg. Bertelsmann Stiftung. Gütersloh. <https://doi.org/10.11586/2024096>.
- Kriwoluzky, Alexandet, und Ulrich Volz (2023). *Geldpolitik in der Zeitenwende. Wie umgehen mit der Klimakrise?* Hrsg. Bertelsmann Stiftung. Gütersloh. <https://www.bertelsmann-stiftung.de/de/publikationen/publikation/did/geldpolitik-in-der-zeitenwende-wie-umgehen-mit-der-klimakrise-1#:~:text=Dieses%20Focuspaper%20diskutiert%2C%20was%20Zentralbanken%20angesichts%20des%20Klimawandels,stehe%20die%20Herausforderungen%20im%20deutschen%20und%20europ%C3%A4ischen%20Kontext>.
- Kungl, Gregor (2025). *Etablierte Unternehmen in nachhaltigen Transformation – Forschungsstand, Definitionen, Idealtypen und Einflussfaktoren auf unternehmerisches Nachhaltigkeits Handeln* (SOI Discussion Paper 2025–01). Hrsg. Universität Stuttgart. Stuttgart. [https://www.sowi.uni-stuttgart.de/dokumente/forschung/soi/soi\\_2025\\_1.Kungl.Etablierte.Unternehmen.in.nachhaltigen.Transformation.pdf](https://www.sowi.uni-stuttgart.de/dokumente/forschung/soi/soi_2025_1.Kungl.Etablierte.Unternehmen.in.nachhaltigen.Transformation.pdf).
- Kupzok, Nils, und Jonas Nahm (2024). „The Decarbonization Bargain: How the Decarbonizable Sector Shapes Climate Politics“. *Perspectives on Politics* (22) 4. 1203–1223. <https://doi.org/10.1017/S1537592724000951>.
- Kupzok, Nils, und Jonas Nahm (2025). „Green macrofinancial bargains: How economic interests enable and limit climate action“. *Review of International Political Economy* 28.1.2025.. 1–24. <https://doi.org/10.1080/09692290.2025.2453502>.

