



# GLOBALER KLIMASCHUTZ: RAHMENBEDINGUNGEN UND HANDLUNGS- OPTIONEN

## **I. Internationale Kooperation ist Voraussetzung für erfolgreiche Klimapolitik**

## **II. Regionale Herausforderungen und Chancen des Klimaschutzes**

1. Regionale Unterschiede der Klimarisiken
2. Herausforderungen der Dekarbonisierung
3. Wirtschaftliche Chancen und Handlungsbedarfe der Dekarbonisierung
4. Implikationen für klimapolitische Verhandlungspositionen

## **III. Multilaterale Klimakooperation**

1. Klimapolitik innerhalb der Vereinten Nationen
2. Anpassung der internationalen Handelskooperation

## **IV. Bi- und plurilaterale Möglichkeiten der Klimapolitik**

1. Bilaterale Partnerschaften
2. Investitionsschutzabkommen
3. Handelsabkommen
4. Klimaklub

## **V. Fazit**

## **Literatur**

## WICHTIGSTE BOTSCHAFTEN

- Der Klimaschutz ist eine globale Herausforderung. Die Risiken des Klimawandels sowie die wirtschaftlichen Chancen der notwendigen Transformation sind weltweit heterogen verteilt.
- Fortschritte bei der globalen Kooperation sollten durch Lastenausgleich und Technologiekooperationen befördert werden. Dies dürfte private Investitionen weltweit deutlich stärken.
- Die Gründung eines Klimaklubs sowie Investitionsschutzabkommen sind wichtige Elemente internationaler Klimapolitik. Handelsabkommen sollten der engen Verflechtung zwischen Handel und Klima Rechnung tragen. Hierbei müssen aber Kosten und Nutzen abgewogen werden.

## DAS WICHTIGSTE IN KÜRZE

Mit dem Pariser Klimaabkommen hat sich die Staatengemeinschaft dazu bekannt, die Erderwärmung auf deutlich unter 2 °C und möglichst 1,5 °C gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu beschränken. Bisher reichen die globalen Maßnahmen jedoch nicht aus, um dieses Ziel zu erreichen. Die Aufgabe, die globale Klimakooperation zu intensivieren, wird stetig drängender.

Die Heterogenität der Vertragspartner im Pariser Klimaabkommen ist eine große Herausforderung. Die langfristigen **direkten Klimarisiken** treffen vor allem Entwicklungs- und Schwellenländer, während insbesondere die fortgeschrittenen Volkswirtschaften mit **transitorischen Risiken** konfrontiert sind. Für Staaten mit Reserven fossiler Energieträger bedeutet die Dekarbonisierung den Verlust wichtiger Einkommensquellen. Gleichzeitig eröffnet Klimapolitik vielfältige Chancen. Für viele Unternehmen entstehen **neue Märkte** und Gewinnmöglichkeiten. Der Umstieg auf erneuerbare Energien bietet einigen Staaten die Möglichkeit, die eigene **Energieabhängigkeit zu diversifizieren**, anderen die Möglichkeit, **Energie zu exportieren**. Klimapolitische Verhandlungen sind also nicht zuletzt durch vielfältige industriepolitische und geopolitische Interessen beeinflusst.

Um Fortschritte bei der globalen Kooperation zu erzielen, sollten der Lastenausgleich, etwa durch Transfers von fortgeschrittenen Volkswirtschaften an Entwicklungs- und Schwellenländer, Technologiekooperationen sowie der gemeinsame Aufbau von klimafreundlichen (globalen) Wertschöpfungsketten im Fokus stehen. Gelingt es, durch finanzielle Transfers und technologische Kooperationen den Entwicklungs- und Schwellenländern die Transformation zu erleichtern und ihnen Perspektiven zu eröffnen, so könnten global der Klimaschutz beschleunigt und die Kosten für die Vermeidung von Emissionen verringert werden. Bilaterale **Technologiepartnerschaften** können mit beidseitigen Vorteilen einhergehen, indem sie heimischen und ausländischen Unternehmen die Möglichkeit bieten, frühzeitig klimafreundliche Technologien zu erproben und zu skalieren. Dafür ist die **Mobilisierung sowohl öffentlicher als auch privater Gelder** vor allem aus den fortgeschrittenen Volkswirtschaften notwendig. Die öffentlichen Mittel sollten gezielt zur Stärkung der Rahmenbedingungen beitragen, um die politische Unsicherheit für private Investitionen zu reduzieren. Private Investitionen werden weltweit und in großem Umfang nötig sein. Investitionsschutzabkommen spielen eine wichtige Rolle bei der Mobilisierung dieser Investitionen.

Eine Weiterentwicklung des Pariser Klimaabkommens könnte das Vertrauen der Staaten in die globale Klimakooperation stärken. Dies könnte in der Zukunft Mechanismen mehrheitsfähig machen, die das Trittbrettfahren effektiver einschränken können. Zusätzlich zum globalen Ansatz sollte die Kooperation in kleineren Gruppen von Staaten stärker in den Blick genommen werden. Ein **Klimaklub** könnte eine Option sein, Fortschritte beim Klimaschutz zu realisieren und die internationale Koordination der Klimapolitik institutionell besser zu verankern. Die Risiken des Carbon Leakage und der Wettbewerbsverzerrung könnten so reduziert werden. Handelsabkommen sollten der engen Verflechtung zwischen Handel und Klima Rechnung tragen.

# I. INTERNATIONALE KOOPERATION IST VORAUSSETZUNG FÜR ERFOLGREICHE KLIMAPOLITIK

504. Klimaschutz ist eine **globale Herausforderung**, die eine globale Antwort erfordert (SG 2019 Ziffern 13 ff.). Nur eine breite Beteiligung innerhalb der Staatengemeinschaft kann den Klimawandel bremsen. Entscheidende Schritte zur Eindämmung der Erderwärmung finden daher unter dem Dach der jährlichen **Weltklimakonferenzen** (Conference of the Parties, COP) statt. [↘ ZIFFERN 555 FF.](#)
505. Einen Weg zu ambitionierten Emissionsreduktionen im Zusammenspiel von fast 200 Staaten zu finden, ist eine große Herausforderung. Sowohl die **Kosten der Klimaerwärmung** [↘ ZIFFERN 512 FF.](#) als auch die **transitorischen Kosten ihrer Vermeidung** durch Reduktion der Treibhausgasemissionen [↘ ZIFFERN 521 FF.](#) unterscheiden sich deutlich zwischen den Staaten, was zu heterogenen Interessen und Verhandlungspositionen führt. Gleichzeitig werden die Verhandlungen dadurch erschwert, dass **Klimaschutz ein globales öffentliches Gut** ist: Einerseits kann kein Staat allein durch eigene Anstrengungen das Ziel des Pariser Klimaabkommens, die Erderwärmung zu begrenzen, erreichen. Andererseits kann kein Staat von den Vorteilen der Emissionsreduktion durch einen anderen Staat ausgeschlossen werden. Dies mindert die Anreize zu nationalen Anstrengungen und steigert die Gefahr des **Trittbrettfahrens**. [↘ ZIFFERN 555 FF.](#) Die nationale Klimapolitik sollte daher in die multilaterale Klimapolitik eingebettet werden.
506. Angesichts der Herausforderungen multilateraler Verhandlungen mit allen Staaten versuchen die Europäische Union (EU) und Deutschland die multilaterale Klimapolitik durch bi- und plurilaterale Ansätze [↘ PLUSTEXT 12](#) zu flankieren. Diese können einerseits die **multilateralen Bemühungen** zu Emissionsreduktionen **unterstützen** und andererseits die **eigene Klimapolitik effektiver** machen. [↘ ZIFFERN 581 FF.](#) Bi- und plurilaterale Ansätze sind nicht zuletzt aufgrund der **engen Verflechtung** zwischen der **nationalen Klimapolitik** und der **internationalen Wettbewerbsfähigkeit** geboten.
507. Die internationale Wettbewerbsfähigkeit von Wirtschaftsbereichen eines Staates kann gefährdet werden, wenn die Anforderung, klimafreundlich zu produzieren, die Produktionskosten der heimischen Unternehmen erhöht. So ist in einigen Industrien mit der Umstellung auf klimafreundliche Verfahren eine **Verlagerung von Standortvorteilen** und somit auch von Produktionsstandorten zu erwarten. Bei unilateralen Klimaschutzmaßnahmen kann es außerdem zur Verlagerung von Produktion in weniger streng regulierte Regionen kommen, sodass durch die Klimaschutzmaßnahmen letztendlich keine oder nur geringe Emissionsminderungen erreicht werden (**Carbon Leakage**; SG 2019 Ziffern 181 ff.).

Andererseits kann Klimapolitik sinnvolle Anreize für Unternehmen setzen, frühzeitig **Kompetenzen** in neuen Technologien **aufzubauen** und **neue Märkte**

zu **erschließen** (JG 2020 Ziffern 358 ff.). So kann es durch die Schaffung eines attraktiven Umfelds für die Entwicklung und Skalierung klimafreundlicher Technologien gelingen, die Marktführerschaft bei Schlüsseltechnologien für eine klimafreundliche Wirtschaft zu erlangen. ↘ ZIFFERN 538 FF. Ob der Nettonutzen der nationalen Klimamaßnahmen für die Wettbewerbsfähigkeit insgesamt positiv ist, wird nicht nur durch die Wahl der Klimainstrumente bestimmt. Fortschritte der internationalen Bemühungen, die Klimapolitik anderer Staaten und nicht zuletzt die Handelspolitik haben darauf einen Einfluss.



#### ↘ PLUSTEXT 12

### Die Unterscheidung multilateraler und plurilateraler Maßnahmen

Die Maßnahmen, die ein Staat international unternimmt, können nach der Anzahl an Kooperationspartnern unterschieden werden. Neben unilateralen und bilateralen Maßnahmen, also Maßnahmen, die einseitig oder mit einem anderen Staat unternommen werden, wird eine Unterscheidung zwischen multilateralen und plurilateralen Maßnahmen getroffen. Nachfolgend werden als **plurilaterale Maßnahmen** Vereinbarungen in einem kleinen Kreis von Staaten bezeichnet, wie sie etwa bei regionalen Freihandelsabkommen vereinbart werden. **Multilaterale Vereinbarungen** umfassen hingegen größere Gruppen von Staaten, die im Rahmen einer internationalen Organisation zusammen agieren. Dementsprechend werden Maßnahmen als multilateral zusammengefasst, die unter dem Dach der Welthandelsorganisation oder der Vereinten Nationen entstehen.

508. Neben dem Streben nach multilateraler Verständigung auf Klimaschutzmaßnahmen und -ziele können **bi- und plurilaterale Ansätze zur Klimakooperation** weitere Fortschritte beim Klimaschutz ermöglichen. Zu den wichtigsten Ansätzen gehören **Technologie- und Energiepartnerschaften**, ↘ ZIFFERN 583 FF. die Chancen eröffnen können, die über die Anliegen der Klimapolitik hinausgehen. ↘ ZIFFERN 547 F. Ebenso kann die klimapolitische Koordination mittels **Handelspolitik wichtige Impulse setzen**. ↘ ZIFFERN 602 F. Auf der einen Seite können durch bi- und plurilaterale Klimakooperationen die globalen Emissionen sinken. Auf der anderen Seite erhöhen sie die Effektivität und die Effizienz der nationalen Klimapolitik.

Deutschen und europäischen Unternehmen könnte eine Verstärkung der Bemühungen um **Technologie- und Energiepartnerschaften** sowie eine Handelspolitik, die sinnvoll mit Klimapolitik verknüpft ist, ermöglichen, ihre klimafreundlichen Produkte und Lösungen schneller zu skalieren. ↘ GLOSSAR Die daraus resultierende Kostendegression kann wiederum die nationalen Kosten der Klimapolitik senken. Dies würde auch für diejenigen Staaten die Technologiekosten senken, die nicht an den Koordinationsmechanismen teilnehmen. ↘ ZIFFERN 537 FF.

509. **Investitionsschutzabkommen** spielen im Kontext des globalen Engagements deutscher und europäischer Unternehmen eine zentrale Rolle, da sie ihre Rechte im Ausland schützen und so Investitionen in umweltbezogene Technologien mobilisieren. Die Abkommen können jedoch die Kosten von klimapolitischen Maßnahmen erhöhen, sofern diese Maßnahmen den Wert bereits getätigter Investi-

tionen in fossile Technologien reduzieren und daraus Ansprüche auf Kompensationen für ausländische Unternehmen entstehen. ↘ ZIFFERN 589 FF. Vorstöße, den Investitionsschutz für fossile Technologien zu reduzieren, dürften schwer umzusetzen sein, da Einstimmigkeit der Vertragspartner für eine Anpassung der Abkommen notwendig ist. Zudem bestünde die Gefahr, das Vertrauen in den Investitionsschutz auch mit Blick auf zukünftige Klimaschutz-Investitionen zu erodieren.

510. Nicht zuletzt könnte ein Zusammenschluss von Staaten, die ihre Klimapolitik miteinander koordinieren, ein Ausgangspunkt für eine stärkere internationale Klimakooperation ↘ GLOSSAR sein und dadurch Carbon Leakage sowie Wettbewerbsverzerrungen eingrenzen. Ein ausreichend großer **Klimaklub**, idealerweise unter Einbeziehung der EU, der USA und Chinas, könnte eine ambitioniertere Klimapolitik in allen beteiligten Staaten erlauben. So könnten mit Blick auf Klimaschutzmaßnahmen gleichwertigere Wettbewerbsbedingungen (level playing field) zwischen den Wirtschaftsregionen mit engen Handelsbeziehungen geschaffen werden. Eine Koordination könnte idealerweise über eine gemeinsame Besteuerung von Treibhausgasemissionen erfolgen, alternativ über gemeinsame Emissionsreduktionspfade in emissionsintensiven Industrien. An seinen Außengrenzen könnte ein Klimaklub einen **CO<sub>2</sub>-Grenzausgleich** einführen. ↘ ZIFFERN 613 FF.

## II. REGIONALE HERAUSFORDERUNGEN UND CHANCEN DES KLIMASCHUTZES

511. Bei internationalen Klimaverhandlungen treffen eine Vielzahl von Interessen aufeinander. Die Verhandlungspositionen sind dabei nicht nur durch die **Klimarisiken** geprägt, die aus der Klimaerwärmung resultieren und für Volkswirtschaften sehr unterschiedlich ausfallen können. ↘ ZIFFERN 512 FF. Auch die **transitorischen Kosten**, ↘ GLOSSAR die zur **Umstellung der Energieversorgung** und Güterproduktion anfallen, prägen die klimapolitischen Positionen. ↘ ZIFFERN 525 FF. Insbesondere für diejenigen Volkswirtschaften, die **fossile Energieträger** exportieren, kann die erfolgreiche Klimakooperation einen dramatischen Wertverlust ihrer natürlichen Ressourcen bedeuten. ↘ ZIFFERN 530 FF.

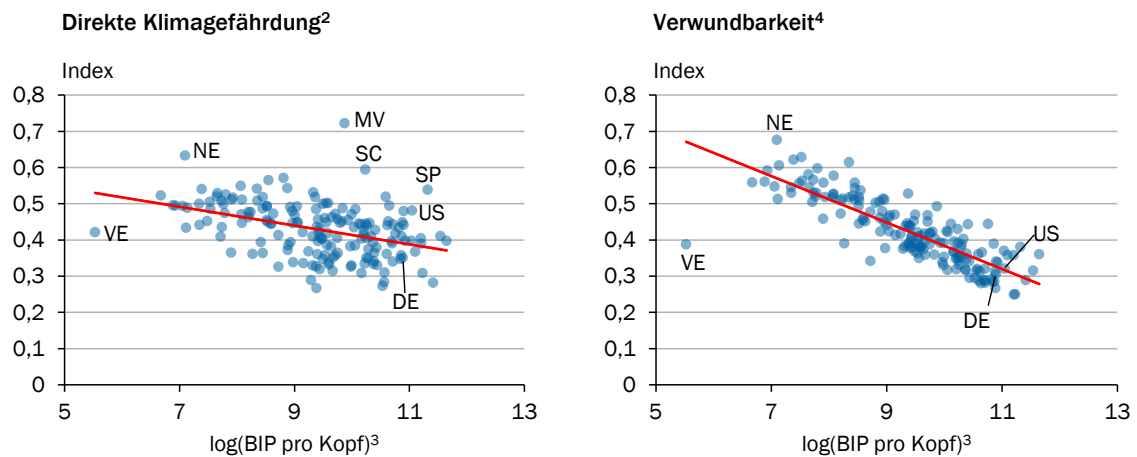
Gleichzeitig entstehen durch die Ausweitung der Klimaambitionen **wirtschaftliche und geopolitische Chancen**. ↘ ZIFFERN 583 FF. Der hohe **Investitionsbedarf** zur Erreichung der Klimaneutralität eröffnet Volkswirtschaften neue Exportmöglichkeiten, sofern ihre ansässigen Unternehmen über die notwendigen Technologien verfügen. ↘ ZIFFERN 538 FF. Erneuerbare Energien können helfen, die eigene Energieabhängigkeit zu verringern und die Energieimporte zu diversifizieren. ↘ ZIFFERN 547 F.

## 1. Regionale Unterschiede der Klimarisiken

- 512. Vom Klimawandel gehen** entlang verschiedener Dimensionen wie der Veränderung der Temperatur, der Niederschlagsmenge oder der Anzahl an Extremwetterereignissen erhebliche **physische Risiken** für die Menschheit **aus**. Der Weltklimarat erwartet, dass diese Veränderungen regional sehr unterschiedlich ausfallen werden (IPCC, 2013, 2021). So werden etwa geringere Temperaturanstiege in Äquator- sowie Küstennähe und stärkere Anstiege in Nähe der Pole, insbesondere auf der nördlichen Halbkugel, prognostiziert. Küstennahe Gebiete wären besonders von einem Anstieg des Meeresspiegels betroffen. Diese klimatischen Veränderungen dürften im Zusammenspiel mit den aktuell vorherrschenden klimatischen Bedingungen zu **regional sehr heterogenen Folgen des Klimawandels**, etwa mit Blick auf die Verfügbarkeit von Grundwasser, die Nahrungsmittelversorgung oder die temperaturbedingte Sterblichkeit, führen. Beispielsweise werden die größten Temperaturanstiege in Regionen mit aktuell geringen Durchschnittstemperaturen erwartet, denen daraus in manchen Bereichen wie der Landwirtschaft sogar positive Folgen entstehen können (Moore et al., 2017; Nath, 2020). So könnten laut IPCC (2014a, S. 510) etwa die Erträge für Weizen, Mais und Soja in der borealen Zone (Teile Russlands, Skandinaviens und Kanadas) zwischen 34 % und 54 % ansteigen. Aufgrund der bereits heute sehr hohen Temperaturen dürfte in den äquatornahen Regionen die temperaturbedingte Sterblichkeit besonders stark zunehmen, obwohl der Temperaturanstieg vergleichsweise gering ausfallen dürfte (Bressler et al., 2021).
- 513.** Um eine aggregierte Betrachtung der vom Klimawandel ausgehenden Risiken zu ermöglichen, werden verschiedene Einzelindikatoren auf regionaler Ebene in Indizes wie dem Notre Dame Global Adaptation Initiative (ND-GAIN) Index zusammengefasst (Chen et al., 2015). [↘ ABBILDUNG 127](#) Die vom Klimawandel ausgehenden Risiken für einen Staat werden darin durch die Indexkomponente Verwundbarkeit erfasst. Diese besteht aus drei Subkomponenten, welche erstens die Klimagefährdung durch direkte physische Risiken, zweitens die Sensitivität der Wirtschaft und Gesellschaft in Bezug auf diese physischen Risiken und drittens die Anpassungsfähigkeit der Staaten abbildet. Es zeigt sich, dass die Klimagefährdung durch direkte physische Risiken negativ mit dem Bruttoinlandsprodukt (BIP) pro Kopf korreliert ist. [↘ ABBILDUNG 127 LINKS](#) Die **fortgeschrittenen Volkswirtschaften** sind demnach **direkten physischen Risiken durch den Klimawandel ausgesetzt**. Diese dürften aber **tendenziell geringer** ausfallen **als in Entwicklungs- und Schwellenländern**. Darüber hinaus ist die negative Korrelation zwischen dem übergeordneten Index Verwundbarkeit und dem BIP pro Kopf noch deutlich stärker. [↘ ABBILDUNG 127 RECHTS](#) Dies deutet darauf hin, dass die fortgeschrittenen Volkswirtschaften beispielsweise aufgrund einer geringeren Abhängigkeit von durch den Klimawandel beeinträchtigten Sektoren und einer besseren Infrastruktur selbst bei ähnlicher Klimagefährdung durch direkte physische Risiken die Folgen des Klimawandels besser bewältigen können. Allerdings erlaubt dieser Index keine quantitativen Rückschlüsse auf die zu erwartenden ökonomischen Auswirkungen des Klimawandels, etwa auf die Entwicklung des BIP.
- 514.** Um die **ökonomischen Folgen des Klimawandels** und ihre regionale Heterogenität genauer quantifizieren zu können, wird in der Literatur mithilfe ökonomischer

▸ ABBILDUNG 127

**Die Klimagefährdung durch direkte physische Risiken und die Verwundbarkeit korreliert negativ mit der Wirtschaftsleistung von Staaten<sup>1</sup>**



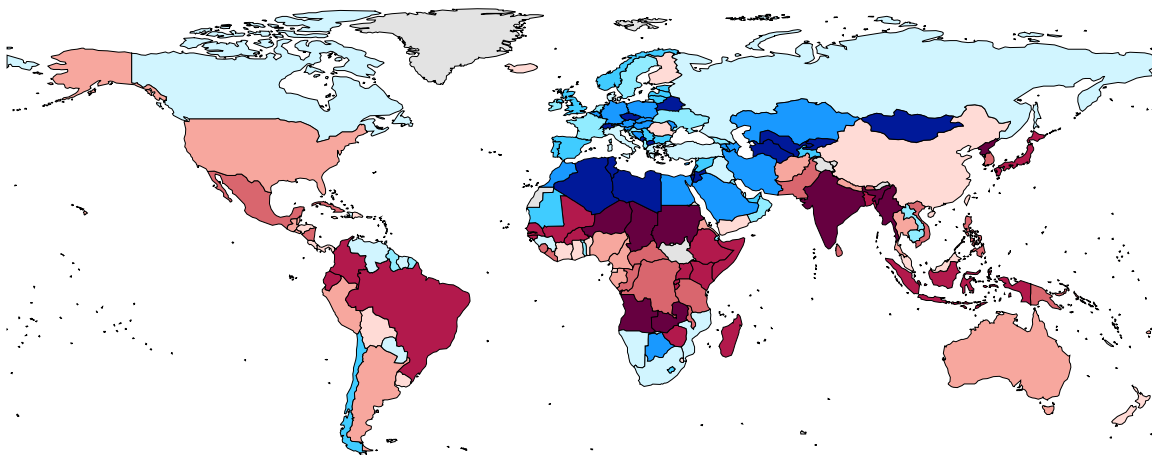
1 – DE-Deutschland, MV-Malediven, NE-Niger, SC-Seychellen, SP-Singapur, US-USA, VE-Venezuela. 2 – ND-GAIN-Indexkomponente „Exposure“ für das Jahr 2019. Beschreibt das Ausmaß, in dem einzelne Staaten durch zukünftige Veränderungen des Klimas negativ beeinträchtigt sein werden und deckt die physischen Risiken des Klimawandels ab. Berücksichtigt werden unter anderem die Auswirkungen des Klimawandels auf die landwirtschaftlichen Rahmenbedingungen, die Verfügbarkeit von Trinkwasser, Veränderungen der klimabedingten Sterblichkeit, Überschwemmungsrisiken und Veränderungen des Meeresspiegels. 3 – Reales BIP pro Kopf im Jahr 2019 in Kaufkraftparitäten gemessen in US-Dollar von 2017. 4 – ND-GAIN-Indexkomponente „Vulnerability“ für das Jahr 2019. Beschreibt das Ausmaß in dem einzelne Staaten durch zukünftige Veränderungen des Klimas geschädigt werden. Beinhaltet neben der Komponente „Exposure“ zusätzlich die Komponenten „Sensitivity“ und „Adaptive Capacity“, die messen, in welchem Umfang die Bevölkerung und die Wirtschaft eines Staates von Tätigkeiten abhängen, die stark vom Klima beeinträchtigt werden und in welchem Maße diese Tätigkeiten an Klimaveränderungen angepasst werden können.

Quellen: Notre Dame Global Adaptation Initiative, Penn World Tables, eigene Berechnungen  
© Sachverständigenrat | 21-426

metrischer Methoden der Zusammenhang zwischen vorherrschenden klimatischen Bedingungen, Klimaveränderungen und wohlfahrtsrelevanten Kennzahlen wie der Sterblichkeit, der landwirtschaftlichen Produktivität oder dem Wirtschaftswachstum geschätzt (Auffhammer, 2018). Diese ökonometrischen Schätzungen bilden die Basis für die in integrierten Klima-Ökonomie Modellen (SG 2019 Ziffer 23) verwendeten Schadensfunktionen, die zur Abschätzung der globalen ökonomischen Folgen des Klimawandels verwendet werden. Neuere Modelle dieser Art beinhalten grobe regionale Einteilungen und erlauben so eine Bewertung der regionalen Heterogenität hinsichtlich der ökonomischen Folgen. Die aktuelle Literatur modelliert Regionen auf subnationaler Ebene (Smith und Krusell, 2016; Conte et al., 2021; Cruz Álvarez und Rossi-Hansberg, 2021). Dabei zeigt sich insbesondere in großen Flächenstaaten wie Russland, Kanada oder den USA, die sich über verschiedene Klimazonen erstrecken, dass unterschiedliche Regionen innerhalb dieser Staaten sehr unterschiedlich betroffen sein dürften.

Die quantitativen Abschätzungen der ökonomischen Schäden sind vor allem bezüglich der **absoluten Schadenshöhe mit hoher Unsicherheit** behaftet und weisen eine hohe Sensitivität bezüglich der unterstellten Schadensfunktion, der modellierten interregionalen Anpassungen und der Diskontrate auf. Insbesondere aufgrund des Überschreitens sogenannter Kippunkte könnten die durch den Klimawandel verursachten Schäden deutlich höher ausfallen als in den Basis-

▾ ABBILDUNG 128

**Direkte Klimagefährdung besonders hoch in Äquatornähe<sup>1</sup>**

Dezilgrenzen

■ ≤ 0,330   ■ > 0,330 bis ≤ 0,361   ■ > 0,361 bis ≤ 0,394   ■ > 0,394 bis ≤ 0,414   ■ > 0,414 bis ≤ 0,442  
 ■ > 0,442 bis ≤ 0,455   ■ > 0,455 bis ≤ 0,481   ■ > 0,481 bis ≤ 0,500   ■ > 0,500 bis ≤ 0,532   ■ > 0,532   □ Keine Daten

1 – ND-GAIN-Indexkomponente „Exposure“ für das Jahr 2019. Beschreibt das Ausmaß in dem einzelne Staaten durch zukünftige Veränderungen des Klimas negativ beeinträchtigt sein werden und deckt die physischen Risiken des Klimawandels ab. Berücksichtigt werden unter anderem die Auswirkungen des Klimawandels auf die landwirtschaftlichen Rahmenbedingungen, die Verfügbarkeit von Trinkwasser, Veränderungen der klimabedingten Sterblichkeit, Überschwemmungsrisiken und Veränderungen des Meeresspiegels. Wert kann zwischen 0 (nicht beeinträchtigt) und 1 (stark beeinträchtigt) liegen.

Quellen: EuroGeographics bezüglich der Verwaltungsgrenzen, Notre Dame Global Adaptation Initiative

© Sachverständigenrat | 21-490

szenarien unterstellt (SG 2019 Ziffer 25). Für die **relative regionale Verteilung der Schäden** zeichnen die Abschätzungen jedoch ein **qualitativ konsistentes Bild**. Den Analysen zufolge dürfte es insbesondere für die Staaten in Äquatornähe aufgrund der bereits heute hohen Temperaturen besonders negative Auswirkungen des Klimawandels geben (IPCC, 2014a; Wing und Lanzi, 2014; Gazzotti et al., 2021). ▾ ABBILDUNG 128

515. Durch **interregionale Anpassungsmechanismen** können die globalen ökonomischen Folgen des Klimawandels abgemildert und die regionale Heterogenität der ökonomischen Folgen reduziert werden. Allerdings können diese Mechanismen auch zu negativen indirekten Folgen des Klimawandels führen, etwa aufgrund gewalttätiger Auseinandersetzungen. ▾ ZIFFER 517 Zu den zentralen in der Literatur diskutierten Mechanismen gehören Handel und Migration. ▾ ZIFFER 516 **Internationaler Handel** ermöglicht es den Regionen, die Produktionsstruktur besser an die durch den Klimawandel veränderten Rahmenbedingungen anzupassen, ohne die Konsumstruktur in gleichem Maße verändern zu müssen. Höhere Handelsbarrieren verringern die Anreize zur Anpassung der sektoralen Spezialisierung und können die globalen ökonomischen Folgen des Klimawandels verstärken (Conte et al., 2021).
516. **Migration** kann die individuellen direkten Folgen des Klimawandels reduzieren, indem Menschen aus Regionen, die von den direkten Folgen des Klimawandels stark negativ betroffen sind, in weniger stark betroffene Regionen abwandern. Cruz Álvarez und Rossi-Hansberg (2021) zeigen in einer quantitativen Modell-



abschätzung, dass dies ein effektiver Anpassungsmechanismus sein könnte. In diesem Modell ergibt sich auch in den Zielländern eine höhere Wohlfahrt pro Kopf durch eine höhere Verfügbarkeit des Produktionsfaktors Arbeit, Kapitalakkumulation und höhere Innovationsanreize. Politische und gesellschaftliche Hürden, Anpassungskosten für die Integration, ökonomische Folgekosten, möglicherweise notwendige Qualifizierungsmaßnahmen (JG 2015 Ziffern 518 und 562) und eine möglicherweise zunächst niedrige Erwerbsbeteiligung der Einwanderinnen und Einwanderer (JG 2015 Ziffern 524 und 528 ff.) werden in dem Modell allerdings nicht berücksichtigt. Aus diesem Grund könnte die Wohlfahrt in den Zielländern geringer ausfallen als im Modell.

517. Trotz der wachsenden Literatur zur **Klimamigration** bleibt eine **hohe Unsicherheit** in Bezug auf die quantitative Abschätzung zu den erwarteten Migrationsströmen (Cattaneo et al., 2019; Ferris, 2020; Flavell et al., 2020; SG 2019 Ziffer 25). Eindeutiger ist die Studienlage in der Feststellung, dass ein Großteil der Klimamigration, ähnlich zu nicht-klimabezogener Migration, regional stattfinden dürfte (Rigaud et al., 2018; Ferris, 2020; Flavell et al., 2020). Für die ökonomischen Folgen der internationalen Klimamigration in den Zielländern wird die Qualifikation der Einwanderinnen und Einwanderer entscheidend sein (Peri, 2016). Burzyński et al. (2021) zeigen in einer quantitativen Modellabschätzung, dass unter den Personen, die aufgrund direkter wirtschaftlicher Folgen des Klimawandels migrieren, der Anteil gut ausgebildeter Personen größer sein dürfte als in der Gesamtbevölkerung des Ursprungslands.

Allerdings bestehen weitere Risiken in Form einer **Zunahme gewaltsamer Konflikte**, die durch den Klimawandel begünstigt werden (Detges et al., 2020). Insbesondere regionale Migration infolge des Klimawandels kann zu einer Zunahme von Konflikten führen, die die Kosten des Klimawandels in den Konfliktgebieten erhöhen dürften (Burrows und Kinney, 2016; Ferris, 2020). Zudem ergeben sich für die durch direkte physische Risiken zunächst weniger verwundbar erscheinenden fortgeschrittenen Volkswirtschaften indirekte Risiken. Dies könnte etwa der Fall sein, wenn diese Konflikte zum Zusammenbruch der staatlichen Ordnung im Konfliktgebiet (failed states; Acemoglu und Robinson, 2012; Nay, 2013) führen oder die fortgeschrittenen Volkswirtschaften selbst in Konflikte hineingezogen werden. Konflikte dürften darüber hinaus Fluchtmigration auslösen, die sich strukturell von wirtschaftlicher Migration unterscheidet und die Zielländer vor deutlich größere Herausforderungen stellen dürfte (Brell et al., 2020).

518. Zusätzlich zu den unmittelbar aus dem Klimawandel resultierenden **physischen Risiken** ergeben sich aus der wirtschaftlichen Transformation zur Erreichung klimapolitischer Ziele **transitorische Risiken**. Transitorische Risiken resultieren aus den möglichen Kosten, die durch den Anpassungsprozess hin zu einer klimaneutralen Wirtschaft verursacht werden. Diese beiden **Risiken** sind **regional unterschiedlich verteilt** (Ferrazzi et al., 2021, S. 15). Während in den meisten Schwellen- und Entwicklungsländern tendenziell stärkere physische Risiken zu erwarten sind, stehen in den fortgeschrittenen Volkswirtschaften sowie den Öl exportierenden Staaten transitorische Risiken im Vordergrund. Gleichwohl dürfte die Bedeutung physischer Risiken mittel- bis langfristig ebenfalls in den fortgeschrittenen Volkswirtschaften zunehmen.

519. Aus physischen und transitorischen Klimarisiken können **über die Realwirtschaft** mittelbar und unmittelbar **Risiken für die Finanzmärkte** entstehen, die wiederum einen negativen Rückkopplungseffekt auf die Realwirtschaft haben können. [↘ KASTEN 30](#) So können etwa infolge des globalen Anstiegs der Durchschnittstemperatur und des Meeresspiegels nachwachsende Rohstoffe in betroffenen Regionen möglicherweise gar nicht mehr oder nur noch mit erheblichen Schwankungen angebaut werden. Dies könnte die globalen Lieferketten temporär stören und zu einem zumindest temporären Anstieg der Rohstoffpreise führen (Batten, 2018; Deutsche Bundesbank, 2019, S. 116). Das Ausmaß und die Dauer der Folgen dürfte davon abhängen, wie schnell es jeweils gelingt, die betroffenen Produktionsstrukturen zu verlagern und Lieferketten anzupassen. Entsprechend ergeben sich **je nach regionaler Aktivität** sowie der Branchenzugehörigkeit **eines Unternehmens unterschiedliche Risikoeinschätzungen durch den Finanzmarkt**.

[↘ KASTEN 30](#)

**Direkte Klimarisiken, transitorische Risiken der Klimapolitik und Finanzmarktstabilität**

Der Finanzmarkt spielt bei der Transformation hin zu einer klimaneutralen Wirtschaft eine zentrale Rolle. Er stellt die Finanzierung für einen großen Teil der notwendigen Investitionen bereit [↘ ZIFFER 542](#) und bewertet sowie bepreist die dabei möglichen Risiken. Entscheidend ist dabei, dass sich aus den mit der Klimaveränderung sowie der Klimapolitik einhergehenden Anpassungsprozessen keine Risiken für die Finanzmarktstabilität ergeben.

Schätzungen für den Euro-Raum ergeben, dass insgesamt etwa 30 % der **von europäischen Banken gehaltenen Risikopositionen** auf Unternehmen entfallen könnten, die hohen oder steigenden **physischen Risiken ausgesetzt** sind (ESRB, 2021, S. 15). Hieraus können **Kreditrisiken** erwachsen, wenn durch den Schaden an realen Vermögenswerten Kreditnehmer in Zahlungsschwierigkeiten geraten (Faiella und Natoli, 2018) oder sogar ganze Regionen und Wirtschaftsbereiche betroffen sind (Koetter et al., 2020). Zudem könnte die Zunahme von Extremwetterereignissen kurzfristig die **Profitabilität von Erst- und Rückversicherern verringern** (ESRB, 2016, S. 7).

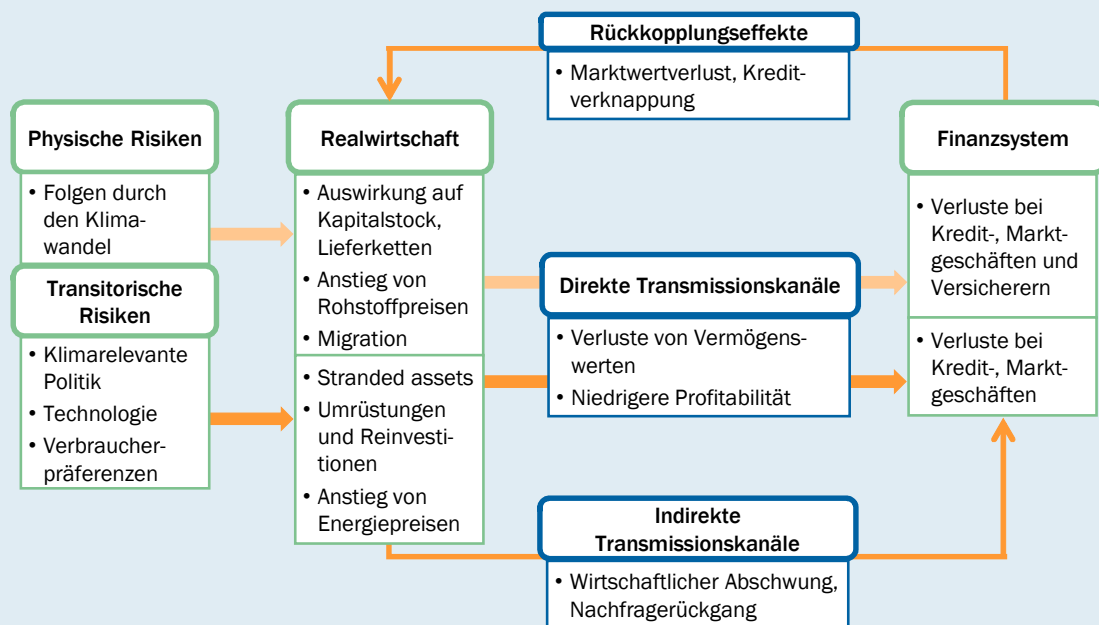
Neben physischen Risiken spielen **transitorische Risiken** infolge des wirtschaftlichen Anpassungsprozesses und der politischen Unsicherheit über zukünftige Entscheidungen zur Eindämmung des Klimawandels eine bedeutende Rolle. Diese ergeben sich zum einen durch den Ausstieg aus fossilen Brennstoffen und zum anderen aus negativen Effekten auf die Bewertung des Kapitalstocks durch einen Anstieg der Produktionskosten emissionsintensiver Unternehmen aufgrund der schrittweisen Anhebung von CO<sub>2</sub>-Preisen (Deutsche Bundesbank, 2019, S. 122 f.). Zudem kann es zu **abrupten Wertverlusten von Vermögenswerten** kommen, wenn bereits getätigte Investitionen nicht mehr mit den politisch gesetzten Klimaschutzzielen oder klimapolitischen Regulierungen und Maßnahmen vereinbar sind und unrentabel oder verboten werden (stranded assets). Transitorische Risiken sind somit insbesondere für solche Unternehmen zu erwarten, die in Regionen mit hohen Anforderungen an die klimaschutzbedingte **Transformation des Wirtschafts- und Energiesystems** tätig sind. Steigende Kosten sowie eine nachlassende Nachfrage nach emissionsintensiven Produkten werden für viele Unternehmen eine umfassende Umstellung des Geschäftsmodells notwendig machen. [↘ ZIFFERN 537 FF.](#) Dies kann einen Rückgang der Kreditwürdigkeit sowie im Extremfall ausfallende Kredite zur Folge haben. Sowohl das Finanzsystem als auch die Regulierungsbehörden stellen sich zunehmend auf diese Entwicklung ein (BaFin, 2019). Für das Finanzsystem ergibt sich hieraus die Notwendigkeit, die Unternehmen im Rahmen eines erweiterten Risikomanagements hinsichtlich der Zukunftsfähigkeit ihrer Geschäftsmodelle voneinander zu unterscheiden. Infolgedessen verschärft sich

die Kreditvergabe bereits ohne konkrete physische Risiken mit fortschreitender Umweltregulierung.

Darüber hinaus sind **Risiken** zu berücksichtigen, die sich **aus einer übermäßigen Kreditvergabe zur Finanzierung grüner Aktivitäten** ergeben können. Das könnte etwa dann der Fall sein, wenn die Kreditvergabe für grüne Investitionen allein aufgrund des nachhaltigen Charakters, etwa durch regulatorische Lockerungen, vergünstigt wird und Kreditausfallrisiken weniger beachtet werden. Erweisen sich die Investitionen dann in großem Umfang als unrentabel, da beispielsweise die mit ihnen finanzierte Technologie nicht am Markt durchsetzt, könnten die Kreditausfälle stark ansteigen und Finanzinstitute in Finanzierungsschwierigkeiten bringen. Ähnliche Risiken können infolge einer Überbewertung grüner Aktien entstehen, wenn die Kurskorrektur zu einem breiten Verlust von Vermögenswerten und darüber zu einem unerwarteten Verlust bei Kredit- und Marktgeschäften führt. [↪ ABBILDUNG 129](#) Dieses Risiko kann reduziert werden, wenn **für nachhaltige Investitionen keine gelockerten Kreditvergabestandards** gelten.

[↪ ABBILDUNG 129](#)

### Einfluss von physischen und transitorischen Risiken auf das Finanzsystem



Quellen: Deutsche Bundesbank, Network for Greening the Financial System  
© Sachverständigenrat | 21-316

Gleichzeitig nehmen **Banken** eine **wichtige Rolle** für die Bereitstellung finanzieller Mittel zur **Finanzierung** von Investitionen zur **Umsetzung klimapolitischer Ziele** ein. So kann bereits die Ankündigung internationaler Klimaziele für Banken einen Anreiz setzen, vermehrt grüne Investitionen zu finanzieren und die Finanzierung konventioneller Projekte und damit die transitorischen Kreditrisiken innerhalb der Bilanzen zu reduzieren (Reghezza et al., 2021). Die Wirksamkeit anderer grüner Finanzierungsinstrumente, wie grüne Staats- oder Unternehmensanleihen oder grüne Aktien, die Environmental, Social, Governance (ESG [↪ GLOSSAR](#)) Kriterien erfüllen, hinsichtlich der Erfüllung klimapolitischer Ziele ist jedoch umstritten. Es zeigt sich, dass bei diesen Anlageformen kein direkter Bezug zwischen Mittelzuteilung und Mittelverwendung hergestellt werden kann (Wissenschaftlicher Beirat beim BMF, 2021, S. 4 f.). Gleichwohl können private Investoren und Kreditgeber im Rahmen einer aktiven Einflussnahme auf die Unternehmensentscheidungen den gewünschten realwirtschaftlichen Effekt erzielen und damit aktiv die

Umsetzung klimapolitischer Ziele unterstützen (Wissenschaftlicher Beirat beim BMF, 2021, S. 8 f.).

Die **Europäische Zentralbank (EZB)** hat in ihrer jüngsten Strategieüberprüfung angekündigt, zunächst die **Auswirkungen des Klimawandels auf** die allgemeine **Preisstabilität** in ihrem geldpolitischen Handlungsrahmen **zu berücksichtigen**. [↘ ZIFFER 168](#) Darüber hinaus will sie Offenlegungspflichten zu Nachhaltigkeitsaspekten als Voraussetzung für Sicherheiten und Anleihekäufe festlegen, Klimastresstests für die Bilanz des Eurosystems durchführen, überprüfen, inwiefern Ratingagenturen Klimarisiken berücksichtigen. Zudem will sie dazu beitragen, dass die statistischen Grundlagen zur Analyse von Klimarisiken für den Finanzmarkt verbessert werden. Stärkere Anpassungen ihrer Ankaufprogramme für Unternehmensanleihen sind zunächst nicht geplant, sollen jedoch im kommenden Jahr überprüft werden (EZB, 2021).

520. Zusammenfassend zeigt sich, dass durch eine ambitioniertere **Klimapolitik** für einzelne Marktakteure zwar höhere **transitorische Risiken** entstehen, jedoch durch die Emissionsreduktion **physische Risiken** und die damit verbundenen Kosten aus gesamtwirtschaftlicher Sicht mittel- bis langfristig in stärkerem Maße **reduziert** werden. Zudem dürfte eine effektive und insbesondere **langfristig** ausgerichtete und **multilateral** koordinierte **Klimapolitik** zu einer **Reduktion regulatorischer Unsicherheit** beitragen. Bei der multilateralen Koordination der klimapolitischen Maßnahmen sollte die heterogene Verteilung physischer und transitorischer Risiken über verschiedene nationalstaatliche Verhandlungspartner berücksichtigt werden. So könnten Staaten, die besonders hohen physischen Risiken ausgesetzt sind, ein größeres Interesse an einer zügigen und effektiven multilateral koordinierten Klimapolitik haben als Staaten mit höheren transitorischen Risiken, für die eine solche Politik kurzfristig mit höheren Kosten einhergeht.

## 2. Herausforderungen der Dekarbonisierung

521. Zur Dekarbonisierung oder Defossilisierung [↘ GLOSSAR](#) der globalen Wertschöpfung ist eine klimaneutrale Energieversorgung unumgänglich. **Zwischen den Jahren 1990 und 2018 ist** gemäß der Internationalen Energie Agentur (IEA) **der globale Ausstoß von CO<sub>2</sub>** aus der Verbrennung fossiler Energieträger allerdings **stark angestiegen**, von jährlich 20 Mrd Tonnen auf knapp 34 Mrd Tonnen. [↘ ABBILDUNG 130 LINKS](#) Während die globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen im Jahr 2020 im Zuge der Corona-Krise um 5,8 % zurückgingen, wird für das Jahr 2021 ein Anstieg um 4 % erwartet, sodass die CO<sub>2</sub>-Emissionen 2 % unter dem Hochpunkt der Jahre 2018 und 2019 liegen dürften (IEA, 2021a, S. 91).

Ein Großteil des Anstiegs der CO<sub>2</sub>-Emissionen zwischen den Jahren 1990 und 2018 erfolgte in den Jahren nach der Jahrtausendwende. Während der Anteil der EU und der USA an den weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen etwas gesunken ist und im Jahr 2018 knapp 11 % (3,2 Mrd Tonnen CO<sub>2</sub>) beziehungsweise 15 % (4,9 Mrd Tonnen CO<sub>2</sub>) betrug, hat sich der **Anteil der Schwellen- und Entwicklungsländer an den Gesamtemissionen erhöht**. So war China im Jahr 2018 für knapp 30 % (9,6 Mrd Tonnen CO<sub>2</sub>) der globalen Emissionen verantwortlich, Indien für rund 7 % (2,3 Mrd Tonnen CO<sub>2</sub>). Im Stated-Policies-Szenario der IEA

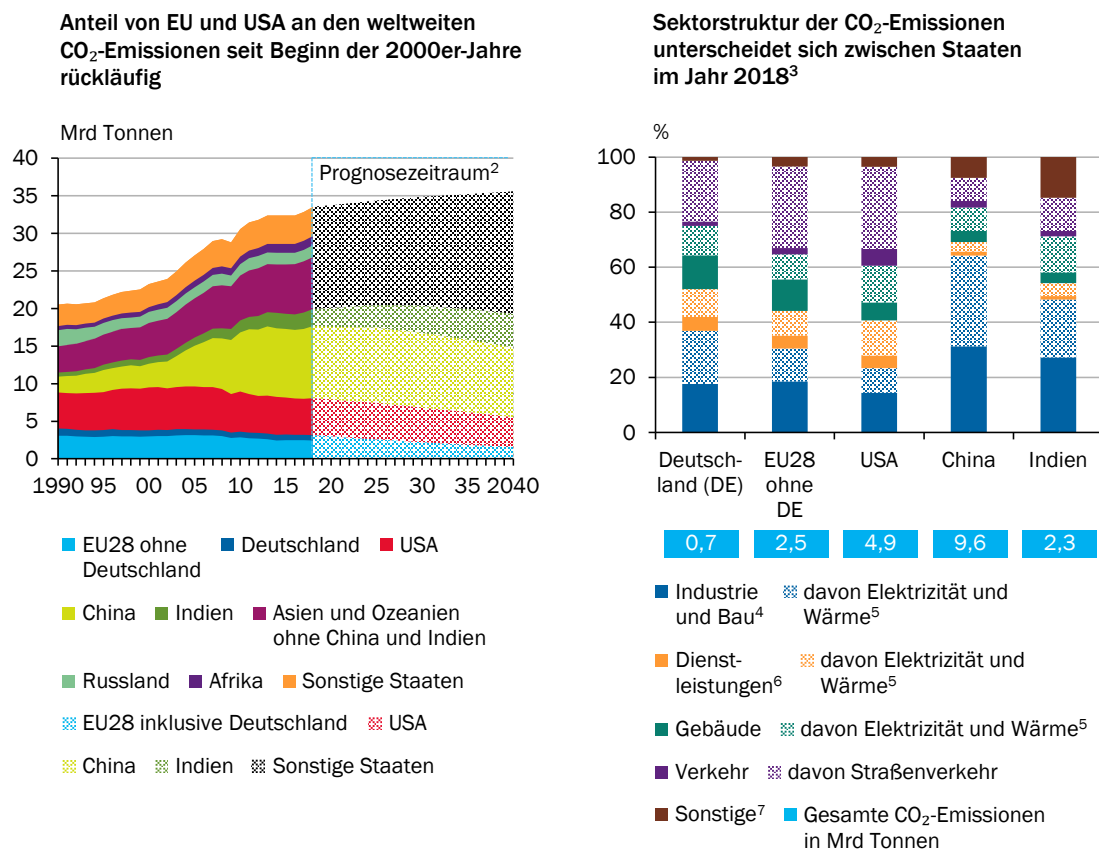
(2020a), das die Emissionspfade bei Einhaltung der aktuell herrschenden Rahmenbedingungen und der geplanten Politikmaßnahmen abbildet, wird der Anteil der Entwicklungs- und Schwellenländer und vor allem Indiens an den globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen bis zum Jahr 2040 zunehmen. [↘ ABBILDUNG 130 LINKS](#) Im Verhältnis zur Bevölkerungszahl sind die CO<sub>2</sub>-Emissionen in den Entwicklungs- und Schwellenländern jedoch vergleichsweise gering. [↘ ABBILDUNG 131](#)

**522. Der Anstieg der globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen** aus der Verbrennung fossiler Energieträger in den vergangenen drei Jahrzehnten steht in engem Zusammenhang mit dem **starken Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum** der Entwicklungs- und Schwellenländer.