- Lee, Keun (2019). *The Art of Economic Catch-Up: Barriers, Detours and Leapfrogging in Innovation Systems*. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108588232>.
- Lee, Nell (2024). *Innovation for the Masses: How to Share the Benefits of the High-Tech Economy*. Los Angeles CA: University of California Press.
- Letta, Enrico (2024). *Much More Than a Market – Speed, Security, Solidarity: Empowering the Single Market to deliver a sustainable future and prosperity for all EU Citizens*. Report commissioned by the European Council. Paris: Jacques Delors Institute. <https://www.consilium.europa.eu/media/ny3j24sm/much-more-than-a-market-report-by-enrico-letta.pdf>.
- Lichtenthäler, Sarah, und Cornelius Bähr (2024). „Neue Batterien aus Recyclingmaterial“. *IW Trends* (51) 3. 107–130. <https://doi.org/10.2373/1864-810X.24-03-06>.
- Löfgren, Åsa, Lassi Ahlvik, Inge Van Den Bijgaart, Jessica Coria, Juraté Jaraitė, Filip Johnsson und Johan Rootzén (2024). „Green industrial policy for climate action in the basic materials industry“. *Climatic Change* (177) Art.-Nr. 147. <https://doi.org/10.1007/s10584-024-03801-7>.
- Ludwig, Florian (2024, Oktober 22). Finanz-Verhandlungen für Rock Tech-Ansiedlung in Guben ‚kurz vor Abschluss‘. *rbb* 21.10.2024. <https://www.rbb24.de/wirtschaft/beitrag/2024/10/brandenburg-guben-rock-tech-lithium-verhandlungen-vor-abschluss.html>.
- Maihold, Günther (2022). „Die neue Geopolitik der Lieferketten. ‚Friend-shoring‘ als Zielvorgabe für den Umbau von Lieferketten“. *SWP-Aktuell* 21.7.2022. Hrsg. Stiftung Wissenschaft und Politik. <https://www.swp-berlin.org/10.18449/2022A45/>.
- Malkin, Anton (2022). „The made in China challenge to US structural power: Industrial policy, intellectual property and multinational corporations. *Review of International Political Economy* (29) 2. 538–570. <https://doi.org/10.1080/09692290.2020.1824930>.
- Marcu, Andrej, Michael Mehling, Asron Cosbey und Sara Svensson (2024). *Review of Carbon Leakage Risks of CBAM Export Goods*. ERCST Roundtable on Climate Change and Sustainable Transition. <https://ercst.org/review-of-carbon-leakage-risks-of-cbam-export-goods/>.
- Matthes, Jürgen (2024). *Strategische Autonomie und wirtschaftliche Sicherheit effizient erreichen – Kriterien für wirtschaftspolitische Maßnahmen zum Abbau kritischer Importabhängigkeiten*. IW-Policy Paper Nr. 3. Hrsg. Institut der deutschen Wirtschaft. Köln. [https://www.iwkoeln.de/fileadmin/user\\_upload/Studien/policy\\_papers/PDF/2024/IW-Policy\\_Paper\\_2024-Ma%C3%9Fnahmen-strategische-Autonomie.pdf](https://www.iwkoeln.de/fileadmin/user_upload/Studien/policy_papers/PDF/2024/IW-Policy_Paper_2024-Ma%C3%9Fnahmen-strategische-Autonomie.pdf).
- Mau, Steffen (2024). *Ungleich vereint – Warum der Osten anders bleibt*. Berlin.
- Mazzucato, Mariana, Rainer Kattel und Josh Ryan-Collins (2020). „Challenge-Driven Innovation Policy: Towards a New Policy Toolkit“. *Journal of Industry, Competition and Trade* (20) 2. 421–437. <https://doi.org/10.1007/s10842-019-00329-w>.
- McNamara, Kathleen R. (2024). „Transforming Europe? The EU’s industrial policy and geopolitical turn“. *Journal of European Public Policy* 31 9. 2371–2396. <https://doi.org/10.1080/13501763.2023.2230247>.
- Meadows, Donella H. (2008). *Thinking in Systems: A Primer*. London: Chelsea Green Publishing.
- Meckling, John, und Jonas Nahm (2018). „When do states disrupt industries? Electric cars and the politics of innovation“. *Review of International Political Economy* (25) 4. 505–529. <https://doi.org/10.1080/09692290.2018.1434810>.
- Miller, John H., Scott E. Page (2009). *Complex Adaptive Systems: An Introduction to Computational Models of Social Life*. Princeton NJ: Princeton University Press.