In den großen Entwicklungs- und Schwellenländern wie China und Indien wird ein relativ großer Anteil der Emissionen durch die Wirtschaftsbereiche Industrie

[↘ ABBILDUNG 130](#)

**CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Verbrennung fossiler Energieträger<sup>1</sup>**

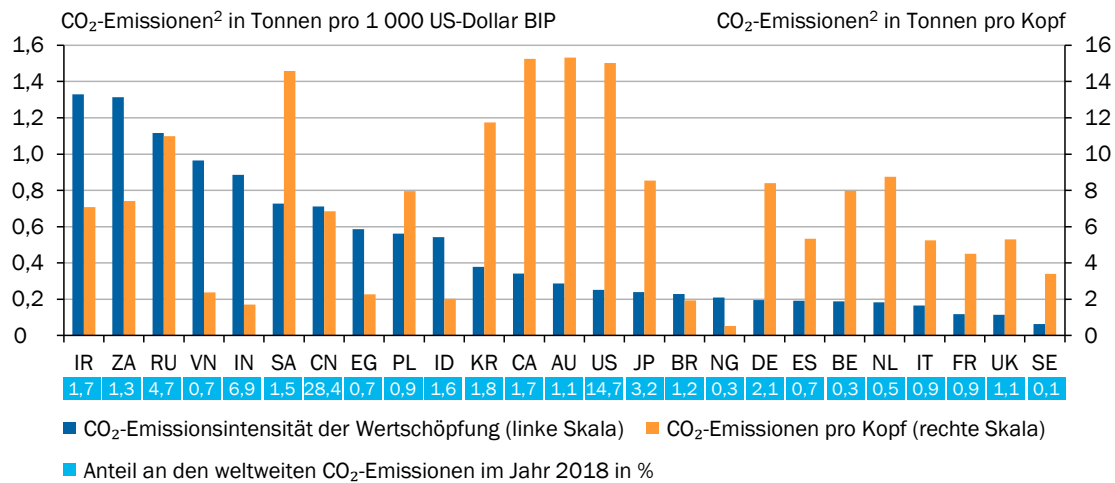


1 – Ausschließlich CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Verbrennung fossiler Energieträger. CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF) sowie aus der Landwirtschaft sind nicht enthalten. 2 – Prognose im Stated-Policies-Szenario der IEA (2020b). 3 – Die CO<sub>2</sub>-Emissionen stellen die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Verbrennung fossiler Energieträger des jeweiligen Sektors dar. Letztere ergeben sich aus dem Elektrizitäts- und Wärmeverbrauch des jeweiligen Sektors. 4 – CO<sub>2</sub>-Emissionen des Sektors Industrie und Bau sowie CO<sub>2</sub>-Emissionen, die aus der Herstellung fossiler Energieträger, etwa bei der Raffinierung von Erdöl, anfallen. 5 – CO<sub>2</sub>-Emissionen des Sektors Elektrizität und Wärme, die dem jeweiligen Nutzungssektor gemäß dem jeweiligen Elektrizitäts- und Wärmeverbrauch zugeordnet werden. 6 – Öffentliche und private Dienstleistungen. 7 – CO<sub>2</sub>-Emissionen, die in den Daten keinem der Nutzungssektoren zugeordnet werden.

Quellen: IEA (2020a, 2020b), eigene Berechnungen  
© Sachverständigenrat | 21-369

▸ **ABBILDUNG 131**

**Fortgeschrittene Volkswirtschaften haben niedrigere CO<sub>2</sub>-Emissionsintensität der Wertschöpfung, aber höhere CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Kopf<sup>1</sup>**



1 – IR-Iran, ZA-Südafrika, RU-Russland, VN-Vietnam, IN-Indien, SA-Saudi-Arabien, CN-China, EG-Ägypten, PL-Polen, ID-Indonesien, KR-Republik Korea, CA-Kanada, AU-Australien, US-USA, JP-Japan, BR-Brasilien, NG-Nigeria, DE-Deutschland, ES-Spanien, BE-Belgien, NL-Niederlande, IT-Italien, FR-Frankreich, UK-Vereinigtes Königreich, SE-Schweden. 2 – Territoriale CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Verbrennung fossiler Energieträger.

Quellen: IEA, eigene Berechnungen

© Sachverständigenrat | 21-456

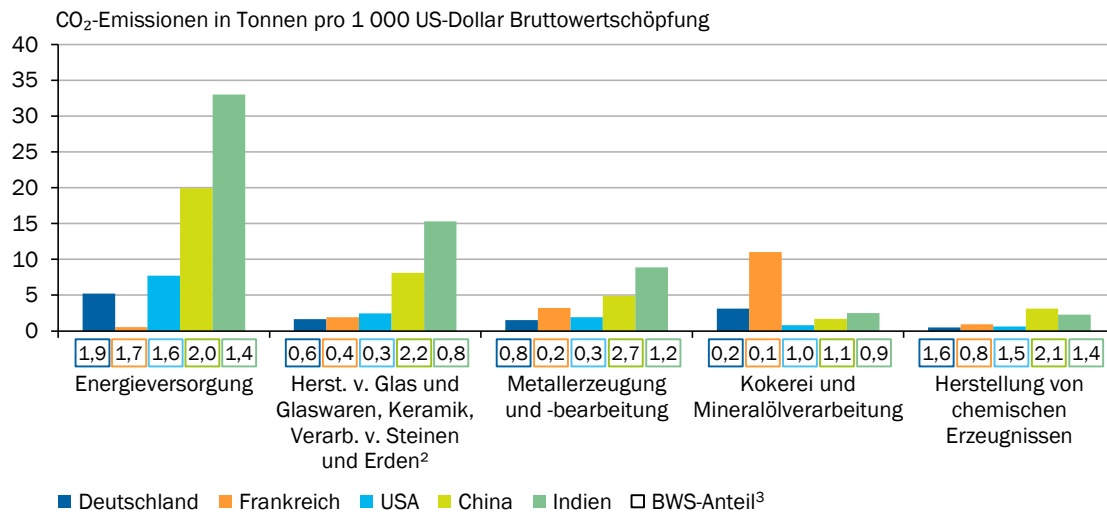
und Bau verursacht. ▸ **ABBILDUNG 130 RECHTS** Dies dürfte zum Teil auf die größere Bedeutung der Bauwirtschaft in diesen stark wachsenden Volkswirtschaften zurückzuführen sein. In den fortgeschrittenen Volkswirtschaften macht der Sektor Industrie und Bau einen deutlich geringeren Anteil der Gesamtemissionen aus, was nicht zuletzt an einer geringeren CO<sub>2</sub>-Intensität der Wertschöpfung in diesen Wirtschaftsbereichen liegt. ▸ **ZIFFER 524** Dort liegen die großen Herausforderungen der Dekarbonisierung in den Sektoren Verkehr und Gebäude.

## Umstellungskosten bei Energieversorgung und Güterproduktion

- 523.** Weltweit fiel der Anstieg der CO<sub>2</sub>-Emissionen deutlich geringer aus als der Anstieg der Wirtschaftsleistung, sodass die **CO<sub>2</sub>-Intensität der Wertschöpfung im Zeitverlauf stetig gesunken** ist (IPCC, 2014b, S. 47). Eine **weitere Senkung der CO<sub>2</sub>-Intensität der Wertschöpfung ist essenziell**, um das Ziel der Dekarbonisierung bei gleichzeitiger Steigerung des weltweiten Wohlstands zu erreichen. Diese **Verringerung** kann über drei Wege erreicht werden. Erstens können Innovationen zu neuen emissionsärmeren Produktionstechnologien führen. ▸ **ZIFFERN 537 FF.** Zweitens können Unternehmen, die bislang emissionsintensive Produktionstechnologien nutzen, ihre Prozesse auf aktuell bereits verfügbare weniger emissionsintensive Produktionstechnologien umstellen. ▸ **ZIFFER 525** Drittens können sich Konsumgewohnheiten weg von emissionsintensiven Produkten und Dienstleistungen hin zu emissionsärmeren verschieben. Auf welchem dieser Wege die CO<sub>2</sub>-Intensität am effizientesten reduziert werden kann, hängt unter anderem von der Struktur der Wertschöpfung und Energieversorgung, dem technologischen Fortschritt und den Präferenzen der Konsumentinnen und Konsumenten ab.

▸ **ABBILDUNG 132**

**Wirtschaftsbereichspezifische CO<sub>2</sub>-Emissionsintensität der Wertschöpfung ist in fortgeschrittenen Volkswirtschaften niedriger<sup>1</sup>**



1 – Gemäß der Internationalen Standardklassifikation der Wirtschaftszweige (ISIC, Rev. 4). 2 – Herstellung von Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden. 3 – Anteil an der Bruttowertschöpfung in den jeweiligen Staaten in %.

Quellen: Corsatea et al. (2019), World Input-Output Database, eigene Berechnungen  
© Sachverständigenrat | 21-502

**524.** Zwischen verschiedenen Staaten bestehen **große Unterschiede in der CO<sub>2</sub>-Intensität der Wertschöpfung und den CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Kopf**. ▸ **ABBILDUNG 131** Langfristig werden Staaten auf dem Weg zur Dekarbonisierung ihre Wertschöpfung daher unterschiedlich stark umstellen müssen. Im Jahr 2014 gehörten zu den Ländern mit vergleichsweise hoher CO<sub>2</sub>-Intensität Indien, China und Russland, die zwischen 0,9 und 1,0 Tonnen CO<sub>2</sub> pro 1 000 US-Dollar Wertschöpfung ausstießen. Viele europäische Volkswirtschaften wie Frankreich, Deutschland oder das Vereinigte Königreich weisen eine vergleichsweise geringe CO<sub>2</sub>-Intensität von weniger als 0,2 Tonnen CO<sub>2</sub> pro 1 000 US-Dollar Wertschöpfung auf.

Diese Unterschiede sind zum einen durch **unterschiedliche Wirtschaftsstrukturen** bedingt. Volkswirtschaften mit einem höheren Wertschöpfungsanteil im Verarbeitenden Gewerbe oder im Bergbau weisen höhere CO<sub>2</sub>-Intensitäten auf als solche mit einem höheren Wertschöpfungsanteil im Dienstleistungsbereich. Zum anderen bestehen **Unterschiede in der CO<sub>2</sub>-Intensität der Wertschöpfung in denselben Wirtschaftsbereichen über Länder hinweg**, die etwa durch eine Nutzung unterschiedlich emissionsintensiver Produktionstechnologien oder -prozesse bedingt sein dürfte. ▸ **ABBILDUNG 132**

**525.** Bereits durch die **Umstellung der Produktion** auf vorhandene emissionsärmere Technologien oder Prozesse könnten die CO<sub>2</sub>-Emissionen **in Entwicklungs- und Schwellenländern** substanziell reduziert werden. Wäre die CO<sub>2</sub>-Intensität der Wertschöpfung in den einzelnen Wirtschaftsbereichen in China auf dem gleichen Niveau wie im jeweiligen Wirtschaftsbereich in Deutschland, würde sich die CO<sub>2</sub>-Intensität der gesamten Wirtschaft in China bei gegebener Wirtschaftsstruktur um mehr als 60 % (6,2 Mrd Tonnen CO<sub>2</sub>) reduzieren. In Indien

wäre eine Reduktion um mehr als 70 % (1,5 Mrd Tonnen CO<sub>2</sub>) möglich. Verschiedene Studien zeigen, dass in Indien und China aufgrund der hohen CO<sub>2</sub>-Intensität der Wertschöpfung die **Grenzvermeidungskosten** [↘ GLOSSAR](#) **geringer ausfallen** als in Staaten mit niedriger CO<sub>2</sub>-Intensität wie den USA oder den EU-Mitgliedstaaten (Stern et al., 2012; Hof et al., 2017).

526. Gleichwohl wird diese **Umstellung mit hohen Gesamtkosten verbunden** sein, die viele **Entwicklungs- und Schwellenländer vor große Herausforderungen stellen werden**. So können im Gegensatz zu den Grenzvermeidungskosten die gesamten Kosten von Reduktionsplänen, beispielsweise derjenigen des Pariser Klimaabkommens, [↘ ZIFFER 556](#) auch für Schwellenländer hoch sein (Stern et al., 2012; Hof et al., 2017). Bei der Erfüllung der nationalen Klimaziele könnten ungünstige sozioökonomische Transformationspfade zu sozialer Ungleichheit führen oder den gesamtwirtschaftlichen Wohlstand negativ beeinflussen (Hof et al., 2017). Die fortgeschrittenen Volkswirtschaften sollten nicht zuletzt wegen ihrer Finanzkraft einen Beitrag zur Emissionsvermeidung leisten. [↘ ZIFFER 560](#) Darüber hinaus kommt dem Lastenausgleich zwischen fortgeschrittenen und sich entwickelnden Volkswirtschaften eine wichtige Rolle zu. [↘ ZIFFERN 561 FF.](#)

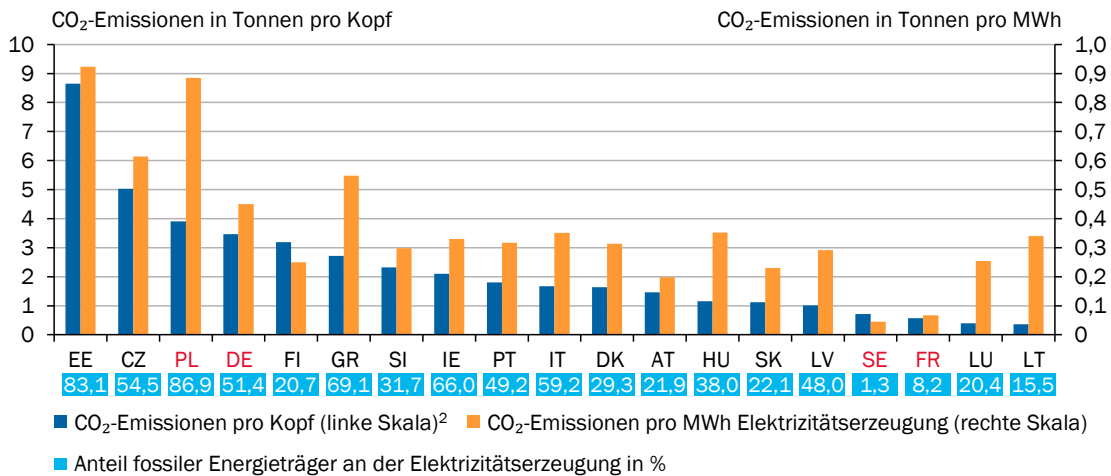
Bei der Umstellung auf heute aktuelle Technologien besteht allerdings die Gefahr, dass diese in einigen Jahren veraltet sein werden. Eine zu starke Förderung des Umstiegs auf aktuell emissionsarme Technologien kann daher über **Lock-In-Effekte** [↘ GLOSSAR](#) den Dekarbonisierungsprozess verzögern (de Groot et al., 2003; Erickson et al., 2015; Haelg et al., 2018). Lock-In-Effekte sind insbesondere bei Technologien mit hohen Investitionskosten, geringen Betriebskosten und somit langen Investitionszyklen wahrscheinlich (Erickson et al., 2015). Somit muss bei der Förderung von Investitionen zwischen einer höheren CO<sub>2</sub>-Vermeidung in der kurzen Frist und einer möglicherweise noch höheren CO<sub>2</sub>-Vermeidung in der langen Frist abgewogen werden. Eine technologieneutrale Ausgestaltung der Förderung kann dazu beitragen, solche Lock-In-Effekte zu reduzieren (Haelg et al., 2018).

527. Obwohl die Wertschöpfung in den entwickelten Volkswirtschaften im Durchschnitt weniger emissionsintensiv ist, bestehen dort innerhalb von Wirtschaftsbereichen ebenfalls große Unterschiede in der CO<sub>2</sub>-Intensität einzelner Unternehmen (SG 2019 Ziffer 163). Dementsprechend liegt dort in der Umstellung von Produktionsprozessen auf die aktuell emissionsärmsten Alternativen ebenfalls ein großes Potenzial für die Dekarbonisierung. Darüber hinaus sind insbesondere dort **Innovationen** und die **Entwicklung neuer emissionsärmerer Produktionstechnologien** von erheblicher Bedeutung für die Transformation der Wertschöpfung. [↘ ZIFFERN 537 FF.](#) Dies dürfte zwar mit höheren Kosten verbunden sein als die Dekarbonisierung in Entwicklungs- und Schwellenländern, [↘ ZIFFER 525](#) neue Technologien können aber von großer Bedeutung sein, um weltweit einen Dekarbonisierungspfad zu ermöglichen, der im Einklang mit den Klimazielen steht. [↘ ZIFFERN 537 FF.](#)
528. Eine große Rolle bei der **Dekarbonisierung** hat die **Elektrizitätsversorgung**, die in den meisten Volkswirtschaften den größten Anteil an Treibhausgasemissionen ausmacht. Die Zusammensetzung der Energieträger bei der Elek-



▾ ABBILDUNG 133

**CO<sub>2</sub>-Emissionsintensität der Elektrizitätsversorgung im Jahr 2018 besonders hoch in Staaten mit großem Anteil fossiler Energieträger<sup>1</sup>**



1 – EE-Estland, CZ-Tschechische Republik, PL-Polen, DE-Deutschland, FI-Finnland, GR-Griechenland, SI-Slowenien, IE-Irland, PT-Portugal, IT-Italien, DK-Dänemark, AT-Österreich, HU-Ungarn, SK-Slowakei, LV-Lettland, SE-Schweden, FR-Frankreich, LU-Luxemburg, LT-Litauen. 2 – Emissionen aus der Verbrennung fossiler Energieträger in der Elektrizitäts- und Wärmeversorgung.

Quellen: IEA, eigene Berechnungen  
© Sachverständigenrat | 21-510

trizitätserzeugung ist ein wichtiger Faktor für die Emissionsintensität der Wertschöpfung. In der EU weisen etwa Frankreich und Schweden, deren Elektrizitätsversorgung einen hohen Anteil von Atomstrom beinhaltet (IEA, 2021b), vergleichsweise geringe CO<sub>2</sub>-Intensitäten der Wertschöpfung auf. ▾ ABBILDUNG 131 Deutschland und insbesondere Polen, deren Elektrizitätsversorgung einen hohen Anteil an Kohlekraftwerken aufweist (IEA, 2021b), haben eine deutlich höhere CO<sub>2</sub>-Intensität. Darüber hinaus zeigt sich unabhängig von der Wirtschaftsstruktur der Einfluss der verwendeten Energieträger in der Höhe der CO<sub>2</sub>-Emissionen pro MWh erzeugter Elektrizität. ▾ ABBILDUNG 133 So haben EU-Mitgliedstaaten mit einem hohen Anteil fossiler Energieträger an der Elektrizitätsversorgung hohe CO<sub>2</sub>-Emissionen pro MWh erzeugter Elektrizität.

- 529. Neben der Elektrizitätsversorgung ist die **Energieversorgung für Gebäude**, insbesondere für das Heizen, **sowie für den Verkehrssektor** von besonderer Bedeutung für die Dekarbonisierung. Vor allem in den fortgeschrittenen Volkswirtschaften ist ein hoher Anteil der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Verbrennung fossiler Energieträger auf diese Sektoren zurückzuführen. Auch wenn die Vermeidungskosten in den Sektoren Verkehr und Gebäude mit hoher Unsicherheit behaftet sind, dürften sie deutlich höher liegen als in der Industrie und der Elektrizitätsversorgung (SG 2019 Ziffern 133 ff.).

**Situation der Länder mit großen Reserven fossiler Energieträger**

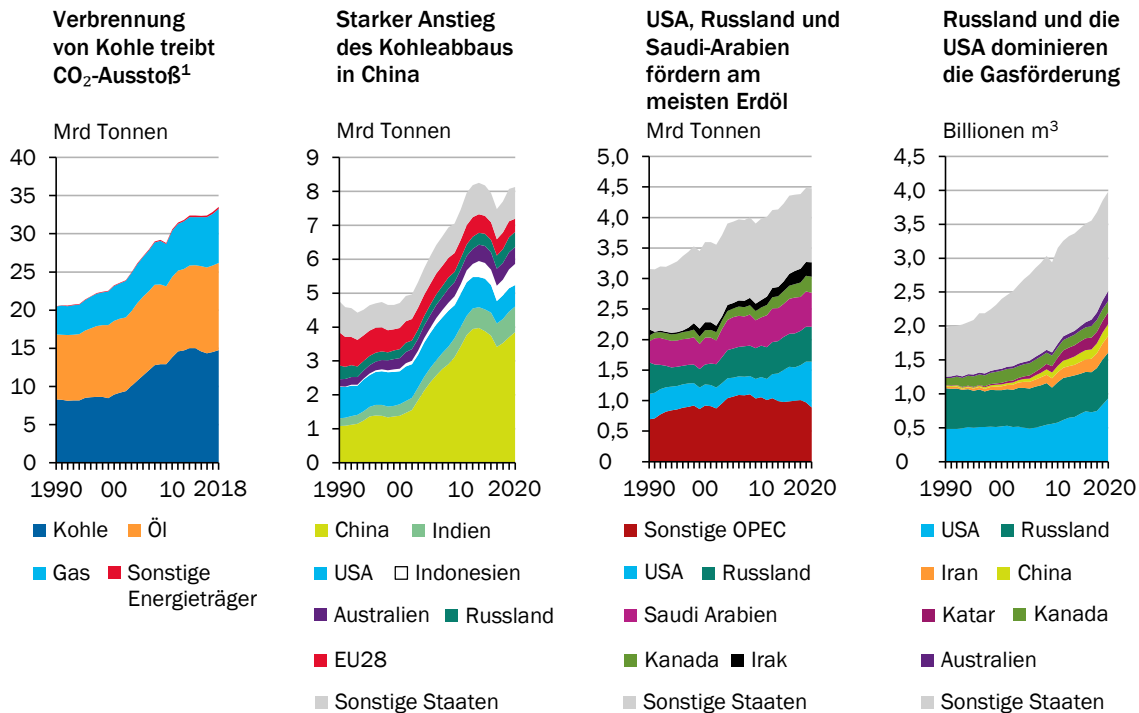
- 530. Die **Verbrennung fossiler Energieträger** ist für rund 85 % des globalen CO<sub>2</sub>-Ausstoßes verantwortlich (IPCC, 2014b). Dabei spielen aktuell die Energieträger **Kohle und Öl** mit einem Anteil von gut 40 % beziehungsweise knapp 35 % der durch fossile Energieträger verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen die größte Rolle (IEA,

2021c). Bezogen auf das in den weltweiten Reserven fossiler Energieträger gebundene CO<sub>2</sub> sind insbesondere die geschätzten Kohlereserven hervorzuheben, deren Kohlenstoffgehalt denjenigen der geschätzten Gas- und Ölreserven deutlich übersteigt (Rogner, 1997; Bauer et al., 2016; Hassler et al., 2016). [↘ ABBILDUNG 135](#) Das größte Förderland von Kohle ist China, danach kommen Indien, Indonesien, die USA und Australien. [↘ ABBILDUNG 134](#) Die fünf größten Förderländer von Rohöl sind die USA, Russland, Saudi-Arabien, Kanada und der Irak.