- Muro, Mark (2023). „Biden’s big bet on place-based industrial policy. *Brookings Commentary* 6.3.2023. <https://www.brookings.edu/articles/bidens-big-bet-on-place-based-industrial-policy/>
- MWIKE – Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (2024a). „Energie- & Wärmestrategie Nordrhein-Westfalen“. <https://www.wirtschaft.nrw/energieundwaermestrategie>.
- MWIKE – Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (2024b). „Wasserstoff-Importkonzept Nordrhein-Westfalen“.
- Nahm, Jonas (2017). „Renewable futures and industrial legacies: Wind and solar sectors in China, Germany, and the United States“. *Business and Politics* (19) 1. 68–106. <https://doi.org/10.1017/bap.2016.5>.
- Nahm, Jonas (2021). *Collaborative Advantage: Forging Green Industries in the New Global Economy*. Oxford: Oxford University Press.
- Nahm, Jonas (2022). „Green Growth Models“. *Diminishing Returns: The New Politics of Growth and Stagnation*. Hrsg. Lucio Baccaro, Mark Blyth und Jonas Pontusson. Oxford: Oxford University Press. 443–464. <https://doi.org/10.1093/oso/9780197607855.003.0018>.
- Niggemann, M., Taschenberger, J., Helzer, U., Biemelt, A., Bittner, N., Klose, A., Köhler, D., Großmann, F., Pohlisch, J., Straßberger, F., & Schulze, C. (2024). *Net Zero Valley Lausitz: Strategie und Bewerbung*.
- NWR – Nationaler Wasserstoffrat (2024). „Update 2024: Treibhausgaseinsparungen und der damit verbundene Wasserstoffbedarf in Deutschland“. [https://www.wasserstoffrat.de/fileadmin/wasserstoffrat/media/Dokumente/2024/2024-05-03\\_NWR-Grundlagenpapier\\_Update\\_2024\\_Wasserstoffbedarfe.pdf](https://www.wasserstoffrat.de/fileadmin/wasserstoffrat/media/Dokumente/2024/2024-05-03_NWR-Grundlagenpapier_Update_2024_Wasserstoffbedarfe.pdf).
- OECD (2022). „Technologie- und Wissenstransfer für industrielle Innovation und Transformationen“. <https://doi.org/10.1787/1e12e26e-de>.
- Pahle, Michael, Simon Quemin, Sebastian Osorio, Claudia Günther und Robert Pietzcker (2025). „The emerging endgame: The EU ETS on the road towards climate neutrality“. *Resource and Energy Economics* 81 February 2025. 101476. <https://doi.org/10.1016/j.reseneeco.2024.101476>.
- Parodi, Alessandro und Greta Rosen Fondahn (2024). „Global EV sales up 30.5% in September as China shines, Europe recuperates“. *Reuters* 15.10. <https://www.reuters.com/business/autos-transportation/global-ev-sales-up-305-september-china-shines-europe-recuperates-2024-10-14/>.
- Pisano, Gary P., und Willy C. Shih (2012). *Producing Prosperity: Why America Needs a Manufacturing Renaissance*. Brighton MA: Harvard Business Press.
- Porter, Michael (2003). „The Economic Performance of Regions. *Regional Studies* (37) 6–7. 549–578. <https://doi.org/10.1080/0034340032000108688>.
- Posch, Daniel (2023). „Ökologische Transformation fair gestalten: Die soziale Frage ist keine Nebensache“. Hrsg. Bertelsmann Stiftung. Gütersloh. <https://www.bertelsmann-stiftung.de/de/publikationen/publikation/did/policy-brief-2023-04-oekologische-transformation-fair-gestalten-die-soziale-frage-ist-keine-nebensache>.
- Pulver, Tobias (2024). *Strategisches De-Risking jenseits von Chip*. Hrsg. Center for Security Studies (CSS), ETH Zürich. Zürich. <https://doi.org/10.3929/ETHZ-B-000662826>. {alternativ: <https://doi.org/10.3929/ethz-b-000662826>}
- Rodríguez-Pose, Andrés, und Frederico Bartalucci (2024). „The green transition and its potential territorial discontents. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society* (17) 2. 339–358. <https://doi.org/10.1093/cjres/rsad039>.

- Rodrik, Dani (2009). „Industrial Policy: Don't Ask Why, Ask How“. *Middle East Development Journal* (1) 1. 1–29. <https://doi.org/10.1142/S1793812009000024>.
- Rodrik, Dani (2014). Green industrial policy. *Oxford Review of Economic Policy* (30) 3. 469–491. <https://doi.org/10.1093/oxrep/gru025>.
- Rogge, Karoline S., und Phil Johnstone (2017). „Exploring the role of phase-out policies for low-carbon energy transitions: The case of the German Energiewende“. *Energy Research & Social Science* (23) November 2017. 128–137. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.10.004>.
- Rogge, Karoline S., Benjamin Pfluger und Frank W. Geels (2020). „Transformative policy mixes in socio-technical scenarios: The case of the low-carbon transition of the German electricity system (2010–2050)“. *Technological Forecasting and Social Change* (151) February, 119259. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.04.002>.
- Rosenbloom, Daniel, und Adrian Rinscheid (2020). „Deliberate decline: An emerging frontier for the study and practice of decarbonization“. *WIREs Climate Change* n/a(n/a), e669. <https://doi.org/10.1002/wcc.669>.
- RWE (o. J.). „Wasserstoff-Speicher RWE Epe-H2 | RWE Gas Storage West GmbH“. <https://www.rwe-gasstorage-west.com/wasserstoff/wasserstoff-speicher-epe-h2/>.
- RWE (2024a). „Der Energiestandort Lingen“. <https://www.rwe.com/der-konzern/laender-und-standorte/lingen/>.
- RWE (2024b). „Wasserstoff-Großprojekte von RWE erhalten Förderzusagen von Bund und Ländern“. 15.7. <https://www.rwe.com/presse/rwe-ag/2024-07-15-wasserstoff-grossprojekte-von-rwe-erhalten-foerderzusagen-von-bund-und-laendern/>.
- Sabel, Charles F., und Jonathan Zeitlin (2012). „Experimentalist Governance“. *The Oxford Handbook of Governance*. Hrsg. David Levi-Faur. Oxford: Oxford University Press. 169–186.
- Salzgitter AG. (o. J.). „Das Konzept für eine nachhaltige Zukunft. Unser Programm SALCOS®“. <https://salcos.salzgitter-ag.com/de/salcos.html>.
- Schularick, Moritz (2024). „So kann Europa China kontern“. *Frankfurter Allgemeine Zeitung* 29.9.2024. <https://www.faz.net/aktuell/so-kann-europa-china-kontern-110016365.html>.
- Schütz, M, Michael Ploder, Wolfgang Polt und Kattel (2024). *EFI Studie Industriepolitik*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.12648.28168>
- Schwarz, Magnus (2024). „IPCEI Hy2Infra: EU-Kommission genehmigt fast 7 Mrd. Euro für Wasserstoffprojekte“. *H2-news.de*. 15.2.2022. <https://h2-news.de/politik/ipcei-hy2infra-eu-kommission-genehmigt-fast-7-mrd-euro-fuer-wasserstoffprojekte/>.
- Seidl, Timo, und Luuk Schmitz (2024). „Moving on to not fall behind? Technological sovereignty and the ‚geo-dirigiste‘ turn in EU industrial policy“. *Journal of European Public Policy* (31) 8. 2147–2174. <https://doi.org/10.1080/13501763.2023.2248204>.
- Staatskanzlei Brandenburg (2020). „Das Lausitzprogramm 2038“. [https://lausitz-brandenburg.de/wp-content/uploads/2020/09/Lausitzprogramm-2038\\_20200914.pdf](https://lausitz-brandenburg.de/wp-content/uploads/2020/09/Lausitzprogramm-2038_20200914.pdf).
- Statistisches Bundesamt (2024). „VGR des Bundes: Inlandsproduktberechnung Vierteljahresergebnisse – 2. Vierteljahr 2024“. Statistisches Bundesamt. 27.8.2024. <https://www.destatis.de/DE/Themen/Wirtschaft/Volkswirtschaftliche-Gesamtrechnungen-Inlandsprodukt/Publikationen/Downloads-Inlandsprodukt/inlandsprodukt-vierteljahr-pdf-2180120.pdf>.
- Südekum, Jens, und Daniel Posch (2024). „Regionale Disparitäten in der Transformation: Braucht es ein Update der deutschen Regionalpolitik?“. *Wirtschaftsdienst* (104) 7. 457–461. <https://doi.org/10.2478/wd-2024-0120>.