- 531.** Die **Förderung fossiler Energieträger** ist teilweise mit hohen Gewinnmargen für die Förderunternehmen verbunden. Dies gilt beispielsweise für Erdöl, das einen Durchschnittspreis von 76 US-Dollar pro Barrel in den vergangenen zehn Jahren aufwies und dessen Preis jüngst auf rund 85 US-Dollar pro Barrel angestiegen ist. [↘ ZIFFER 10](#) Die Förderunternehmen sind zum großen Teil in staatlicher Hand, wie beispielsweise Saudi-Aramco in Saudi-Arabien oder Gazprom in Russland. Die Gewinne unterscheiden sich über die Staaten hinweg, da die Förderkosten enorme Unterschiede aufweisen. So betragen die Förderkosten in den kanadischen Ölsanden etwa 40 US-Dollar pro Barrel, in den Ölfeldern Saudi-Arabiens dagegen nur 4 US-Dollar (Karl, 2010; Asker et al., 2019). Die Gewinnerwartungen der Förderunternehmen dürften bei einer Umstellung auf nichtfossile Energieträger insbesondere in den fortgeschrittenen Volkswirtschaften allerdings sinken. Damit sollten auch Anreize entstehen, alternative Geschäftsfelder zu erschließen. [↘ ZIFFERN 538 FF.](#) [↘ ABBILDUNG 135 UNTEN RECHTS](#) Die aktuell noch hohen Gewinne könnten dabei helfen, die Transformation zu erleichtern.

[↘ ABBILDUNG 134](#)

**CO<sub>2</sub>-Emissionen und Förderung fossiler Energieträger**



1 - Angegeben sind die CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Energieträgern.

Quellen: BP (2021), IEA

© Sachverständigenrat | 21-371

532. Die Förderländer sind teilweise stark **von den Gewinnen aus der Förderung fossiler Energieträger abhängig** und haben einen beträchtlichen Teil ihrer Wertschöpfung auf dieser Förderung aufgebaut. Insbesondere Staaten mit großen Erdölreserven wie die Golfstaaten erzielen im Verhältnis zum BIP hohe Erdölrenten, auch wenn über die vergangenen zehn Jahre ein Rückgang zu beobachten war. [↘ ABBILDUNG 135 UNTEN RECHTS](#) [↘ ABBILDUNG 135 OBEN UND UNTEN LINKS](#) Die Erdölrenten ergeben sich aus der Differenz zwischen dem Wert von gefördertem Erdöl und den Förderkosten. Für Kohle- und Gasrenten gilt die analoge Definition. Allerdings ist die Heterogenität hoch, sowohl zwischen Staaten als auch zwischen Energieträgern. So erwirtschaften Staaten mit hohen Kohle- und Gasreserven relativ geringe Renten. [↘ ABBILDUNG 135 UNTEN RECHTS](#) Außerdem verfügt die Gruppe der sonstigen Nicht-OECD-Staaten zwar über die größten Öl- und Gasreserven. Bei den Gasreserven sind die wichtigsten Staaten hier China, Saudi-Arabien und die

↘ ABBILDUNG 135

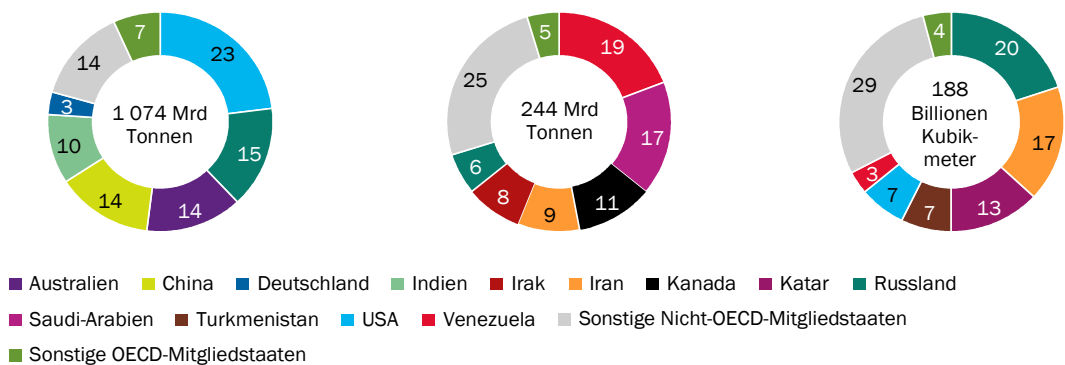
**Reserven und Ressourcenrenten in ausgewählten Staaten**

**Reserven am Jahresende 2020** (Anteil an den weltweiten Reserven in %)¹

USA halten höchsten Anteil an Kohlereserven

Venezuela und Saudi-Arabien halten höchste Ölreserven

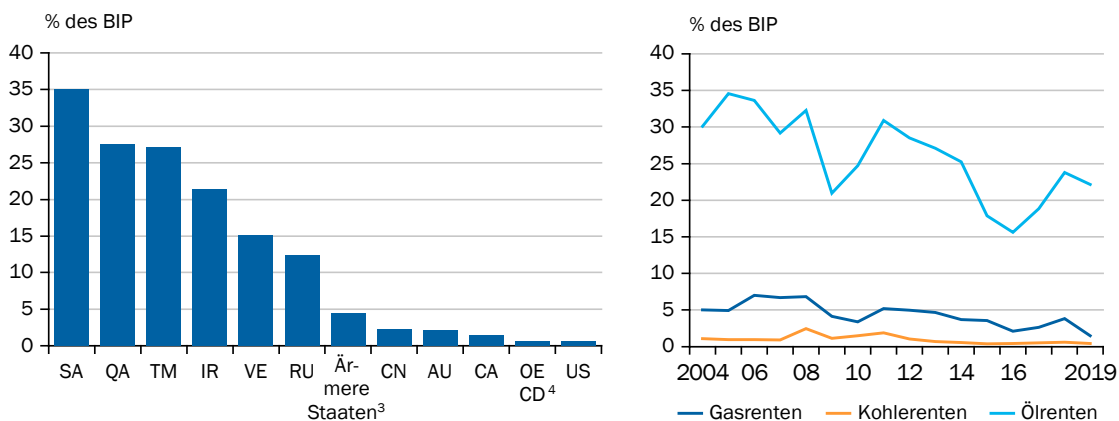
Anteil der Gasreserven hoch in Russland und Iran



**Ressourcenrenten**

Hohe Ressourcenrenten in den Golfstaaten²

Hohe Ölrenten, niedrige Gas- und Kohlerenten⁵



1 – Angegeben sind die nachgewiesenen Reserven an Kohle, Erdöl und Gas. 2 – Angegeben ist die Summe der durchschnittlichen Gas-, Kohle-, und Ölrenten in Relation zum BIP von 2009 bis 2019. SA-Saudi-Arabien, QA-Katar, TM-Turkmenistan, IR-Iran, VE-Venezuela, RU-Russland, CN-China, AU-Australien, CA-Kanada, US-USA. 3 – Durchschnitt aller Staaten, die unter die Weltbank-Definition „low income countries“, „lower-middle income countries“ oder „upper-middle income countries“ fallen. 4 – Durchschnitt aller OECD-Mitgliedstaaten. 5 – Die Gas-/Kohle-/Ölrenten ergeben sich aus der Differenz des Werts des/r gewonnenen Gases/Kohle/Öls und den Extraktionskosten im Verhältnis zum BIP. Es wird der Durchschnitt über die acht Staaten mit den größten Reserven gebildet.

Quellen: BP (2021), Weltbank, eigene Berechnungen  
© Sachverständigenrat | 21-508

Vereinigten Arabischen Emirate. Bei den Ölreserven sind die wichtigsten Staaten Kuwait, die Vereinigten Arabischen Emirate und Kasachstan. Die Ressourcenrenten der Gesamtgruppe der Nicht-OECD-Staaten haben allerdings einen relativ geringen Anteil am BIP, was durch eine geringe Bedeutung des Primärenergiesektors, hohe Extraktionskosten oder beides erklärt werden kann. [↪ ABBILDUNG 135 UNTEN LINKS UND 134](#)

- 533.** In Staaten mit großen Vorkommen fossiler Energieträger ist üblicherweise der Wertschöpfungsanteil von Wirtschaftsbereichen, die auf der Förderung dieser Energieträger basieren, hoch. Der niedrige Wertschöpfungsanteil anderer Wirtschaftsbereiche kann zum Teil durch das Phänomen der sogenannten **Dutch Disease** erklärt werden (Frankel, 2010; van der Ploeg, 2011). So können in ressourcenreichen Staaten zwar insgesamt positive Wachstumseffekte durch Ressourcenrenten entstehen (Yanikkaya und Turan, 2018), gleichzeitig kann der Export natürlicher Ressourcen gesamtwirtschaftliche Löhne und Wechselkurse derart in die Höhe treiben, dass andere Wirtschaftsbereiche wie beispielsweise das Verarbeitende Gewerbe international nicht wettbewerbsfähig sind und verdrängt werden. Nichtsdestotrotz gibt es in einigen großen Förderländern Anstrengungen, die Wirtschaftsstruktur zu diversifizieren. So fiel im Emirat Dubai der Anteil der Erdölförderung an der Wertschöpfung von 50 % im Jahr 1990 auf weniger als 5 % im Jahr 2021. Saudi-Arabien plant ebenfalls, bis zum Jahr 2030 den Wertschöpfungsanteil der Erdölförderung signifikant zu reduzieren (Havrlant und Darandary, 2021; Saudi-Arabische Regierung, 2021). [↪ ZIFFERN 537 FF.](#)
- 534.** Vor dem Hintergrund der großen Wertschöpfungsanteile fossiler Energieträger in einigen Staaten sollte berücksichtigt werden, dass klimapolitische Maßnahmen von Staaten, die diese Energieträger heute importieren, unerwünschte Effekte nach sich ziehen könnten. So postuliert etwa das **Grüne Paradoxon**, dass eine Ankündigung von Maßnahmen, die eine Einschränkung der Nachfrage nach fossilen Energieträgern seitens der Importländer erwarten lassen, dazu führen könnte, dass das Angebot am Weltmarkt ausgeweitet wird. [↪ PLUSTEXT 13](#) Rohstoffbesitzer könnten durch diese Angebotsausweitung versuchen, ihre Reserven an fossilen Energieträgern schneller in Finanzkapital umzuwandeln, das zukünftig höhere Renditen verspricht als die Rohstoffe selbst (Sinn, 2009).



#### [↪ PLUSTEXT 13](#)

### Carbon Leakage und Grünes Paradoxon

Inländische klimapolitische Maßnahmen wie etwa die Regulierung oder Bepreisung emissionsintensiver Aktivitäten können dazu führen, dass sich diese Aktivitäten ins weniger regulierte Ausland verlagern. In der Folge kann es dazu kommen, dass die inländischen Emissionseinsparungen ganz oder teilweise vom ausländischen Emissionszuwachs kompensiert werden und es zu keiner oder nur einer geringen Reduktion der globalen Emissionen kommt. In der Literatur wird dieses Phänomen als **Carbon Leakage** bezeichnet. Direktes Leakage tritt auf, wenn die Verlagerung unmittelbar infolge einer Veränderung der relativen Produktionspreise geschieht. Indirektes Leakage entsteht, wenn aufgrund des Rückgangs der Nachfrage nach fossilen Rohstoffen im Inland die Weltmarktpreise für diese Rohstoffe sinken und infolgedessen die Nachfrage im Ausland steigt (Umweltbundesamt, 2020; Wissenschaftlicher Beirat beim BMWi, 2021).

Ein weiterer unerwünschter indirekter Nebeneffekt klimapolitischer Maßnahmen wird als **Grünes Paradoxon** bezeichnet. Dieses besagt, dass durch die Erwartung einer künftig fallenden Nachfrage nach fossilen Energieträgern (etwa infolge klimapolitischer Maßnahmen) deren Extraktion beschleunigt wird und dadurch ihr Angebot am Weltmarkt steigt (Sinn, 2008; van der Ploeg und Withagen, 2012). Somit beschreibt das Grüne Paradoxon eine zeitliche Verschiebung des Angebots von fossilen Energieträgern, während Carbon Leakage eine internationale Verschiebung der Nachfrage darstellt. Sowohl Carbon Leakage als auch das Grüne Paradoxon können aus unilateralen wie aus plurilateralen klimapolitischen Maßnahmen resultieren. Allerdings dürften bei einer plurilateralen Umsetzung die erwünschten Effekte relativ zu den unerwünschten Effekten ein höheres Gewicht haben (Sinn, 2008, 2009; Wissenschaftlicher Beirat beim BMWi, 2021).

535. Klimapolitische Maßnahmen in Staaten, die heute fossile Energieträger importieren, können auch aufgrund der technischen Rahmenbedingungen der Förderung unerwünschte Effekte haben. Beispielsweise können lange Erschließungszeiten und hohe Anpassungskosten der Förderung von Erdöl dazu führen, dass eine geringere Nachfrage nach fossilen Energieträgern sich nicht vorrangig in einem geringeren Angebot, sondern vor allem in niedrigeren Preisen widerspiegelt. Empirische Studien haben gezeigt, dass die kurzfristige **Preiselastizität des Angebots** sehr gering ist (Kilian und Murphy, 2012; Güntner, 2014; Baumeister und Hamilton, 2019; Caldara et al., 2019). Eine geringe Preiselastizität des Ölangebots wiederum kann wesentlich zur Entstehung von **indirektem Carbon Leakage** beitragen, was die klimapolitischen Maßnahmen konterkariert. [↪ PLUSTEXT 13](#) Hier ist einschränkend zu sagen, dass die Elastizität mit fallenden Preisen steigen dürfte, da sich dann die Ausbeutung von Vorkommen mit sehr hohen Förderkosten nicht mehr lohnt. [↪ ZIFFER 532](#) Schätzungen für die langfristige Preiselastizität des Angebots liegen außerdem geringfügig höher als für die kurzfristige Elastizität (Arezki et al., 2017). Für den Energieträger Kohle liegen Schätzungen vor, die für höhere Elastizitäten des Angebots sprechen als für Erdöl (Burniaux und Oliveira Martins, 2016). Kohle dürfte daher weniger anfällig für indirektes Carbon Leakage sein.
536. Um klimapolitische Maßnahmen effektiv zu gestalten, sollten Carbon Leakage und das Grüne Paradoxon berücksichtigt werden. So sollte zum einen **ein internationaler Ansatz in der Klimapolitik** verfolgt werden, um die Verlagerung von Emissionen ins Ausland zu verhindern oder zu begrenzen. [↪ ZIFFERN 613 FF.](#) Zum anderen sollten neben einer Reduzierung der Nachfrage nach fossilen Energieträgern auch das Angebot in den Blick genommen werden, beispielsweise durch Einbindung der Förderländer in internationale Abkommen und Partnerschaften zum Umstieg auf die Nutzung und den Export erneuerbarer Energien. [↪ ZIFFERN 583 FF.](#)

### 3. Wirtschaftliche Chancen und Handlungsbedarfe der Dekarbonisierung

537. Wenn die Staatengemeinschaft den Klimaschutz vorantreibt, dürfte die Nachfrage nach **weniger emissionsintensiven Produkten, Produktionsprozessen** und Energieträgern stetig steigen. Es werden **hohe Investitionen** nötig, um die im Pariser Klimaabkommen festgehaltenen Selbstverpflichtungen der Staaten zu erfüllen. Die Schätzungen variieren allerdings sehr stark. [↘ TABELLE 24](#)

Die Transformation reduziert die Kosten des Klimawandels, [↘ ZIFFERN 512 FF.](#) etwa indem sie diesen abschwächt. Darüber hinaus können Volkswirtschaften aus dieser Transformation einen Nutzen ziehen, wenn ansässige Unternehmen diejenigen sind, welche die neue **Nachfrage nach emissionsärmeren Produkten oder Investitionsgütern bedienen**. Die **Chancen und Risiken für Unternehmen** und die **Klimapolitik** sind interdependent: Eine ambitioniertere multilaterale Klimapolitik stärkt die Nachfrage nach emissionsarmen Technologien. Dies kann die Technologieskalierung beschleunigen und zur Kostendegression beitragen. Dies kann wiederum die Umsetzung der Klimapolitik erleichtern.

[↘ TABELLE 24](#)

Studien zu Schätzungen des weltweiten Investitionsbedarfs zur Erreichung der Klimaziele

Studie	Bereich	Zeitraum	Klimaziel (Grad Celsius)	Investitionsbedarf über den gesamten Zeitraum		Investitionsbedarf pro Jahr		
				insgesamt	darunter: zusätzlicher Investitionsbedarf <sup>1</sup>	insgesamt	darunter: zusätzlicher Investitionsbedarf <sup>1</sup>	in Relation zum BIP
OECD (2017)	Infrastruktur <sup>3</sup>	2016 - 2030	2 °C <sup>4</sup>	103	9	6,9	0,6	
IRENA (2019)	Energiesektor	2016 - 2050	2 °C <sup>5</sup>	110	15			2 <sup>b</sup>
IRENA (2021)	Energiesektor	2021 - 2050	1,5 °C <sup>6</sup>	131	33	4,4	1,1	5 <sup>c</sup>
IEA (2021)	Energiesektor	2021 - 2050	1,5 °C <sup>7</sup>			4,5-5,0 <sup>a</sup>		2,5-4,5 <sup>d</sup>
McCollum et al. (2018) <sup>2</sup>	Energiesektor	2016 - 2050	2 °C <sup>8</sup>			3,0	1,1	2,5
			1,5 °C <sup>9</sup>			3,4	1,6	2,8

1 – Zusätzlich zu den in den Studien bereits angekündigten Maßnahmen (Referenzpfad) benötigter Bedarf zur Erreichung der Klimaziele. 2 – Es werden unterschiedliche Modelle geschätzt. Werte geben deren Mittelwert an. 3 – Beinhaltet die Bereiche Energie, Telekommunikation, Transport, Wasser. 4 – Basierend auf einem Szenario, bei dem die globale Erderwärmung bis zum Jahr 2100 mit einer Wahrscheinlichkeit von 66 % unter 2 °C liegt. 5 – Ziel aus dem Übereinkommen von Paris, nach dem die globale Erderwärmung deutlich unter 2 °C gegenüber dem vorindustriellen Niveau begrenzt werden soll. 6 – Ziel ist die Klimaneutralität im Jahr 2050, wodurch die globale Erderwärmung bis zum Ende des Jahrhunderts auf unter 1,5 °C begrenzt werden soll. 7 – Ziel ist die Klimaneutralität im Jahr 2050, wobei die Erderwärmung zu 50 % über 1,5 °C liegt. 8 – Deutlich unter 2 °C. 9 – In Richtung 1,5 °C. a – Höhe der Investitionen abhängig vom betrachteten Jahr (2030: 5 Billionen US-Dollar, 2050: 4,5 Billionen US-Dollar). b – Durchschnittliche prozentuale Höhe der Gesamtinvestitionen bezogen auf das jährliche BIP. c – Bezogen auf das BIP im Jahr 2019. d – Bezogen auf das jährliche BIP im Zeitverlauf. Anstieg bis zum Jahr 2030 auf ca. 4,5 % des BIP, bis zum Jahr 2050 eventueller Rückgang auf 2,5 % des BIP.

Quellen: IEA (2021d), IRENA (2019, 2021), McCollum et al. (2018), OECD (2017)

© Sachverständigenrat | 21-534

Gleichzeitig beeinflusst die Klimapolitik die Rentabilität bereits getätigter Investitionen und nimmt dadurch Einfluss auf die Risiken von Investitionen.

## Volkswirtschaftliche Technologiepotenziale

538. Die verlässliche Identifikation von Technologiepotenzialen, also von komparativen Vorteilen einer Volkswirtschaft in den zukünftig benötigten Technologien, ist nur schwer möglich und unterliegt großer Unsicherheit. Bis globale **Klimaneutralität** erreicht ist, kann sich die relative Attraktivität verschiedener Technologien verändern. Zudem können neue Technologien entstehen. Für die mittlere Frist dürften zwar viele der Technologien schon heute bekannt sein, [↘ KASTEN 31](#) die zukünftige Gestaltung der gesamtwirtschaftlichen Rahmenbedingungen kann jedoch sowohl positiven als auch negativen Einfluss auf die Wettbewerbsfähigkeit von Technologien und ganzen Volkswirtschaften nehmen. Auf Basis der heutigen Wirtschaftsstruktur kann allerdings der Versuch unternommen werden, die **Ausgangslage von Staaten** hinsichtlich ihrer Technologiepotenziale zu bewerten.

### ↘ KASTEN 31

#### Vielfältige Wege zur Klimaneutralität

Um Klimaneutralität bis zur Mitte des 21. Jahrhunderts zu erreichen, ist eine **tiefgreifende Transformation** der Energiewirtschaft erforderlich (IRENA, 2020a; Rat für Nachhaltige Entwicklung, 2021). Für den Erfolg der Transformation wird der Einsatz erneuerbarer Energien zur Dekarbonisierung oder Defossilisierung der Sektoren Wärme und Verkehr sowie der Industrie notwendig sein (acatech et al., 2017; JG 2020 Ziffer 359). Diese **Sektorkopplung** kann entweder mittels Elektrifizierung oder durch die Nutzung von Wasserstoff und darauf basierenden synthetischen Energieträgern erfolgen. Beispielsweise können durch Wärmepumpen oder batteriebetriebene Fahrzeuge der Gebäude- beziehungsweise Verkehrssektor direkt elektrifiziert werden. Wasserstoff oder darauf aufbauende synthetische Kraftstoffe (E-Fuels) ermöglichen hingegen eine **indirekte Nutzung von erneuerbaren Energien**. Sie werden mittels Elektrolyse (also durch Spaltung von Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff unter Einsatz von Strom) gewonnen und können fossile Energieträger ersetzen. Klimaneutraler Wasserstoff und darauf basierende Energieträger werden vor allem benötigt, um Anwendungen zu defossilisieren, die nicht oder nur schwer direkt elektrifiziert werden können, etwa im Schwerlastverkehr, der Industrie oder bei der Langzeitspeicherung von Strom. Zwar ist die Sektorkopplung mithilfe von Wasserstoff aufgrund der Umwandlungsprozesse in der Regel technisch weniger effizient als die direkte Elektrifizierung. Allerdings sind die damit verbundenen Energieträger einfacher zu speichern und zu transportieren (Meylan et al., 2016; Hebling et al., 2019).

Das Elektrolyseverfahren erlaubt die Gewinnung von Wasserstoff unter Einsatz von Wasser und Strom. Im Gegensatz zur partiellen Oxidation von Kohle, der Dampfreformierung oder der autothermen Reformierung von Erdgas – die heute dominierenden Verfahren zur Gewinnung von grauem Wasserstoff – geht die Elektrolyse mit sehr wenigen oder gar keinen Treibhausgasemissionen einher, sofern sie mit emissionsarmer Elektrizität betrieben wird. Insbesondere auf erneuerbarer Energie basierendem, **grünem Wasserstoff** wird eine zentrale Rolle im zukünftigen defossilisierten Energiesystem zugeschrieben (IRENA, 2020a; dena, 2021; Luderer et al., 2021; NWR, 2021; Prognos et al., 2021; Wietschel et al., 2021). Wietschel et al. (2021) geben einen Überblick über die aktuelle Studienlage zum zukünftigen Import von stofflichen Energieträgern. Es wird erwartet, dass langfristig zwischen 53 % und 80 % des deutschen Wasserstoffbedarfs und 79 % bis 100 % des Bedarfs an wasserstoffbasierten Syntheseprodukten durch Importe gedeckt werden dürfte, da in wind- und sonnenreichen Regionen weltweit die

Gestehungskosten [↘ GLOSSAR](#) von grünem Wasserstoff deutlich niedriger sein dürften als in Europa und zudem die regional (relativ zum Erzeugungspotenzial) niedrige Stromnachfrage den Export von erneuerbarer Energie (in Form von Wasserstoff) attraktiv macht.

Verschiedene **nachfrage- und angebotsseitige Faktoren erschweren** die schnelle **Etablierung von grünem Wasserstoff** als Energieträger. Wegen der bisher noch hohen Investitionskosten von Elektrolyseuren (aufgrund der noch niedrigen Stückzahlen der Anlagen) sowie aufgrund von noch unausgeschöpften Effizienzpotenzialen bei der Elektrolyse ist grüner Wasserstoff noch nicht wettbewerbsfähig zum grauen Wasserstoff, der zurzeit vor allem in der Chemieindustrie eingesetzt wird (Hebling et al., 2019, S. 12 f.; Egerer et al., 2021). Die Kosten bewegen sich heute um die 0,80 bis 2,00 Euro pro kg für grauen Wasserstoff im Vergleich zu 4,00 bis 9,00 Euro pro kg für grünen Wasserstoff. Zudem sind Industrieprozesse, die Wasserstoff anstelle von fossilen Treibstoffen einsetzen, aufgrund aktuell zu geringer CO<sub>2</sub>-Preissignale nicht konkurrenzfähig (Koch Blank, 2019; Wood und Dundas, 2020). Um grünen Wasserstoff in großen Mengen verfügbar zu machen, ist – neben dem Bau der Elektrolyseanlagen selbst – der Ausbau von Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien an den zukünftigen Produktionsstandorten (zum großen Teil im Ausland) sowie der Aufbau einer Transportinfrastruktur notwendig, was hohe Investitionskosten und Koordinationsaufwand mit sich bringt. Letztlich erfordert der Aufbau von Transportinfrastrukturen für große Mengen an Wasserstoff einen langen Planungsvorlauf und die Koordination zwischen den beteiligten Staaten. Der Aufbau von Erzeugungskapazitäten im Ausland erfordert die Etablierung neuer Energiepartnerschaften mit den potenziellen Exportländern. Aufgrund des erheblichen Koordinations- und Investitionsaufwands wird das Angebot von grünem Wasserstoff in diesem Jahrzehnt noch sehr eingeschränkt sein. Dies bremst insbesondere die Skalierung und Kostendegression bei Technologien zur Wasserstoffanwendung. Sie bleiben daher hochpreisig und Innovationen werden nur langsam entwickelt.

Hier kann blauer Wasserstoff eine wichtige Brücke schlagen (dena, 2021; Grimm, 2021a; Grimm und Kuhlmann, 2021; Grimm und Westphal, 2021a, 2021b). Wie grauer Wasserstoff basiert er auf der Reformierung von Erdgas. Allerdings werden die resultierenden Treibhausgasemissionen aufgefangen und unter Tage (beispielsweise in den ausgebeuteten Gasfeldern) gespeichert (Carbon Capture and Storage, CCS) oder für die Herstellung verschiedener Produkte eingesetzt (Carbon Capture and Utilization, CCU). Heute ist dieses Verfahren kostengünstiger als die Elektrolyse (Machhammer et al., 2016; Speirs et al., 2017; Al-Qahtani et al., 2021). Die Kosten **blauen Wasserstoffs** belaufen sich mittelfristig auf etwa 1,50 bis 2,50 Euro je kg (Wang et al., 2021). Potenzielle Anbieter blauen Wasserstoffs sind Länder, die über Gasvorkommen verfügen und mit denen schon heute Energiehandelsbeziehungen bestehen, zum Beispiel Norwegen, Schottland, die Vereinigten Arabischen Emirate oder Australien. Auch Russland könnte potenziell blauen Wasserstoff bereitstellen. Durch den **Import** von blauem Wasserstoff in einer Übergangszeit könnte die Etablierung von Wasserstoff als Energieträger deutlich beschleunigt werden. Innovationen und die **Skalierung** der Transportinfrastruktur und verschiedener Wasserstoffanwendungen könnten **früher stattfinden** und Unternehmen könnten **frühzeitig Kompetenzen** aufbauen. Damit ergäben sich zum einen Chancen für den Technologieexport, zum anderen wäre die deutsche Wirtschaft **schneller in der Lage, grünen Wasserstoff** – sobald er verfügbar ist – **in großem Umfang einzusetzen**. Mit den Exporteuren blauen Wasserstoffs könnte ein Transformationspfad vereinbart werden, der mittelfristig den Umstieg auf grünen Wasserstoff vorsieht – oder türkisen Wasserstoff, der ebenfalls aus Gas gewonnen wird, wobei aber die CO<sub>2</sub>-Emissionen als Feststoff eingelagert werden. Andere Staaten, wie Japan oder die Republik Korea, verfolgen bereits heute diese Strategie mit Australien und den Vereinigten Arabischen Emiraten als Exportstaaten, um eine Wasserstoffwirtschaft schneller zu skalieren (Kölling, 2021; Saadi, 2021).

Die Herausforderung bei der Nutzung blauen Wasserstoffs ist jedoch, dass er im Vergleich zu seinem grünen Pendant mit deutlich mehr Emissionen einhergehen kann, sofern es bei



Förderung und Transport des notwendigen Erdgases aufgrund von Leckagen zu erhöhten diffusen Methanemissionen kommt oder bei dem angewandten CCS- oder CCU-Verfahren nur wenige Treibhausgase aufgefangen werden können (Howarth und Jacobson, 2021; Zhou et al., 2021). Es ist daher notwendig, im Zuge der Anbahnung von Kooperationen zu blauem Wasserstoff **Möglichkeiten der Zertifizierung weiterzuentwickeln**, die idealerweise durch eine internationale und unabhängige Institution umgesetzt und beaufsichtigt wird. Die Tatsache, dass heute Anlagen und ihre Prozesse detailliert in digitalen Zwillingen [↘ GLOSSAR](#) abgebildet werden können, kann die Umsetzung der Kontrolle von Emissionen erleichtern. Darüber hinaus können Investitionen in die Infrastruktur (Bauer et al., 2021) und der zu erwartende technische Fortschritt bei CCS-Verfahren (Nemet et al., 2018) die Emissionen von blauem Wasserstoff in Zukunft senken. Nicht zuletzt könnte die Nutzung blauen Wasserstoffs dazu führen, dass grüner Wasserstoff früher großflächig eingesetzt wird als in einem Szenario ohne blauen Wasserstoff.

Neben der direkten und indirekten Elektrifizierung wird die **Entnahme von Treibhausgasemissionen** nötig sein, um Klimaneutralität zu erreichen (IPCC, 2018; dena, 2021; SG 2019 Kasten 1). Sie wird insbesondere relevant, da aller Voraussicht nach auch im Jahr 2050 nicht alle Treibhausgasemissionen vermieden werden können – oder da die Entnahme von CO<sub>2</sub> aus der Luft günstiger ist, als alle Emissionen gänzlich zu vermeiden. Voraussichtlich wird dies insbesondere für die Methan- und Lachgasemissionen der Landwirtschaft sowie ausgewählte Prozesse in der Industrie gelten. Die Entnahme ermöglicht ebenso nachträglich Emissionsüberschreitungen auszugleichen (Luderer et al., 2021, S. 228 ff.). Zur Entnahme von Treibhausgasen gibt es verschiedene Möglichkeiten, jeweils mit unterschiedlichen Kosten sowie technischen Vor- und Nachteilen (Fuss et al., 2014, 2018). Wälder, Moore und Gewässer stellen natürliche CO<sub>2</sub>-Senken dar. So kann beispielsweise die (Wieder-)Aufforstung CO<sub>2</sub> binden. Unsicher ist hierbei, ob die Emissionen permanent gespeichert werden. Bei der Bioenergienutzung mit CCS (BECCS) wird Biomasse verbrannt und die dabei resultierenden Emissionen aufgefangen. Das von den Pflanzen durch die Photosynthese gebundene CO<sub>2</sub> wird dadurch der Atmosphäre entzogen. Direct Air Capture and Storage (DACCS) entzieht der Umgebungsluft CO<sub>2</sub>, das ebenfalls geologisch gespeichert wird. Die Speicherung unter Tage hat jedoch physische Grenzen. Prognos (2021, S. 56 f.) beziffert das Potenzial in Europa auf 300 Gigatonnen CO<sub>2</sub>, wovon rund zwei Drittel auf die Nordsee entfallen. Allerdings können nicht zuletzt Vorbehalte der Anwohnerinnen und Anwohner die Potenziale einschränken (Luderer et al., 2021, S. 229 f.).

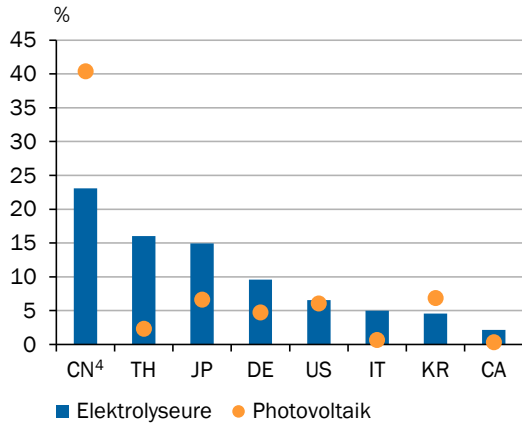
539. Aufgrund von **Pfadabhängigkeiten** können die heutigen Fähigkeiten die zukünftigen Technologiekompetenzen einer Volkswirtschaft prägen (Aghion et al., 2016; Stucki und Woerter, 2017; Popp, 2019). So könnte die heute dominante Rolle Chinas in verschiedenen Technologiebereichen wie Photovoltaikanlagen, Lithium-Ionen-Batterien oder Elektrolyseuren (Finamore, 2021) ein Indikator dafür sein, dass chinesische Unternehmen diese Bereiche auch in Zukunft dominieren werden. [↘ ABBILDUNG 136 OBEN LINKS UND OBEN RECHTS](#) Im Bereich der Anlagen zur Gewinnung von Wasserstoff und synthetischen Kraftstoffen leiten Perner et al. (2018) anhand aktueller Exporte eine gute Ausgangslage deutscher Unternehmen her. Bei Material- und Softwarelösungen verweist Wu (2020) wiederum auf die starke Wettbewerbsposition US-amerikanischer Unternehmen. Die heutige Wettbewerbsfähigkeit wird allerdings durch die internationalen Märkte und durch industriepolitische Initiativen stetig herausgefordert. [↘ ZIFFER 546](#) Eine **gute Ausgangslage sichert** also **keinesfalls** den **zukünftigen Erfolg**.

ABBILDUNG 136

Indikatoren zur Identifikation von Technologiepotenzialen<sup>1</sup>

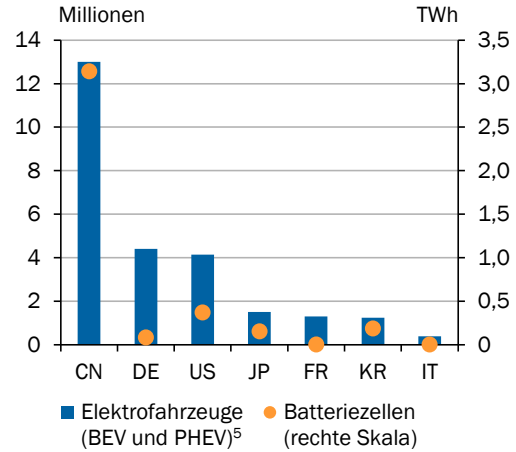
China dominiert die Exporte von Elektrolyseuren<sup>2</sup> und Photovoltaikanlagen<sup>3</sup> im Jahr 2019

Exportwert relativ zu weltweiten Exporten

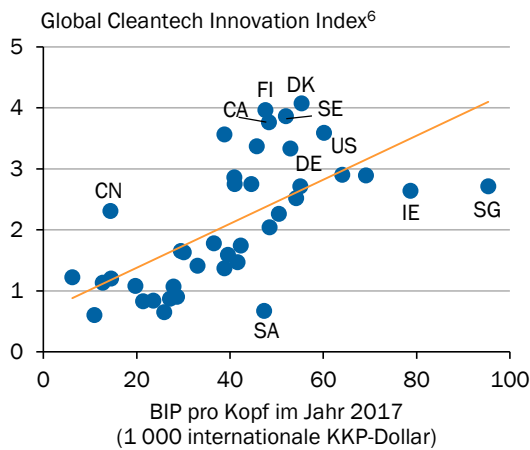


Konzentration der Elektrofahrzeug- und Batteriezellenproduktion in China erwartet

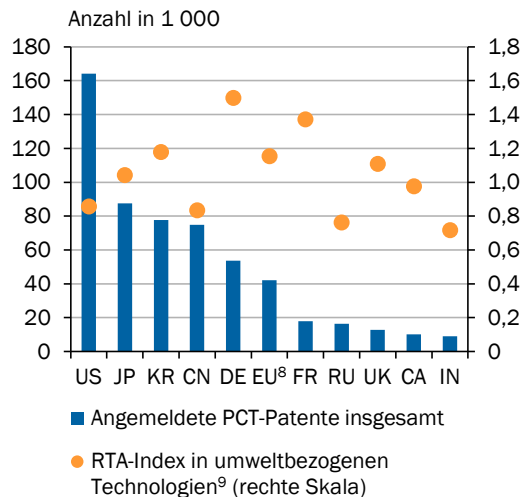
Prognose für den Zeitraum 2018 bis 2023



Innovationsindex korreliert positiv mit BIP pro Kopf



Spezialisierung auf umweltbezogene Patente in Deutschland und Frankreich gemessen an PCT-Patentanmeldungen<sup>7</sup>



1 – CA-Kanada, CN-China, DE-Deutschland, DK-Dänemark, EU-Europäische Union, FI-Finnland, FR-Frankreich, IE-Irland, IN-Indien, IT-Italien, JP-Japan, KR-Republik Korea, RU-Russland, SA-Saudi-Arabien, SE-Schweden, SG-Singapur, TH-Thailand, UK-Vereinigtes Königreich, US-USA. 2 – Approximiert mit Exporten im Produktbereich "Galvotechnik, Elektrolyse und Elektrophorese" (HS Nummer 854330 gemäß dem Harmonisierten System der Weltzollorganisation). 3 – Approximiert mit Exporten im Produktbereich "Photosensitive Apparate und Halbleiter inklusive Photovoltaikzellen" (HS Nummern 854140 und 854150 gemäß dem Harmonisierten System der Weltzollorganisation). 4 – China inklusive Hongkong. 5 – Produktion von batteriebetriebenen Elektrofahrzeugen (BEV) und Plug-in-Hybridfahrzeugen (PHEV). 6 – Stand: 2017. 7 – Berücksichtigt werden Patente, die innerhalb des Patent Cooperation Treaty (PCT) angemeldet wurden. Stand: 2018. 8 – EU27 ohne Deutschland und Frankreich. 9 – Der Revealed Technological Advantage (RTA) Index setzt den Anteil der PCT-Patente einer Volkswirtschaft in einem bestimmten Technologiefeld an allen PCT-Patenten in diesem Bereich ins Verhältnis zum Anteil der PCT-Patente einer Volkswirtschaft an allen PCT-Patenten weltweit. Werte größer 1 können auf eine Spezialisierung in dem Technologiefeld hindeuten. Umweltbezogene Technologien sind gemäß OECD definiert.

Quellen: OECD, Roland Berger und fka (2021), Sworder et al. (2017), Weltbank  
© Sachverständigenrat | 21-439

540. Um die sich aus der Dekarbonisierung ergebenden Chancen zu ergreifen, wird die **Fähigkeit** einer Volkswirtschaft, Innovationen zu entwickeln und umzusetzen, entscheidend sein. Daher ist es zum Vergleich der Ausgangspositionen der einzelnen Staaten hilfreich, Innovationsindizes zu betrachten. Bei solchen Indizes werden einerseits **inputseitige Faktoren**, wie die nationale Klimapolitik, öffentliche Forschungsförderung für grüne Technologien, die Infrastruktur oder das Gründungsumfeld (OECD, 2011; JG 2020 Ziffern 352 ff.), berücksichtigt. Andererseits werden **outputseitige Faktoren**, wie etwa Patentanmeldungen, Gründungen oder bereits in diesem Bereich existierende Unternehmen, in den Blick genommen.

Die vorhandenen Indizes weisen meist eine starke positive Korrelation mit dem heutigen BIP auf. So weist der **Global Cleantech Index** (Sworder et al., 2017) die höchsten Indexwerte in **skandinavischen Staaten** und in **Nordamerika** aus. [↘ ABBILDUNG 136 UNTEN LINKS](#) Zu einem ähnlichen Ergebnis kommt der ASEM Eco-Innovation-Index, der die Innovationskraft europäischer und asiatischer Staaten miteinander vergleicht (ASEIC, 2018).

541. Patentanmeldungen, die einen Bezug zu umweltbezogenen Technologien haben (OECD, 2016a), können als Indikator für das Innovationsumfeld einer Volkswirtschaft im Bereich emissionsarmer Technologien dienen. Obwohl beispielsweise absolut gesehen Deutschland und Frankreich deutlich weniger Patente anmelden als die USA, Japan oder die Republik Korea, haben ihre Patente relativ gesehen häufiger einen Bezug zu umweltbezogenen Technologien (**Grüne Patente**). Gemäß **Revealed Technological Advantage (RTA)**, einem Maß für die Spezialisierung einer Volkswirtschaft auf bestimmte Technologiebereiche (JG 2020 Ziffer 533), nehmen Deutschland und Frankreich bei umweltbezogenen Patenten eine führende Position ein. [↘ ABBILDUNG 136 UNTEN RECHTS](#)

Die Betrachtung der heutigen Anzahl an Patentanmeldungen hat jedoch verschiedene Nachteile. So nimmt die aggregierte Betrachtung **keine Bewertung der Qualität** vor. Wenige aber qualitativ hochwertige Patente können die Quantität kompensieren. Zudem bleibt die **Dynamik** unberücksichtigt. So dominieren zwar Europa und Nordamerika zurzeit die Anmeldung grüner Patente, in China zeigt sich jedoch ein starker Aufwärtstrend in den vergangenen Jahren (Breitinger et al., 2020; IRENA, 2020a; OECD, 2021a). Nicht zuletzt dürfte bei den Analysen von Patentzahlen die **Definition** grüner Patente oft **zu eng** sein. Beispielsweise könnten Kompetenzen bei der Verarbeitung und dem Transport von Gasen nicht als grün gelten, in Zukunft die Verarbeitung von grünem Wasserstoff aber erleichtern. Solche nicht-umweltbezogenen Patente wirken dann komplementär (Barbieri et al., 2021).

## Finanzierung von Innovationen

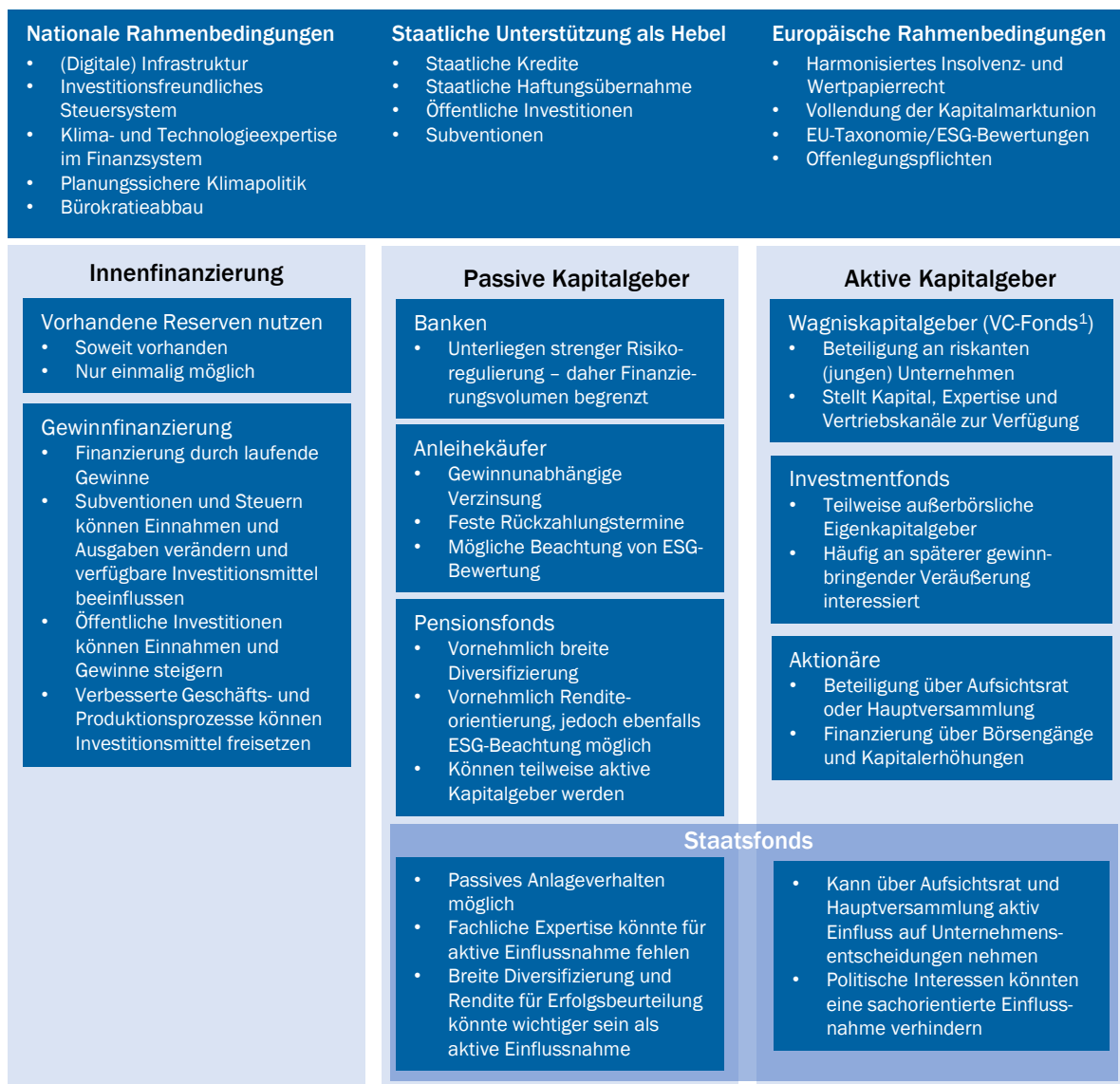
542. Um die Innovationen von Unternehmen umzusetzen und die Nutzung umweltbezogener Technologien auszubauen, werden erhebliche Investitionen notwendig sein. [↘ TABELLE 24](#) Ihre **Finanzierung** kann aus dem Unternehmen selbst, von passiven Kapitalgebern, wie etwa Banken oder Anleihekäufern, oder von aktiven Kapitalgebern, wie etwa Wagniskapitalgebern oder Investmentfonds kommen.

↘ **ABBILDUNG 137** Passive Kapitalgeber können ihre Finanzierungsentscheidungen zwar etwa an Nachhaltigkeitskriterien, wie sie beispielsweise in der EU-Taxonomie ↘ **GLOSSAR** festgehalten werden (JG 2020 Ziffern 421 f.), ausrichten, sie nehmen jedoch keinen aktiven Einfluss auf die Unternehmenspolitik. Einen positiven Einfluss auf eine nachhaltigere Wirtschaftsweise von Unternehmen dürften Kapitalgeber dabei hauptsächlich durch aktive Einflussnahme auf die Unternehmenspolitik erreichen. Ein realwirtschaftlicher Einfluss von passiven Kapitalgebern dürfte nur dann auftreten, wenn das Kapitalangebot für nachhaltige Anlagemöglichkeiten die Nachfrage bei gegebenem Kapitalmarktzins deutlich übersteigt (Wissenschaftlicher Beirat beim BMF, 2021, S. 6 ff.). ↘ **ZIFFER 567**

**543.** Aufgrund der hohen Risiken und asymmetrischer Information ist die Bankfinanzierung von Innovationen nur begrenzt möglich. Die **Kapitalmarktfinan-**

↘ **ABBILDUNG 137**

**Vielfältige Rahmenbedingungen und Finanzierungsformen für nachhaltige Unternehmen**



1 – Venture-Capital-Fonds.

Quelle: eigene Darstellung  
© Sachverständigenrat | 21-545

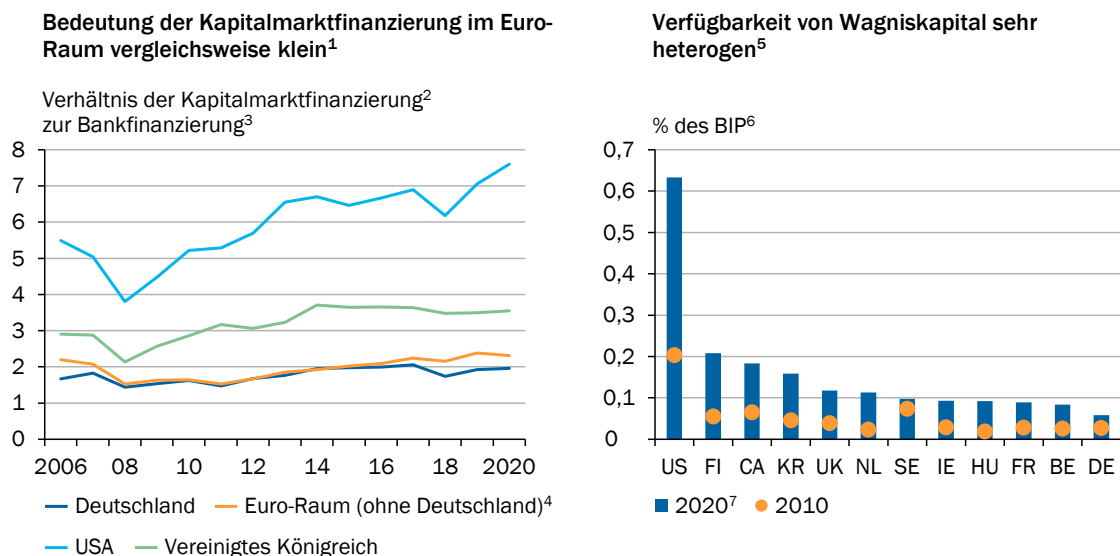
**zierung** ist deshalb bei der Umsetzung von Innovationen von großer Bedeutung. Allerdings spielt sie im Euro-Raum im Vergleich zu den USA zurzeit eine kleine Rolle (JG 2018 Ziffern 538 ff.). [↪ ABBILDUNG 138 LINKS](#) Dies wird nicht zuletzt bei **Wagniskapitalinvestitionen** deutlich, die sehr heterogen ausfallen. [↪ ABBILDUNG 138 RECHTS](#) Gerade diese wirken aber positiv auf die Gründungsdynamik und erleichtern dadurch die Umsetzung von Innovationen (Metzger, 2020; JG 2019 Ziffern 284 ff.; JG 2020 Ziffern 518 ff.).