- Tagliapietra, Simone, Reinhilde Veugelers und Jeromin Zettelmeyer (2023). *Rebooting the European Union's Net Zero Industry Act*. Bruegel Policy Brief, Nr. 15/2023. Hrsg. ZBW Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft. <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/274229/1/185395098X.pdf>.
- Tassey, Gregory (2010). „Rationales and mechanisms for revitalizing US manufacturing R&D strategies“. *The Journal of Technology Transfer* (35) 3. 283–333. <https://doi.org/10.1007/s10961-009-9150-2>.
- Tenzer, Kai, Kristian Peters-Lach, Roswitha Becker und Peter Alexewicz (2024). „Realisierungsvertrag für die Anbindung von thyssenkrupp Steel an das kommende Wasserstoffnetz ist unterzeichnet“. [https://www.thyssenkrupp-steel.com/media/content\\_1/presse/dokumente/2024\\_1/maerz\\_7/240321\\_pi\\_realisierungsvertrag\\_tkse\\_final.pdf](https://www.thyssenkrupp-steel.com/media/content_1/presse/dokumente/2024_1/maerz_7/240321_pi_realisierungsvertrag_tkse_final.pdf).
- UBA – Umweltbundesamt (Hrsg.) (2024a). „Treibhausgas-Projektionen 2024 – Ergebnisse kompakt“. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/treibhausgas-projektionen-2024-ergebnisse-kompakt>.
- UBA – Umweltbundesamt (Hrsg.) (2024b). „CO<sub>2</sub>-Grenzausgleichssystem CBAM sorgt für faire Wettbewerbsbedingungen bei der klimafreundlichen Grundstoffproduktion in der EU“. Pressemitteilung. 11.3.2024. <https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/co2-grenzausgleichssystem-cbam-sorgt-fuer-faire>.
- UBA – Umweltbundesamt (Hrsg.) (2025). „Der Europäische Emissionshandel“. 28.1.2025. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/der-europaeische-emissionshandel>.
- Unruh, Gregory C. (2000). „Understanding carbon lock-in“. *Energy Policy* (28) 12. 817–830. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421500000707>.
- VerWey, John (2019). „Chinese Semiconductor Industrial Policy: Past and Present. *Past and Present*. United States International Trade Commission Journal of International Commerce and Economics, July 2019“. <https://ssrn.com/abstract=3441951>.
- von der Leyen, Ursula (2024). *Europes Choice – Political Guidelines for the Next European Commission 2024-2029*. Strasbourg. [https://commission.europa.eu/document/download/e6cd4328-673c-4e7a-8683-f63ffb2cf648\\_en?filename=Political%20Guidelines%202024-2029\\_EN.pdf](https://commission.europa.eu/document/download/e6cd4328-673c-4e7a-8683-f63ffb2cf648_en?filename=Political%20Guidelines%202024-2029_EN.pdf).
- Vrontisi, Zoi, Ioannis Charalampidis, Konstantinos Fragkiadakis und Alkistis Florou (2024). „Towards a just transition: Identifying EU regions at a socioeconomic risk of the low-carbon transition“. *Energy and Climate Change* 5, 100129. <https://doi.org/10.1016/j.egycc.2024.100129>.
- Wade, Robert H. (2019). „Catch-up and Constraints in the Twentieth and Twenty-first Centuries“. *How Nations Learn: Technological Learning, Industrial Policy, and Catch-up*. Hrsg. Arkebe Oqubay und Kenichi Ohno. Oxford: Oxford University Press. 15–17. <https://doi.org/10.1093/oso/9780198841760.003.0002>.
- Weber, Isabella M., Jan-Erik Thie, Jesus Lara Jauregui und Lucas Teixeira (2024). *Carbon Prices and Inflation in a World of Shocks*. Hrsg. Bertelsmann Stiftung. Gütersloh. DOI 0.11586/2024092.



**Bertelsmann Stiftung**

Carl-Bertelsmann-Straße 256  
33311 Gütersloh  
Germany  
+49 5241 81-0

**Dr. Daniel Schraad-Tischler**

Director  
Nachhaltige Soziale Marktwirtschaft  
+49 5241 81-81240  
daniel.schraad-tischler@bertelsmann-stiftung.de

**Daniel Posch**

Project Manager  
Nachhaltige Soziale Marktwirtschaft  
+49 30 275788-173  
daniel.posch@bertelsmann-stiftung.de

[www.bertelsmann-stiftung.de](http://www.bertelsmann-stiftung.de)