Im Jahr 2015 hat sich die Europäische Kommission mit ihren Plänen der **Kapitalmarktunion** [↪ GLOSSAR](#) das Ziel gesetzt, die Integration der europäischen Finanzmärkte zu vertiefen, um dadurch mehr Investitionen in Unternehmen und Infrastruktur zu mobilisieren (JG 2015 Ziffern 437 ff.; JG 2018 Ziffern 547 ff.). Grimm (2021b, S. 109) und Mauderer (2021, S. 152) diskutieren eine Stärkung der kapitalorientierten privaten oder betrieblichen Altersvorsorge in Deutschland zur Mobilisierung von Kapital. Dies könnte dazu beitragen, größere Fonds und Ankerinvestoren zu schaffen, die in der EU investieren. [↪ ZIFFERN 428 F.](#) In den USA, wo die kapitalgedeckte Altersvorsorge eine wichtigere Rolle spielt als in der EU, lag gemäß der OECD das Anlagevermögen der Pensionsfonds im Jahr 2019 bei rund 86 % des BIP (18,4 Billionen US-Dollar) – in der EU lag es bei rund 20 % (3,1 Billionen US-Dollar).

544. In den vergangenen Jahren wurden insbesondere in **China** substantielle **Investitionen** in umweltbezogene Technologien getätigt. Gemäß BloombergNEF (2021) wurden in China im Jahr 2020 rund ein Viertel (135 Mrd US-Dollar) der

[↪ ABBILDUNG 138](#)

**Kapitalmarktfinanzierung sehr ausgeprägt in den USA**



1 – Ohne Handelskredite und Anzahlungen. 2 – Schuldpapiere, sonstige Verbindlichkeiten, börsennotierte Aktien, nicht börsennotierte Aktien und sonstige Anteilsrechte. 3 – Kredite. 4 – Ohne Malta und Zypern. 5 – Dargestellt werden die 11 OECD-Mitgliedstaaten mit dem größten Anteil von Wagniskapitalinvestitionen am BIP und Deutschland (Rang 17). Israel kann aufgrund fehlender Daten nicht berücksichtigt werden. US-USA, FI-Finnland, CA-Kanada, KR-Republik Korea, UK-Vereinigtes Königreich, NL-Niederlande, SE-Schweden, IE-Irland, HU-Ungarn, FR-Frankreich, BE-Belgien, DE-Deutschland. 6 – Wagniskapitalinvestitionen im Verhältnis zum BIP. 7 – Für die USA wurde der Wert des Jahres 2019 verwendet.

Quellen: Eurostat, OECD, eigene Berechnungen  
 © Sachverständigenrat | 21-550

globalen Investitionen getätigt, die in Zusammenhang mit erneuerbaren Energien, Wasserstoff, Carbon Capture and Storage (CCS) oder der Elektrifizierung des Verkehrs- und des Wärmesektors standen. ↘ **KASTEN 31** Die Investitionsvolumina in den USA, Deutschland und Japan lagen deutlich dahinter mit 85 Mrd, 29 Mrd beziehungsweise 27 Mrd US-Dollar. Allerdings relativiert sich diese Betrachtung deutlich, wenn die Investitionen in Relation zur Bevölkerung gesetzt werden. Während in China Investitionen von knapp 100 US-Dollar pro Kopf getätigt wurden, wurden in den USA, Deutschland und Japan rund 260, 350 beziehungsweise 210 US-Dollar pro Kopf investiert.

Die Investitionen in China dürften nicht zuletzt einer **politischen Priorisierung** folgen. So werden seit dem elften Fünfjahresplan (2006 bis 2010) die Steigerung der Energieeffizienz und der Ausbau erneuerbarer Energien priorisiert (Hong et al., 2013). Mit der Industriestrategie Made in China 2025 wurden weitere nachhaltige Technologiebereiche wie die Elektromobilität oder die Energieerzeugung in den Fokus chinesischer Politik gesetzt (Wübbecke et al., 2016; Schirrmeyer et al., 2020; JG 2019 Ziffern 320 ff.). Dadurch dürften in China weitere Investitionsmittel in diesen Bereichen mobilisiert werden. So plante die chinesische National Energy Administration (NEA), für den Zeitraum 2017 bis 2020 Investitionen in erneuerbare Energien von rund 361 Mrd US-Dollar vorzunehmen.

## Realwirtschaftliche Rahmenbedingungen

545. Über die Innovationsfähigkeit und die Kapitalverfügbarkeit hinaus beeinflussen zahlreiche weitere Faktoren die **Technologiepoteziale** einer Volkswirtschaft. So können **unzureichende Regulierungen, fehlende Infrastruktur oder bürokratische Hürden** Unternehmensgründungen oder die Umsetzung neuer Ideen erschweren oder bremsen (JG 2020 Ziffern 570 ff.). **Fehlende Fachkräfte** (Grimm et al., 2021; JG 2020 Ziffern 442 ff. und 580 ff.) oder **Skepsis innerhalb der Bevölkerung** gegenüber neuen, unbekanntem Technologien (L'Orange Seigo et al., 2014; Siegrist und Hartmann, 2020) können ebenso verhindern, dass heimische Unternehmen neue Technologiefelder betreten. Die Möglichkeit, Technologien schnell zu erproben und zu skalieren, ist ein wichtiger Standortvorteil.
546. Es ist Kernaufgabe der **Industriepolitik**, die Rahmenbedingungen derart zu gestalten, dass Entdeckungsprozesse ergebnisoffen ablaufen können. Technologiespezifische Netzwerkexternalitäten oder Koordinationsprobleme können aber dazu führen, dass ganze **Technologiefade einer Volkswirtschaft verspermt** bleiben (JG 2019 Ziffern 250 ff.). So entsteht beispielsweise bei der Erzeugung, dem Transport und der Anwendung von Wasserstoff ein erheblicher Koordinationsbedarf, der eine Skalierung der entsprechenden Technologien in verschiedenen Sektoren verzögern kann (JG 2020 Ziffern 461 ff.). ↘ **KASTEN 31** Werden die Hindernisse nicht aufgelöst, können für heimische Unternehmen Wettbewerbsnachteile entstehen. Industriepolitik kann gezielt an diesen Hindernissen ansetzen. So können nationale Strategien, wie etwa die Nationale Wasserstoffstrategie (NWR, 2021, S. 8 ff.; JG 2020 Ziffern 461 ff.), die Koordination zwischen den Sektoren erleichtern und die regulatorische Unsicherheit reduzieren. Insbesondere die Koordination und Beschleunigung des Ausbaus von Infrastruk-

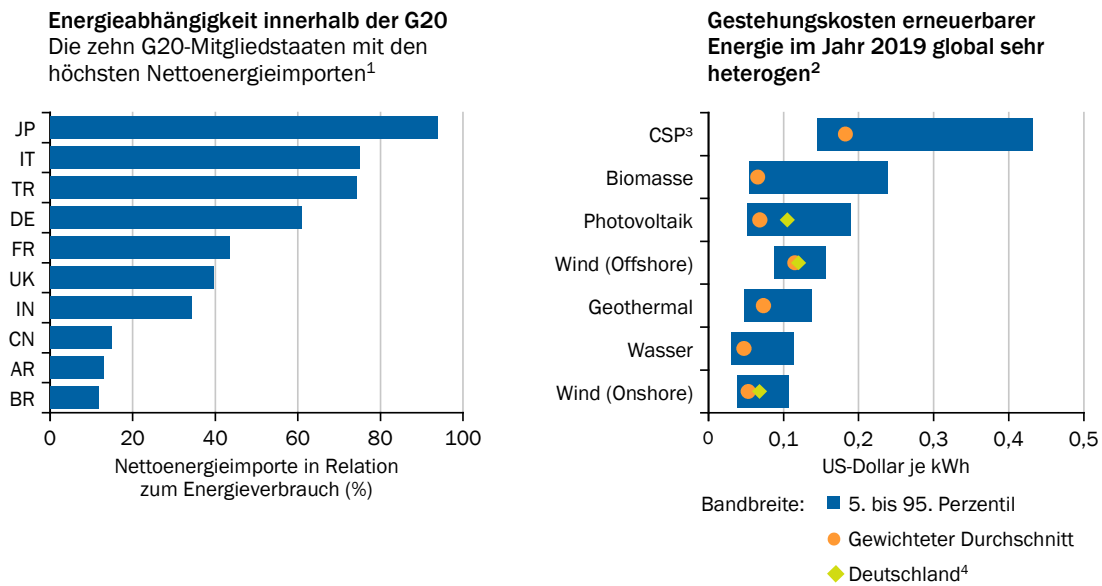
turen für den Energietransport (Strom, Wasserstoff) und die klimaneutrale Mobilität (Ladesäulen, Wasserstofftankstellen) ist eine wichtige Voraussetzung dafür, dass Unternehmen die entsprechenden Anwendungen entwickeln.

Innerhalb der Strategien sollte aber **weiterhin Technologieoffenheit gewährleistet** werden. So beschränkt sich die japanische oder südkoreanische Wasserstoffstrategie beispielsweise nicht nur auf grünen Wasserstoff (Ministerial Council on Renewable Energy, Hydrogen and Related Issues, 2017; Ha, 2019). Für den schnelleren Technologiehochlauf lassen sie nicht-grüne Energieträger als Brückentechnologien zu. [↘ KASTEN 31](#) Dies könnte die Technologieetablierung in diesen Staaten erleichtern und möglicherweise früher umfangreichere Emissionsersparungen ermöglichen, als wenn von Beginn an ausschließlich auf klimaneutrale Energieträger gesetzt werden würde. Die EU sollte sich diese Offenheit in ihrer Wasserstoffstrategie (Europäische Kommission, 2020a) erhalten.

## Erneuerbare Energien verändern Energieimporte

547. Die **Nutzung von erneuerbaren Energien** wird in den kommenden Jahren stark **zunehmen**. Die IEA (2021d, S. 195) schätzt, dass im Jahr 2050 fast 70 % der globalen Energieproduktion durch erneuerbare Energien gedeckt werden müsste, um globale Klimaneutralität zu erreichen. Im Jahr 2020 lag der Anteil bei 12 %. Da erwartet wird, dass der globale Energiebedarf aufgrund zunehmender Energieeffizienz leicht zurückgeht, wird die Energieproduktion aus erneuerbaren Energien von 69 Exajoule im Jahr 2020 auf 362 Exajoule im Jahr 2050 steigen (IEA, 2021d, S. 195).
548. Das Potenzial, erneuerbare Energien zu gewinnen, hat neben klimapolitischen Implikationen auch eine geopolitische Relevanz: Die Erzeugung von Elektrizität aus erneuerbaren Energien ermöglicht Staaten die **Reduktion von Energieimporten**. Insbesondere für China, dem weltweit größten Importeur fossiler Energieträger, ist der Abbau von Energieabhängigkeiten ein wesentliches Argument, seine Erzeugung von erneuerbarer Energie auszubauen (Meidan, 2021). Aber auch die Europäische Kommission (2018a, S. 214 f., 2021a, S. 19) sieht das Potenzial, die Energieimportquote [↘ ABBILDUNG 139 LINKS](#) der Europäischen Union durch den Ausbau erneuerbarer Energien bis zum Jahr 2050 zu reduzieren. Der Wunsch nach größerer Unabhängigkeit von Energieimporten kann allerdings zu höheren **Energiekosten** führen, wenn Energie zu niedrigeren Kosten aus dem Ausland bezogen werden kann. So besteht bereits heute eine sehr große Heterogenität bei den Gestehungskosten von erneuerbaren Energien, die sich bei der weiteren Skalierung noch signifikant verändern dürften. [↘ ABBILDUNG 139 RECHTS](#)
549. Mithilfe grenzüberschreitender Stromtrassen (Zheng, 2021), wie zum Beispiel durch das deutsch-norwegische Projekt Nordlink oder durch Wasserstoff und Power-to-X-Verfahren (Runge et al., 2020), kann **erneuerbare Energie exportiert und importiert** werden. [↘ KASTEN 31](#) Für Staaten, die einerseits niedrige Gestehungskosten haben (IRENA, 2020b) und andererseits überschüssige erneuerbare Energien erzeugen, entstehen dadurch neue Gewinnmöglichkeiten. [↘ ABBILDUNG 139 RECHTS](#) Nicht zuletzt für die heutigen Förderer fossiler Energieträger könnte dies ein (partieller) emissionsarmer Ersatz für ihr bisheriges Geschäftsmodell dar-

▸ ABBILDUNG 139

**Energieabhängigkeiten und Gesteuerungskosten erneuerbarer Energie**

1 – Stand: 2014; JP-Japan, IT-Italien, TR-Türkei, DE-Deutschland, FR-Frankreich, UK-Vereinigtes Königreich, IN-Indien, CN-China, AR-Argentinien, BR-Brasilien. 2 – Verhältnis zwischen den Lebenszeitkosten einer Anlage und der über ihre Lebenszeit gewonnenen Elektrizität. Diskontierung gemäß IRENA (2020b, S. 12). Subventionen werden nicht berücksichtigt. 3 – Sonnenwärmekraftwerke (Concentrated Solar Power). 4 – Durchschnittliche Gesteuerungskosten in Deutschland für ausgewählte erneuerbare Energien. Bei Photovoltaik wird der Durchschnitt für kommerzielle Anlagen dargestellt.

Quellen: IEA, IRENA (2020b)

© Sachverständigenrat | 21-435

stellen. ▸ ZIFFERN 521 FF. UND 583 FF. Währenddessen können Staaten, die erneuerbare Energien nur mit relativ hohen Kosten gewinnen können (IRENA, 2020b), Energie zu niedrigeren Preisen beziehen (Grimm, 2020a, 2020b). Energieimporte können auch geografisch diversifiziert werden, um politische und wirtschaftliche Abhängigkeiten zu vermeiden. Dies kann – wie bei dem Wunsch nach Energieautarkie – aber bedeuten, dass die Energiekosten insgesamt steigen.

### Förderung kritischer Mineralien

550. Die neuen Technologien wie Photovoltaikanlagen oder Batteriezellen verändern den Bedarf an Mineralien. Dadurch entstehen auf der einen Seite Chancen für die potenziellen Förderstaaten und auf der anderen Seite Handlungsbedarf bei den Abnehmern. Die Europäische Kommission (2020b) identifiziert zurzeit 30 verschiedene **kritische Rohstoffe**, die ihrer Ansicht nach in Zukunft an Bedeutung gewinnen werden, bei denen die EU eine **starke Importabhängigkeit** aufweist und eine starke regionale Konzentration der Förderung oder Verarbeitung festzustellen ist. ▸ TABELLE 25 Dies geht mit der Befürchtung einher, dass die Abhängigkeit zu **Wettbewerbsnachteilen** für heimische Unternehmen führen kann, sollten Förderstaaten ihre monopolistische Position ausnutzen.



↳ TABELLE 25

Durch die Europäische Kommission identifizierte kritische Rohstoffe (Auswahl)<sup>1</sup>

Rohstoff	Relevanter Produktionsschritt	Ausgewählte Verwendung	Weltweit größter Erzeuger	Weltweit größte Vorkommen <sup>2</sup>	Importabhängigkeit der EU
Beryllium	Förderung	– Elektronische und Kommunikationsgeräte – Komponenten für die Auto-, Luft- und Raumfahrt- sowie für die Verteidigungsindustrie	USA (88 %) China (8 %) Madagaskar (2 %)	k. A.	k. A.
Borat	Förderung	– Hochleistungsglas – Düngemittel – Permanentmagnete	Türkei (42 %) USA (24 %) Chile (11 %)	Türkei USA Chile	100 %
Kobalt	Förderung	– Batterien – Superlegierungen – Katalysatoren – Magnete	Kongo (59 %) China (7 %) Kanada (5 %)	Kongo (51 %) Australien (20 %) Kuba (7 %)	86 %
Gallium	Verarbeitung	– Halbleiter – Photovoltaische Zellen	China (80 %) Deutschland (8 %) Ukraine (5 %)	k. A.	31 %
Germanium	Verarbeitung	– Optische Fasern und Infraroptik – Satelliten-Solarzellen – Polymerisationskatalysatoren	China (80 %) Finnland (10 %) Russland (5 %)	China Russland	31 %
Indium	Verarbeitung	– Flachbildschirme – Photovoltaikzellen und Photonik – Lötmetalle	China (48 %) Republik Korea (21 %) Japan (8 %)	k. A.	0 %
Lithium	Verarbeitung	– Batterien – Glas und Keramik – Stahl- und Aluminiummetallurgie	Chile (44 %) China (39 %) Argentinien (13 %)	Chile (44 %) Australien (22 %) Argentinien (9 %)	100 %
Natürlicher Grafit	Förderung	– Batterien – Feuerfestmaterialien für die Stahlerzeugung	China (69 %) Indien (12 %) Brasilien (8 %)	Türkei (28 %) China (23 %) Brasilien (22 %)	98 %
Scandium	Verarbeitung	– Festoxid-Brennstoffzellen – Leichte Legierungen	China (66 %) Russland (26 %) Ukraine (7 %)	k. A.	100 %
Siliciummetall	Verarbeitung	– Halbleiter – Photovoltaik – Elektronische Bauteile – Silikone	China (66 %) USA (8 %) Norwegen (6 %)	k. A.	63 %
Metalle der Platingruppe	Verarbeitung	– Chemische Katalysatoren – Brennstoffzellen – Elektronische Anwendungen	Südafrika (84 %) <sup>3</sup> Russland (40 %) <sup>4</sup>	Südafrika (91 %) Russland (6 %) Zimbabwe (2 %)	100 %
Schwere seltene Erden	Verarbeitung	– Permanentmagnete für Elektromotoren und Stromgeneratoren – Leuchtphosphore – Katalysatoren	China (86 %) Australien (6 %) USA (2 %)	China (37 %) Vietnam (18 %) Brasilien (18 %)	100 %
Leichte seltene Erden	Verarbeitung	– Batterien – Glas und Keramik			

1 – Die Europäische Kommission identifizierte insgesamt 30 kritische Rohstoffe. Aufgrund ihres Verwendungszwecks werden Folgende nicht dargestellt: Antimon, Baryt, Bauxit, Flussspat, Hafnium, Kokscohle, Magnesium, Naturkautschuk, Niob, Phosphor, Phosphorit, Strontium, Tantal, Titan, Vanadium, Wismut und Wolfram. Angaben für leichte und schwere seltene Erden nur aggregiert verfügbar. 2 – Angaben basieren auf dem U.S. Geological Survey (2021). Teilweise existieren keine oder nur unvollständige Schätzungen über die globalen Vorkommen. 3 – Für Iridium, Platin, Rhodium und Ruthenium. 4 – Für Palladium.

Quellen: Europäische Kommission (2020b), U.S. Geological Survey (2021)  
© Sachverständigenrat | 21-429

Die **regionale Konzentration** ist bei vielen der kritischen Rohstoffe stark ausgeprägt (Reichl und Schatz, 2020). [↘ TABELLE 25](#) Die exportierenden Staaten dürften einen Teil der zunehmenden Nachfrage bedienen können. Allerdings könnten steigende Rohstoffpreise und der technische Fortschritt die **Erschließung neuer Vorkommen** rentabel machen. Vor allem für südamerikanische und afrikanische Staaten könnte sich so in der Zukunft die Förderung dieser Ressourcen lohnen (U.S. Geological Survey, 2021). Offen ist, ob sie darüber hinaus über die **technischen Kompetenzen zur Verarbeitung** der Materialien verfügen. [↘ ZIFFERN 568 FF.](#)

551. Importierende Staaten versuchen indessen vermehrt, **zukünftigen Importengpässen entgegenzuwirken** (Europäische Kommission, 2020b; JOGMEC, 2020; ERGI, 2021). Während China bereits seit einigen Jahren in ausländische Rohstoffreserven investiert, verstärken die USA und die EU zurzeit ihre Anstrengungen, Partnerschaften aufzubauen und Rohstoffbedarfe zu sichern (Schmid, 2019). [↘ ZIFFERN 583 FF.](#) Außerdem will die EU vermehrt Forschung und Entwicklung stärken, die sich auf die Materialsubstitution und die Kreislaufwirtschaft fokussiert (Europäische Kommission, 2020b). Dadurch könnte der Bedarf an Rohstoffen und insbesondere an Importen langfristig sinken.

## 4. Implikationen für klimapolitische Verhandlungspositionen

552. Multilaterale Klimapolitik muss – wenn sie erfolgreich sein will – die **Heterogenität der Staaten** mit Blick auf die Herausforderungen, Risiken und Chancen berücksichtigen. Dies gilt für die klimabezogenen Risiken, denen Staaten gegenüberstehen, [↘ ZIFFERN 512 FF.](#) die transitorischen Kosten der Dekarbonisierung, [↘ ZIFFERN 521 FF.](#) sowie für die Technologiepotenziale von Volkswirtschaften [↘ ZIFFERN 538 FF.](#) und deren Finanzierungsmöglichkeiten. [↘ ZIFFERN 542 FF.](#)

Diese Faktoren führen bereits heute zu einer sehr unterschiedlichen **Bereitschaft, Klima- und Umweltpolitik** zu betreiben. So zeigt der Environmental Performance Index (EPI) eine **große Heterogenität** zwischen den Staaten bei ihren klima- und umweltpolitischen Anstrengungen auf (Wendling et al., 2020). Während viele fortgeschrittene Volkswirtschaften dem regionalen Umweltschutz einen hohen Wert beimessen, gibt es in Schwellenländern oft noch keine Möglichkeit oder keine ausreichende Akzeptanz, Wirtschaftswachstum und Emissionen zunehmend zu entkoppeln.

553. Die vielfältigen Verhandlungspositionen und ihre zugrundeliegenden Erklärungsfaktoren erschweren es erheblich, Staaten hinsichtlich ihrer Kooperationsbereitschaft zu kategorisieren. Bereits ein **Überblick über wenige, ausgewählte Erklärungsvariablen** verdeutlicht, wie unterschiedlich die Ausgangslagen sein können. [↘ TABELLE 26](#) Aufgrund von im weltweiten Vergleich geringen Klimarisiken und der Chance, unternehmerischen Nutzen aus der Transformation zu ziehen, dürften beispielsweise **Deutschland** und **Frankreich** eine relative günstige Position innehaben. Die **Ölförderländer** hingegen dürften zum Teil großen Herausforderungen gegenüberstehen, insbesondere wenn die finanziellen und real-

wirtschaftlichen Rahmenbedingungen eine Umorientierung der Wirtschaft erschweren, wie beispielsweise in Russland.

↘ TABELLE 26

### Klimarisiken, transitorische Kosten und wirtschaftliche Chancen für ausgewählte Staaten im Überblick<sup>1</sup>

	Globale Treibhausgasemissionen	Direkte Klimarisiken	Kosten der Dekarbonisierung	Spezialisierung bei grünen Technologien	Investitions-umfeld	Energie- exporte und -importe	Klimapolitik
	(Anteil in %) <sup>2</sup>	gemäß ND-GAIN-Verwundbarkeit <sup>3</sup>	gemäß CO <sub>2</sub> -Emissionen je Einwohner (in Tonnen pro Jahr) <sup>4</sup>	gemäß RTA für umweltbezogene Technologien <sup>5</sup>	gemäß Investitions-umfang <sup>6</sup>	gemäß Nettoenergieimportquote (in %) <sup>7</sup>	gemäß EPI <sup>8</sup>
Australien	1,3	30,6	15,5	0,89	23,2	- 192,0	74,9
Brasilien	2,3	38,1	2,0	0,97	15,4	11,9	51,2
Chile	0,2	31,7	4,6	1,36	23,0	64,2	55,3
China	26,9	38,8	7,4	0,83	43,3	15,0	37,3
Deutschland	1,8	28,4	8,6	1,50	21,4	60,9	77,2
Frankreich	0,9	29,0	4,6	1,37	24,2	43,5	80,0
Indien	7,4	50,3	1,8	0,72	30,7	34,3	27,6
Indonesien	2,1	44,6	2,2	0,57	33,8	- 103,1	37,8
Japan	2,6	36,1	8,7	1,04	24,5	94,0	75,1
Kanada	1,6	29,2	15,5	0,98	23,0	- 67,9	71,0
Polen	0,8	31,7	8,2	1,08	19,7	28,4	60,9
Russland	5,5	33,1	11,1	0,76	22,8	- 83,7	50,5
Saudi-Arabien	1,4	38,9	15,3	2,14	28,8	- 191,5	44,0
Südafrika	1,1	40,6	7,5	0,87	17,6	- 14,5	43,1
Ukraine	0,6	36,8	4,2	0,94	14,9	27,2	49,5
USA	13,1	32,1	15,2	0,86	21,0	9,2	69,3
VAE <sup>9</sup>	0,6	35,7	20,8	1,01	23,8	- 183,8	55,6

1 – Bei der Farbkodierung wurde die globale Verteilung der Indikatoren berücksichtigt. Grün/gelb/rot zeigt eine positive/ neutrale/negative Ausgangslage an. 2 – Betrachtung basiert auf CO<sub>2</sub>-äquivalenten Treibhausgasen (Stand 2018). 3 – Der ND-GAIN-Verwundbarkeitsindex bewertet auf einer Skala von 0 bis 100, wie stark eine Volkswirtschaft Klimagefahren ausgesetzt ist (Stand 2019). 4 – Stand 2018. 5 – Der Revealed Technological Advantage (RTA) für umweltbezogene Technologien bestimmt sich aus dem Verhältnis von Patentanmeldungen umweltbezogener Technologien zu allen Patentanmeldungen gemäß Patent Cooperation Treaty (PCT). Definition umweltbezogener Technologien gemäß OECD. Werte größer 1 implizieren eine entsprechende Spezialisierung (Stand 2018). 6 – Anteil der Bruttoanlageinvestitionen am BIP (Stand 2019). 7 – Die Nettoenergieimportquote ist definiert als das Verhältnis der jährlichen Nettoenergieimporte zum Gesamtenergieverbrauch (Stand 2014). Negative Werte implizieren einen Nettoenergieexport. 8 – Der Environmental Performance Index (EPI) bewertet Volkswirtschaften hinsichtlich ihrer umwelt- und klimapolitischen Fortschritte auf einer Skala von 0 bis 100 (Stand 2020). 9 – Vereinigte Arabische Emirate.

Quellen: Chen et al. (2015), OECD, Weltbank, Wendling et al. (2020), eigene Berechnungen

© Sachverständigenrat | 21-501

### III. MULTILATERALE KLIMAKOOPERATION

554. Um den Klimawandel einzugrenzen, bedarf es einer Koordination über die Staatengemeinschaft hinweg. Ohne eine breite Beteiligung von Staaten können **Trittbrettfahren** sowie **direktes und indirektes Carbon Leakage** [↪ PLUS-TEXT 13](#) dazu führen, dass die klimapolitischen Anstrengungen der EU oder Deutschlands teilweise ins Leere laufen. Gleichzeitig erschweren die unterschiedlichen Ausgangslagen der Staaten die Verhandlungen und die Koordination. [↪ ZIFFERN 552 F.](#)

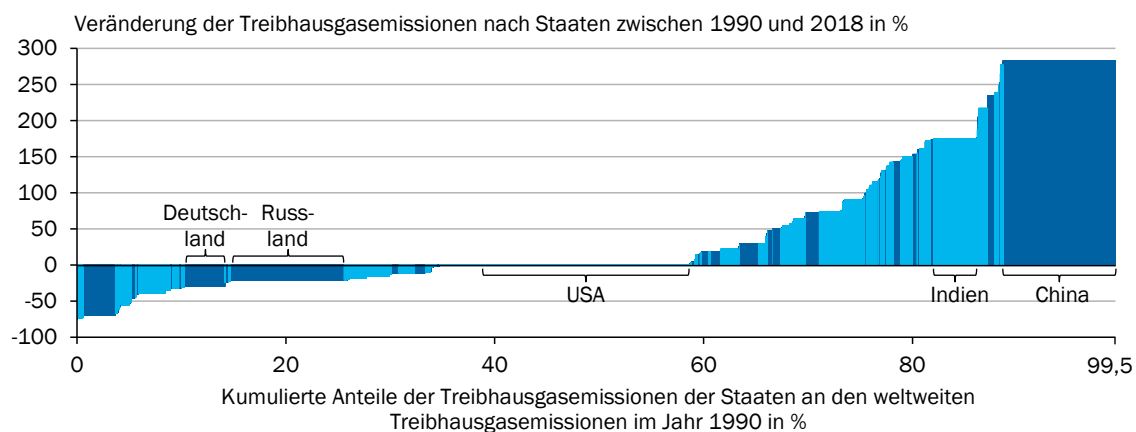
Die Fortschritte bei der **multilateralen Klimakoordination** bleiben bislang hinter den notwendigen Ambitionen zurück, um die Klimaerwärmung auf unter 2°C – geschweige denn auf 1,5°C – gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen. Daher werden nachfolgend Möglichkeiten diskutiert, wie auf multilateraler Ebene Fortschritte erzielt werden können. Dabei liegt der Fokus zum einen auf der Klimapolitik, die durch die Vereinten Nationen (United Nations, UN) und ihre Klimarahmenkonvention [↪ ZIFFERN 555 FF.](#) koordiniert wird. Zum anderen auf der Ausgestaltung der multilateralen Handelspolitik, die insbesondere durch die Welthandelsorganisation (World Trade Organization, WTO) geprägt ist und eine wichtige Rolle für den Klimaschutz spielen kann. [↪ ZIFFERN 574 FF.](#)

#### 1. Klimapolitik innerhalb der Vereinten Nationen

555. Die multilaterale Koordination von Klimapolitik war bisher nur eingeschränkt erfolgreich. Der erste multilaterale Koordinationsmechanismus, das **Kyoto-Protokoll**, sah nur für die fortgeschrittenen Volkswirtschaften Emissionsreduktionsziele vor. Allerdings beteiligten sich große Emittenten nicht, so etwa die USA, Kanada, Japan oder Russland. Im Jahr 2011 deckten die teilnehmenden Staaten lediglich 13 % der globalen Treibhausgasemissionen ab (Edenhofer und Jakob, 2019, S. 80 f.). Entsprechend gering war die Reduktion der Emissionen in den teilnehmenden Staaten seit dem Jahr 1990 im Vergleich zu den Emissionssteigerungen andernorts. [↪ ABBILDUNG 140](#)
556. Das **Pariser Klimaabkommen** aus dem Jahr 2015 führt die Bestrebungen des Kyoto-Protokolls nach dem Jahr 2020 fort. Der maßgebende Erfolg des Abkommens ist die Einigung auf ein **gemeinsames Klimaziel** und die Verpflichtung für **alle teilnehmenden Staaten**, individuelle Klimaschutzbeiträge zu formulieren (UNFCCC, 2021a). [↪ ABBILDUNG 141](#) In vielerlei Hinsicht kann das Pariser Klimaabkommen die zentralen Herausforderungen multilateraler Klimakooperation aber nach wie vor nicht lösen. So sind **keine Sanktionsmechanismen** vorgesehen und die nationalen Selbstverpflichtungen (Nationally Determined Contributions, NDC) können ohne völkerrechtliche Konsequenzen unerfüllt bleiben (Deutscher Bundestag, 2018). Die Konsequenzen bei Nichterfüllung gehen somit über eine mögliche negative Außenwirkung (Naming and Shaming) nicht hinaus.

▸ ABBILDUNG 140

**Trotz Kyoto-Protokoll sind die globalen Emissionen seit dem Jahr 1990 deutlich gestiegen<sup>1</sup>**



1 – 0,5 % der Emissionen werden nicht dargestellt, weil sie entweder einen Anteil an den globalen Emissionen kleiner 0,001 % (Dominica, Kap Verde, Kiribati, Komoren, Liechtenstein, Nauru, São Tomé und Príncipe, Seychellen, St. Kitts und Nevis, St. Vincent und die Grenadinen, Tonga, Tuvalu) oder eine Veränderung größer 300 % (Libanon, Kamerun, Vietnam, Tschad, Oman, Afghanistan, Katar, Malediven, Timor-Leste, Äquatorialguinea) haben.

Quellen: Weltbank, eigene Berechnungen  
© Sachverständigenrat | 21-444

Daher löst das Pariser Klimaabkommen das Problem des **Trittbrettfahrens** nicht. Nach wie vor können die nationalen Ziele sehr niedrig gesetzt und – wie im Kyoto-Protokoll – eine abwartende Haltung eingenommen werden (Beccherle und Tirole, 2011; Gollier und Tirole, 2015). So dürften die derzeitigen Ziele in den NDC nicht ausreichen, das gemeinsam formulierte Langfristziel zu erreichen (Liu und Raftery, 2021). Gemäß Climate Action Tracker (CAT, 2021) implizieren die derzeitigen NDC eine Erderwärmung von 1,9 bis 3,0°C bis zum Jahr 2100. Die Autoren verweisen jedoch darauf, dass die aktuell implementierte Klimapolitik nicht ausreicht, um die Ziele der NDC zu erreichen. Stattdessen prognostizieren sie unter der gegebenen Klimapolitik, dass die Temperatur um 2,1 bis 3,9°C gegenüber dem vorindustriellen Niveau steigen wird.

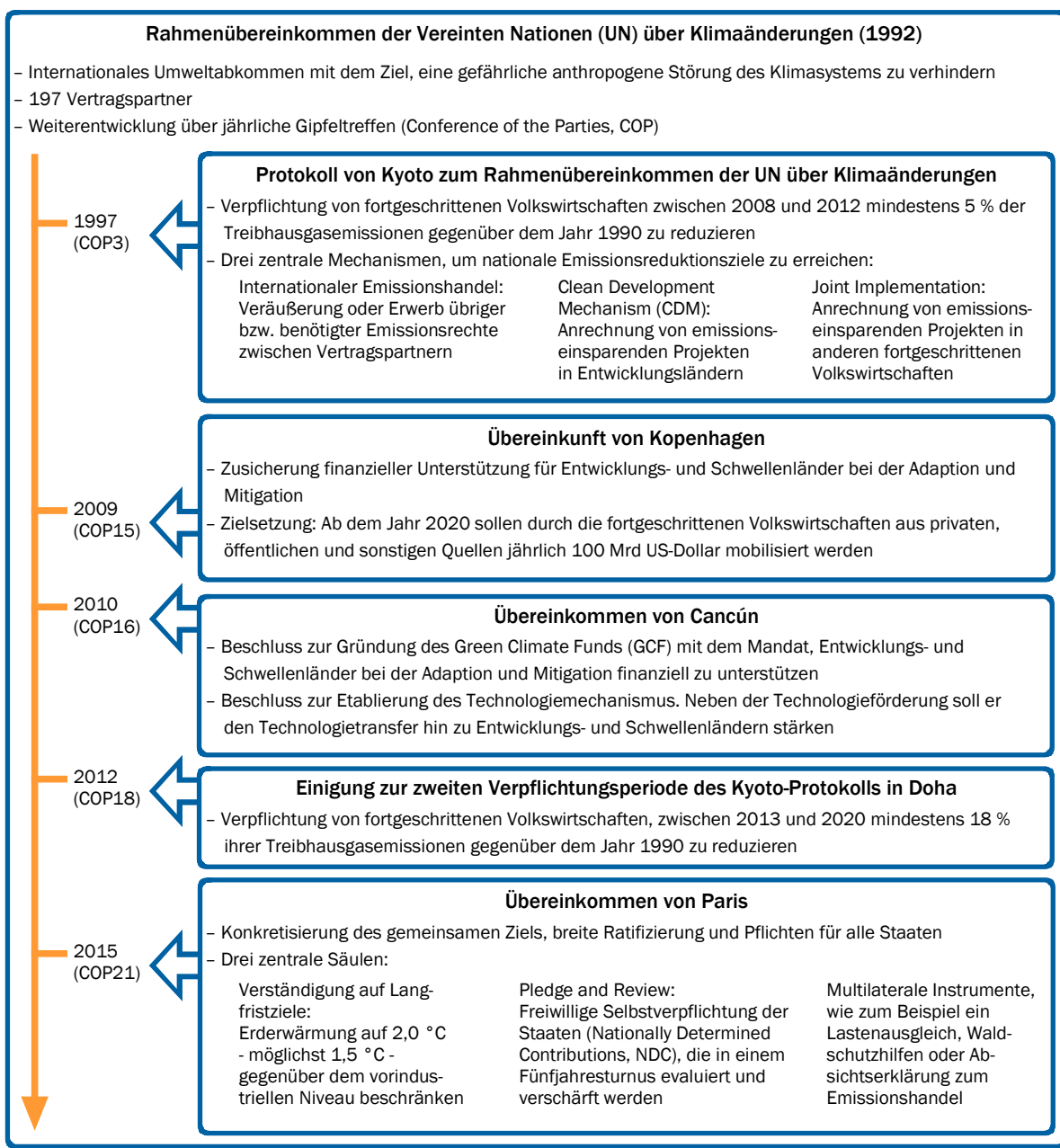
557. Obwohl das Pariser Klimaabkommen Schwächen aufweist, kann es einen Beitrag leisten, indem es das gegenseitige Vertrauen in die Ambitionen der Vertragspartner stärkt. **Vertrauen** und **Reziprozität** sind essenziell bei der erfolgreichen Kooperation und beide Faktoren verstärken sich gegenseitig (Pateete et al., 2010, S. 350 f.; Ostrom, 2014). Nur wenn darauf Verlass ist, dass die eigenen Anstrengungen positiv auf die Anstrengungen der Partner wirken und nicht ausgenutzt werden, dürfte der Klimawandel effektiv begrenzt werden können. Mechanismen wie beispielsweise ein multilateraler CO<sub>2</sub>-Preismechanismus können Reziprozität gewährleisten (Cramton et al., 2015; MacKay et al., 2015) – sie scheinen derzeit aber nicht mehrheitsfähig zu sein. Wenn das Pariser Klimaabkommen das gegenseitige Vertrauen in die Ambitionen und Absichten der anderen Staaten stärkt, könnte es den Weg zu besseren Instrumenten ebnen.

558. Das Pariser Klimaabkommen sieht einige Elemente vor, die das **Vertrauen** positiv beeinflussen können. Nicht zuletzt die **Einhaltung der NDC** könnte diese Funktion erfüllen. Allerdings sind die Evaluation und Verschärfung dieser Ziele nur alle fünf Jahre geplant. Fortschritte können also nur langsam erfolgen. Die

Ausweitung der Informationspflichten, die im Abkommen vorgesehen sind und im **Enhanced Transparency Framework (ETF)** zusammengefasst werden, können ebenfalls einen Beitrag leisten. Können die Fortschritte bei der Umsetzung der NDC von den Partnern nachvollzogen werden, könnte dies höhere Ambitionen nach sich ziehen. Allerdings lassen die Regularien noch viele Interpretationsspielräume. Es ist daher noch zweifelhaft, inwiefern sie tatsächlich positiv auf das Vertrauen wirken (Weikmans et al., 2019). Eine kontinuierliche Verbesserung und Ausweitung der Informationspflichten sind daher angebracht.

- 559. Insbesondere beim **Lastenausgleich**, also dem finanziellen und technologischen Transfer zwischen fortgeschrittenen und sich entwickelnden Volkswirt-

ABBILDUNG 141  
Ausgewählte Ergebnisse der Weltklimakonferenzen



Quellen: BMU (2021), Edenhofer und Jakob (2019), UNFCCC, eigene Darstellung

schaften, ergibt sich eine besondere Gelegenheit, das Vertrauen zwischen den Partnern zu stärken. Der Lastenausgleich wird nicht nur maßgeblich dafür verantwortlich sein, Schwellen- und Entwicklungsländern durch Mitigationsmaßnahmen einen emissionsarmen Wachstumspfad zu ermöglichen und die Konsequenzen des Klimawandels durch Adaptionsmaßnahmen abzufedern. Gelingt es hier, Fortschritte zu erzielen, könnte dies zudem das Vertrauen steigern und Mechanismen mehrheitsfähig machen, die das Trittbrettfahren effektiv eingrenzen können.

Obwohl der Lastenausgleich ein wesentlicher Bestandteil des Pariser Klimaabkommens ist, sind **viele Aspekte** hierbei **noch ungeklärt** (Edenhofer und Jakob, 2019, S. 83). So ist offen, in welcher Form die Transfers zur Verfügung gestellt werden, wie viele der Mittel aus der öffentlichen oder privaten Hand kommen sollen und welche Staaten wie viele Mittel mobilisieren.

560. In der Klimarahmenkonvention ist festgehalten, dass die Staatengemeinschaft eine **gemeinsame, aber unterschiedliche Verantwortung** trägt, das Klimasystem zu schützen. Aufgrund ihrer Fähigkeiten sollen fortgeschrittene Volkswirtschaften eine führende Rolle einnehmen (Artikel 3.1). Gemäß Artikel 4.4 des Pariser Klimaabkommens impliziert dies nicht nur, dass sie sich zu Emissionsreduktionszielen verpflichten sollen, während Entwicklungsländer das nicht müssen. Sie sollen auch **Finanz- und Technologietransfers** leisten, um den sich entwickelnden Volkswirtschaften die Transformation zu ermöglichen oder zu erleichtern (Pariser Klimaabkommen Artikel 9). [↪ ZIFFERN 512 FF. UND 537 FF.](#)

## Lastenausgleich durch internationale Klimafinanzierung

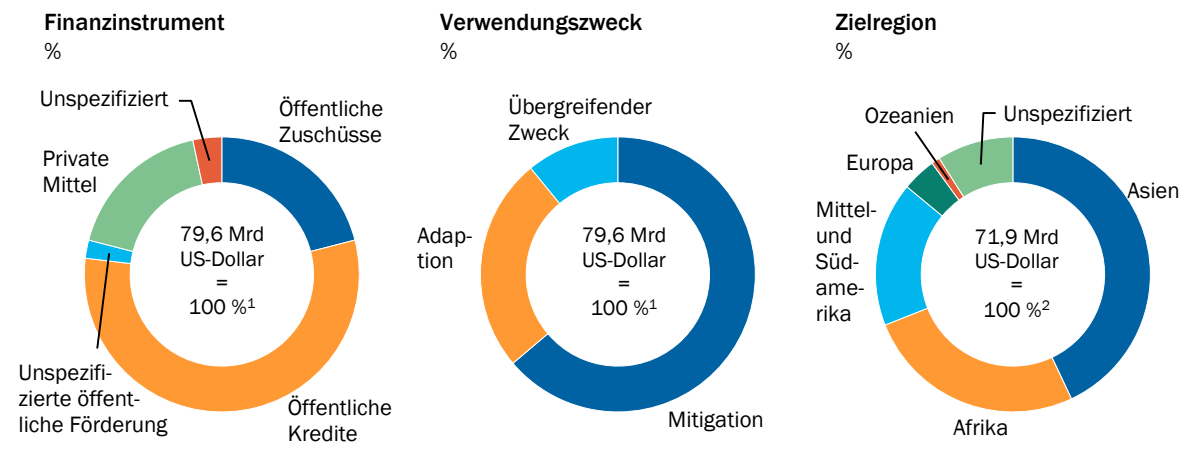
561. Unter dem Begriff der **internationalen Klimafinanzierung** [↪ GLOSSAR](#) (Climate Finance) werden diejenigen Finanzströme zusammengefasst, die Mitigations- und Adaptionsmaßnahmen unterstützen. Sie können von privaten, öffentlichen oder anderen Institutionen stammen und regional, national oder international eingesetzt werden. Dies schließt auch die Transfers von fortgeschrittenen Volkswirtschaften an Entwicklungs- und Schwellenländer ein (UNFCCC, 2021b).

Bereits in der Übereinkunft von Kopenhagen aus dem Jahr 2009 haben sich die fortgeschrittenen Volkswirtschaften dazu verpflichtet, ab dem Jahr 2020 ein **jährliches Volumen von 100 Mrd US-Dollar** für die Adaption und Mitigation in Schwellen- und Entwicklungsländern zu mobilisieren. [↪ ABBILDUNG 141](#) Dazu zählen auch private Mittel, sofern diese durch die öffentliche Klimafinanzierung der Geberländer incentiviert werden (Bhattacharya et al., 2020, S. 28 f.; OECD, 2021b, S. 11 f.). Im Jahr 2019 – dem letzten verfügbaren Datenstand – wurde ein Volumen von rund 80 Mrd US-Dollar mobilisiert (OECD, 2021b). [↪ ABBILDUNG 142](#) Obwohl keine aktuelleren Daten vorliegen, dürfte das **Ziel für das Jahr 2020 nicht erreicht** worden sein (Bhattacharya et al., 2020, S. 33).

Nicht nur die voraussichtliche Zielverfehlung wird kritisiert. Die **Zusätzlichkeit** der Mittel und die unterstützende Wirkung von öffentlichen Krediten für Entwicklungs- und Schwellenländer, die zurzeit einen wesentlichen Teil der Mittel ausmachen, [↪ ABBILDUNG 142](#) wird infrage gestellt (Dasgupta et al., 2015). Zudem

▸ ABBILDUNG 142

### Klimafinanzierung aus fortgeschrittenen Volkswirtschaften für Entwicklungs- und Schwellenländer im Jahr 2019 vor allem durch öffentliche Kredite geprägt



1 – Werte für 2019. 2 – Durchschnitt für die Jahre 2016 bis 2018.

Quelle: OECD (2021b)

© Sachverständigenrat | 21-447

wird die Methodik zur Identifikation der mobilisierten Mittel als **intransparent** und **inkonsistent** kritisiert (Bhattacharya et al., 2020, S. 27 ff.).

562. Für die potenzielle Zielverfehlung bei den mobilisierten Mitteln dürfte nicht zuletzt der Bottom-up-Ansatz verantwortlich sein, der derzeit angewandt wird. Es existiert **kein Verteilungsschlüssel**, der die anvisierten 100 Mrd US-Dollar auf die fortgeschrittenen Volkswirtschaften verteilt. Stattdessen kündigen die Staaten ihre Mittelzusagen zu unregelmäßigen Zeitpunkten an.

Die **Implementierung eines Verteilungsschlüssels**, der sich beispielsweise am BIP, den historischen oder aktuellen Emissionen orientieren kann, könnte dazu führen, dass mehr Mittel mobilisiert werden (Pickering et al., 2015; Schalatek und Bird, 2020). Nach Angaben des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ, 2021) stellte Deutschland im Jahr 2020 rund 7,6 Mrd Euro öffentlicher Mittel zur Verfügung, wovon etwa 2,6 Mrd Euro durch Kredite der KfW bereitgestellt wurden. In diesem Jahr wurde die öffentliche Klimafinanzierung für Entwicklungs- und Schwellenländer bereits bei dem **Treffen der G7** in Cornwall thematisiert (G7, 2021a). Deutschland sollte das Thema während seiner G7-Präsidentschaft im nächsten Jahr erneut aufgreifen und die Mobilisierung weiter voranbringen.

563. Die Mittel der öffentlichen Klimafinanzierung werden durch unterschiedliche plurilaterale und bilaterale Institutionen auf die Entwicklungs- und Schwellenländer verteilt (Watson und Schalatek, 2021). Zu den **plurilateralen Institutionen** gehören beispielsweise Entwicklungsbanken, wie etwa die Weltbank, oder Klimafonds, wie der Green Climate Fund (GCF). ▸ ABBILDUNG 141 Der Vorteil plurilateraler Institutionen ist die Koordination: Sie erlauben die Etablierung einer globalen Strategie. Allerdings können ihre Organisationsstrukturen Umsetzungsprozesse verlangsamen (Kumar, 2015; Schalatek und Watson, 2020). **Bilaterale Projekte** sind daher eine sinnvolle Ergänzung. Sie sind flexibler einsetzbar und



erleichtern die Erprobung von Projektideen. Dies kann die Effektivität des Lastenausgleichs verbessern. Gleichzeitig bieten sie die Möglichkeit, strategische Allianzen aufzubauen, die das Fundament für zukünftige klimapolitische oder wirtschaftliche Partnerschaften sein können. In Deutschland ist wie in anderen Ländern auch das politische und wirtschaftliche Interesse an Energiepartnerschaften in den vergangenen Jahren gestiegen (BMWi, 2020; Kiyoshi und Al Mazrouei, 2021; U.S. Department of State, 2021a, 2021b). [↪ ZIFFERN 583 FF.](#)

564. Die öffentliche Klimafinanzierung, die durch die fortgeschrittenen Volkswirtschaften mobilisiert wird, kann nur einen Teil der notwendigen Mittel aufbringen – selbst wenn die Mobilisierung der Mittel zukünftig besser koordiniert werden würde. [↪ ZIFFER 537](#) Sie kann jedoch dazu dienen, **private Investitionen** in Entwicklungs- und Schwellenländern zu **mobilisieren**. Dies gilt nicht zuletzt dort, wo Marktunvollkommenheiten zu ineffizient niedrigen Investitionen führen (Metz et al., 2000, S. 19; Bowen, 2011). Die stärkere Mobilisierung von privaten Investitionen ist – neben der Mobilisierung öffentlicher Mittel für den Lastenausgleich – daher aus gutem Grund ein Schwerpunktthema bei der diesjährigen COP26 in **Glasgow** (Carney, 2021; COP26 Presidency, 2021).

565. Neben Marktunvollkommenheiten dürften **unzureichende Klimapolitik, schlecht ausgestaltete klimapolitische Instrumente** und **unglaubliche Klimaambitionen** zentrale Investitionshindernisse für private Akteure sein. So führt die Climate Finance Leadership Initiative (CFLI, 2019), ein Interessenverbund privater Finanzinstitute, das Fehlen privater Investitionen unter anderem auf die Unsicherheit der staatlichen Emissionsziele sowie fehlende Regulierungen und Standards zurück. Entwicklungs- und Schwellenländer wie Bangladesch, Indien oder Pakistan investierten vermehrt in Kohlekraftwerke (Steckel et al., 2015; SEforALL und CPI, 2021). Dies hat nicht nur in der kurzen Frist Konsequenzen für die Attraktivität privater Investitionen in erneuerbare Energien. Kohlekraftwerke werden bis zu 45 Jahre betrieben und verzögern Investitionen in erneuerbare Energien auch in der langen Frist (Tong et al., 2019; Sato et al., 2021).

Die Transfers von fortgeschrittenen Volkswirtschaften an Entwicklungs- und Schwellenländer sollten **strategisch** genutzt werden, um die **klimapolitische Unsicherheit** in den Zielländern gezielt zu **reduzieren und** dadurch **private Investitionen** zu **mobilisieren**. Dies könnte insbesondere dann erreicht werden, wenn finanzielle Transfers an die Emissionsreduktion, klimapolitische Maßnahmen oder Instrumente geknüpft werden. Die Transferhöhe könnte sich beispielsweise an den eingesparten Emissionen orientieren (Steckel et al., 2017; Kornek und Edenhofer, 2020). Allerdings muss sichergestellt sein, dass die Konditionalität nicht zu **Fehlanreizen** führt. So könnten Maßnahmen in den Zielländern strategisch verzögert werden, um zu einem späteren Zeitpunkt von den Transfers zu profitieren. Werden sektorspezifische Konditionen vereinbart, könnten andere Sektoren vernachlässigt werden (Steckel et al., 2017).

566. Die **Einführung von CO<sub>2</sub>-Preismechanismen** in Entwicklungs- und Schwellenländern könnte die politische Unsicherheit für private Investitionen senken und so mehr privates Kapital mobilisieren (JG 2020 Ziffern 372 f.). [↪ ZIFFER 542](#) Gleichzeitig würde die Bepreisung diesen Staaten die Erfüllung ihrer NDC erleichtern.



zieren und dadurch das notwendige Kapital für die Transformation zu mobilisieren (Mauderer, 2019; TCFD, 2020). [↘ ZIFFER 542](#)

Die EU kann mit ihrer EU-Taxonomie [↘ GLOSSAR](#) (Europäische Kommission, 2018b; EU TEG, 2020) erste Erfahrungen sammeln und so bei der Etablierung von regionalen oder multilateralen Standards eine unterstützende beziehungsweise führende Rolle einnehmen. Langfristiges Ziel sollte es sein, ein **transparentes und praktikables Bewertungssystem** zu etablieren, das den Beitrag von Investitionen zum Erreichen der Klimaneutralität sichtbar macht und alle Staaten – unabhängig von ihrem Wohlstandsniveau – einschließt. [↘ ZIFFER 577](#) Für den Erfolg der ESG-Kriterien wird ausschlaggebend sein, wie **glaubwürdig die nachhaltige Mittelverwendung sichergestellt** werden kann und wie hoch die Komplexität des Systems und der damit verbundene **administrative Aufwand** ausfallen wird (EU TEG, 2019, S. 97 ff.). Zuletzt war der Wissenschaftliche Beirat beim Bundesministerium der Finanzen (Wissenschaftlicher Beirat beim BMF, 2021) hinsichtlich beider Faktoren skeptisch. Darüber hinaus können bei falscher Ausgestaltung der Kriterien auch Hemmnisse für nachhaltige Investitionen entstehen. Dies gilt etwa, wenn inkrementelle Innovationen und die dazugehörigen Investitionsprojekte in emissionsintensiven Industrien wegen fehlender Differenzierung als nicht nachhaltig deklariert werden (Friedrich und Wendland, 2021).

## Lastenausgleich durch Technologiediffusion

568. Die Adaption und Mitigation kann **für Entwicklungs- und Schwellenländer** aus verschiedenen Gründen eine Herausforderung darstellen. Technik, Equipment oder fachliche Kompetenzen können fehlen. Ebenso kann die regulatorische Erfahrung unzureichend sein, etwa um die Systemintegration erneuerbarer Energien zu ermöglichen oder die Energieeffizienz zu verbessern. Der Technologietransfer durch die fortgeschrittenen Volkswirtschaften hat das Potenzial, die Technologiediffusion zu beschleunigen und **Entwicklungs- und Schwellenländer** darin zu **befähigen**, die notwendigen Mitigations- und Adaptionenmaßnahmen umzusetzen (Metz et al., 2000, S. 15 ff.). Im besten Fall folgen die Entwicklungs- und Schwellenländer nicht dem Technologiefeld fortgeschrittener Volkswirtschaften, sondern überspringen spezifische Technologien (Energy Leapfrogging; van Benthem, 2015). Dadurch können sie einen emissionsärmeren Wachstumspfad verfolgen.
569. Der Technologietransfer durch fortgeschrittene Volkswirtschaften kann vielfältige Formen annehmen, um auf die jeweilige Situation des Ziellands Rücksicht zu nehmen (Metz et al., 2000, S. 20; de Coninck und Sagar, 2015). **Technische Ausstattung** kann bereitgestellt, **Forschungsergebnisse** können geteilt oder eigene Forschungskapazitäten vorort aufgebaut werden. **Beratung**, wie sie etwa durch die Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) geleistet wird, kann die Staaten dabei unterstützen, ihre Rahmenbedingungen derart auszugestalten, dass private Investitionen mobilisiert und dadurch Technologiediffusion betrieben wird. Nicht zuletzt können gemeinsam **Forschungsschwerpunkte** identifiziert, Forschungskollaboration gestärkt und Innovationen durch **Demonstrationsprojekte** erprobt werden (Stern, 2006, S. 495 ff.).

570. Im Rahmen der UN wurde bei der COP16 im Jahr 2010 der **UNFCCC-Technologie-mechanismus** ins Leben gerufen, der den Technologietransfer koordinieren soll (Abdel-Latif, 2015). [↪ ABBILDUNG 141](#) Er hat einerseits eine Beratungs- und Koordinationsfunktion bei der Forschung und Entwicklung von Mitigations- und Adaptionstechnologien. Andererseits soll er die Entwicklungs- und Schwellenländer bei der Anwendung dieser Technologien technisch unterstützen, über neue Technologien und Lösungen informieren und verschiedene Akteure miteinander vernetzen (UNFCCC, 2015).
571. Seit dem Jahr 1992 partizipieren Schwellenländer, nicht aber die am wenigsten entwickelten Volkswirtschaften, zunehmend an der internationalen Technologiediffusion. Dies leiten Glachant und Dechezleprêtre (2017) anhand des Imports von Zwischenprodukten, ausländischen Direktinvestitionen (Foreign Direct Investments, FDI) und Patentanmeldungen ab. In den **am wenigsten entwickelten Volkswirtschaften** sind die Hürden für den Technologietransfer am höchsten (Glachant und Dechezleprêtre, 2017). Das zeigt sich nicht nur beim Handel. So profitierten Entwicklungsländer am wenigsten von dem Ausgleichsmechanismus des Kyoto-Protokolls (**Clean Development Mechanism, CDM**), der vorsah, dass sich fortgeschrittene Volkswirtschaften emissionseinsparende Projekte in Entwicklungs- und Schwellenländern auf ihre eigene Emissionsreduktion anrechnen lassen konnten. [↪ ABBILDUNG 141](#) Zwar wird der CDM aufgrund der zweifelhaften Zusätzlichkeit der Emissionseinsparung häufig kritisiert (Paulsson, 2009), ihm wird jedoch ein positiver Nebeneffekt auf den Technologietransfer zugesprochen (de Coninck et al., 2007; Dechezleprêtre et al., 2008; Lema und Lema, 2013). **Fehlende technische oder institutionelle Kapazitäten** in Entwicklungsländern werden jedoch als Grund dafür genannt, warum die CDM-Projekte vor allem in Schwellenländern durchgeführt wurden (Castro und Michaelowa, 2011).
572. Technologiediffusion wird durch **Freihandel** begünstigt (Dechezleprêtre et al., 2013). Eine zunehmende Integration der Entwicklungs- und Schwellenländer in die globalen Märkte, etwa durch **Handelsabkommen**, könnte also dort die Nutzung neuester Technologien erleichtern. [↪ ZIFFERN 574 FF.](#) Ob das **Recht am geistigen Eigentum** ein Hindernis für den Technologietransfer darstellt, lässt sich theoretisch nicht eindeutig beantworten. Empirisch kann jedoch kein negativer Effekt des Patentrechts auf die Technologiediffusion identifiziert werden (Stern, 2006, S. 500 f.; Dechezleprêtre et al., 2013). Verlässliche **Rahmenbedingungen** und eine **glaubwürdige Klimapolitik** können Anreize für grüne Investitionen in Entwicklungs- und Schwellenländern setzen und somit zur Technologiediffusion beitragen (Glachant und Dechezleprêtre, 2017).
573. Für europäische und deutsche Unternehmen, wie auch für Unternehmen aus anderen fortgeschrittenen Volkswirtschaften weltweit, entstehen durch die Maßnahmen des Technologietransfers neue Absatzmöglichkeiten für ihre Produkte und Dienstleistungen. Die Grundlage dafür können schon heute mit Hilfe von **Technologiepartnerschaften** strategisch gelegt werden. Sie können europäische oder deutsche Unternehmen dabei unterstützen, ihre Technologien und Produkte frühzeitig im Ausland zu skalieren. [↪ ZIFFERN 583 FF.](#) Die Möglichkeit, grüne Energieträger zu handeln, bietet nicht zuletzt Entwicklungs- und Schwellenländern neue Exportmöglichkeiten. Europa und Deutschland können von den

komparativen Vorteilen der Entwicklungs- und Schwellenländer bei der Gewinnung erneuerbarer Energien profitieren. Die Grundlagen für diesen Energiehandel können schon heute mit Hilfe von **Energiepartnerschaften** gelegt werden.

↪ ZIFFERN 547 FF.

## 2. Anpassung der internationalen Handelskooperation

574. Der **internationale Handel** hat durch Spezialisierung und Arbeitsteilung in fast allen Staaten zu großen **Effizienz- und Wohlfahrtssteigerungen** geführt (JG 2017 Ziffern 153 ff. und 649 ff.). Im Zuge der Intensivierung des internationalen Handels hat sich die Armut, insbesondere in Entwicklungs- und Schwellenländern, stark reduziert (Mitra, 2016; Weltbank und WTO, 2018; JG 2017 Ziffern 629 ff.) Gleichzeitig kann der internationale Handel mit negativen Effekten für den Klimaschutz und die Umwelt einhergehen (Copeland, 1994; Antweiler et al., 2001; Neary, 2006; Managi et al., 2009; Weber und Peters, 2009; McAusland und Millimet, 2013; Keen und Kotsogiannis, 2014; Cherniwchan et al., 2017; Larch und Wanner, 2017).

Handelsflüsse beeinflussen die Emissionen nicht nur durch ihren Einfluss darauf, wo und wie viel produziert wird (Garnadt et al., 2020), sondern auch dadurch, dass sie die Wirksamkeit unilateraler Klimaschutzmaßnahmen etwa durch **Carbon Leakage** ↪ PLUSTEXT 13 beeinträchtigen können (Aichele und Felbermayr, 2015). Zudem können potenzielle **Einbußen bei der Wettbewerbsfähigkeit** Länder von ambitionierter Klimapolitik abhalten (Wissenschaftlicher Beirat beim BMWi, 2021). Eine Zunahme des internationalen Handels kann zudem, beispielsweise durch eine Verlagerung der Produktion in der Landwirtschaft, zu einer stärkeren Abholzung führen und dadurch natürliche Treibhausgasenken zerstören (Abman und Lundberg, 2020).

575. Bisher hat die **internationale Handelspolitik**, die zu großen Teilen durch die WTO koordiniert wird, die **Klimaaspekte des Handels weitgehend unberücksichtigt** gelassen. Daraus hat sich ein globales Handelssystem entwickelt, das in manchen Aspekten klimaschädlich wirkt. So sind zum Beispiel in den meisten Staaten sowohl die **Importzölle** als auch die **nicht-tarifären Handelshemmnisse** wie Produktstandards **für emissionsarme Güter höher** als für emissionsintensive Güter (de Melo und Solleder, 2019; Shapiro, 2021). Dies stellt eine implizite Subvention der Produktion emissionsintensiver Güter dar. Deren Höhe beziffert Shapiro (2021) im Durchschnitt auf 85 bis 120 US-Dollar pro Tonne CO<sub>2</sub>. In Simulationen zeigt Shapiro (2021), dass eine Angleichung der Zölle auf emissionsarme und emissionsintensive Güter mit positiven Effekten verbunden sein kann. So würde nach seiner Studie eine Senkung der Zölle auf emissionsarme Güter auf das Niveau des Durchschnittszolls, bei gleichzeitiger Anhebung der Zölle auf emissionsintensive Güter auf das Niveau des Durchschnittszolls, zu einer Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen führen, während sich die globale Wirtschaftsleistung kaum verändern würde. Die Studie zeigt auch, dass eine Zollsenkung für emissionsarme Güter auf das Zollniveau emissionsintensiver Güter

einerseits zu einer Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen führen und andererseits die Wirtschaftsleistung leicht ansteigen lassen würde.

Neben den beobachteten Asymmetrien in der Zollstruktur können **direkte Subventionen für emissionsintensive Güter und Energieträger** die internationalen Handelsströme ebenfalls beeinflussen und die Reduktion der globalen Treibhausgasemissionen beeinträchtigen (Moerenhout, 2020).

576. In verschiedenen Dimensionen ist der aktuelle rechtliche Rahmen der WTO für klimapolitische Maßnahmen unzureichend. So werden beispielsweise viele **klimaschädliche Subventionen** durch die WTO-Regeln geduldet. Gleichzeitig fehlt es aber an Rechtssicherheit bezüglich der Zulässigkeit von Subventionen für umweltfreundliche Güter (Green, 2006; Fischer, 2016; Pirlot, 2017). Zusätzlich besteht die Gefahr, dass die **CO<sub>2</sub>-Kennzeichnungsregeln** einzelner Staaten von der WTO als nicht-tarifäres Handelshemmnis eingestuft werden könnten (Mavroidis und de Melo, 2015). Zudem ist bislang völkerrechtlich nicht geregelt, wie verfahren wird, wenn Regelungen der Klimaabkommen und das WTO-Recht miteinander im Konflikt stehen (Soobramanien et al., 2019). Dies könnte etwa der Fall sein, wenn die in den Klimaabkommen vorgesehenen Maßnahmen Auswirkungen auf den Handel haben (WTO, 2021a). Diese Unsicherheiten können dazu führen, dass Staaten in geringerem Umfang Klimaschutz betreiben.
577. Vor diesem Hintergrund werden verschiedene Reformmöglichkeiten für das globale Handelssystem diskutiert, darunter die Einführung eines Mechanismus zum Abbau von umweltschädlichen Subventionen (Bacchus, 2018) sowie eine Einigung auf einheitliche Regeln zur Kennzeichnung von Emissionsfußabdrücken und Standards (Soobramanien et al., 2019). Letztere würden auch die Kosten, die durch unterschiedliche Regulierungen entstehen, reduzieren. ↘ **KASTEN 32**. Ahmad (2020) empfiehlt bei künftigen Verhandlungen zur **Reform der WTO-Regeln** auf einen **liberalisierten Handel mit grünen Technologien, Gütern und Dienstleistungen** sowie deren **Diffusion** hinzuwirken. Die Stärkung der Rechtssicherheit wird dabei als ein wichtiges Element angesehen (Soobramanien et al., 2019). So wird beispielsweise eine Definition für Subventionen von klimafreundlichen Gütern und Dienstleistungen gefordert. Ebenso wird die fehlende Rechtssicherheit bei Fällen kritisiert, bei denen nationale Klimaschutzmaßnahmen im Widerspruch mit dem WTO-Recht stehen könnten, sofern sie Auswirkungen auf Handelspartner haben. Zudem werden Forderungen geäußert, etwaige Konflikte zwischen Klimaabkommen und WTO-Regeln zu klären.

↳ KASTEN 32

### Die Messung von produktspezifischen Treibhausgasemissionen

Die Messung und Schätzung von Treibhausgasemissionen, insbesondere des Emissionsfußabdrucks von Prozessen, Produkten und Investitionsvorhaben, sowie die Etablierung von Mess- und Schätzstandards ist Voraussetzung für einen effizienten Klimaschutz. Zum einen muss die **Messung von Emissionen transparent und nachvollziehbar** sein, damit die Emissionsreduktionszusagen etwa im Rahmen des Pariser Klimaabkommens überprüfbar sind (Weikmans et al., 2019). Zum anderen kann die Schätzung des Emissionsfußabdrucks eine Grundlage für Nachhaltigkeitskriterien wie diejenigen der EU-Taxonomie sein. Derartige Kriterien erleichtern es Investoren, klimarelevante Aspekte bei ihren Investitionsentscheidungen zu berücksichtigen. Darüber hinaus ist eine verlässliche Messung des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks von Produkten wichtig, beispielsweise wenn Konsumentinnen und Konsumenten auf die Klimawirkung ihrer Kaufentscheidungen achten möchten oder wenn CO<sub>2</sub>-Grenzausgleichsmechanismen eingeführt werden sollen, wie derzeit von der EU geplant (Europäische Kommission, 2021b).

Bei der Messung des produktspezifischen Emissionsfußabdrucks muss zunächst definiert werden, welche Emissionen Berücksichtigung finden. Eine enge Definition bezieht nur die direkten, in der letzten Stufe der Wertschöpfungskette entstandenen Emissionen ein. Hingegen schließt eine breite Definition auch indirekte Emissionen ein und somit den kompletten **Emissionen entlang der gesamten Wertschöpfungskette** eines Produkts. Eine andere Möglichkeit wäre, die direkten Emissionen und die primären indirekten Emissionen aus der Energieverwendung, aber nicht die restlichen indirekten Emissionen miteinzubeziehen (Dröge und Fischer, 2020). Je nach Ziel kann eine andere Definition zielführend sein. So wäre für den EU-Grenzausgleichsmechanismus etwa die Letztere relevant, da sie für viele Industrien dem Großteil der Emissionen entspricht, die von dem EU-Emissionshandel abgedeckt sind. Es besteht jedoch das Risiko der kreativen Prozess- oder Buchführung: So kann es dazu kommen, dass der Prozess für die Zertifizierung bilanziert und die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Produkts entsprechend publiziert werden. Für den eigentlichen Betrieb könnten die Anlagen dann aber emissionsintensiver betrieben werden, so dass real deutlich höhere Emissionen als die im Rahmen der Zertifizierung attestierten Emissionen entstehen. Daher wären neben einer Zertifizierung von Anlagen auch regelmäßige Prüfungen im Realbetrieb notwendig. Darüber hinaus könnte erneuerbarer Strom gezielt denjenigen Gütern zugerechnet werden, die ihren Emissionsfußabdruck für den Export in eine Region mit Grenzausgleichsmechanismus nachweisen müssen (Peterson, 2021). Dadurch können Probleme wie etwa Resource Shuffling [↳ GLOSSAR](#) entstehen (Caron et al., 2015; Fowlie et al., 2021).

Die Entscheidung darüber, welche Emissionen berücksichtigt werden, hat maßgeblichen Einfluss auf die **Komplexität der Messung** und somit auf den Umsetzungsaufwand. Schon bei direkten Emissionen ergeben sich große Herausforderungen, da die CO<sub>2</sub>-Emissionen nicht nur von der Produktart, sondern auch vom Produktionsprozess abhängen (SG 2019 Ziffer 180). Um alle indirekten Emissionen einzelner Produkte zu bestimmen, müssten die Lieferketten lückenlos – mitsamt Emissionen für alle einzelnen Aktivitäten – transparent und nachvollziehbar gemacht werden (Garnadt et al., 2020).

Für die Glaubwürdigkeit des Messsystems wären **standardisierte Zertifizierungen und Prüfverfahren** notwendig, die allerdings für Unternehmen mit hohen Kosten einhergehen können. Dies dürfte dazu führen, dass für viele international gehandelte Güter die emissionsrelevanten Informationen nicht vollständig zur Verfügung stehen werden. Für diese Fälle müssen produktspezifische Treibhausgasemissionen **durch alternative Methoden approximiert** werden. So wäre es beispielsweise möglich, anhand von Input-Output-Tabellen die durchschnittlichen für den Wirtschaftsbereich spezifischen Emissionen für einzelne Länder oder Regionen zu berechnen (Garnadt et al., 2020). Diese könnten dann als Benchmark für die Produkte des jeweiligen Wirtschaftsbereichs verwendet werden, ungeachtet dessen wie sich die Emissionen innerhalb

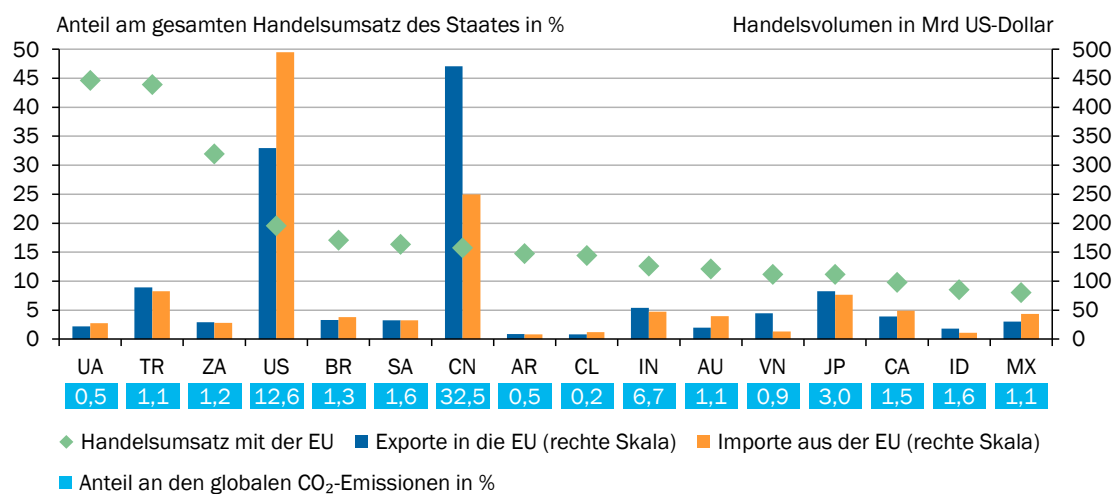
des Wirtschaftsbereichs in dem jeweiligen Land beziehungsweise in der jeweiligen Region verteilen. Ist die Produktion mit geringeren Emissionen verbunden, sollte Unternehmen die Möglichkeit eingeräumt werden, einen entsprechenden Nachweis zu erbringen und geltend machen zu können. Ähnlich sieht es die Europäische Kommission (2021b) bei ihrem Entwurf für den Grenzausgleich vor. Bei Verfahren, die im Wesentlichen mit Benchmarks arbeiten, können sich allerdings die Anreize für die Unternehmen abschwächen, Emissionen zu reduzieren. Insbesondere wenn die Prozessemissionen weit über den Standardwerten liegen, haben Unternehmen keine Anreize inkrementelle Innovationen umzusetzen.

578. Innerhalb ihrer neuen Handelsstrategie hat sich die EU eine WTO-Reform zum Ziel gesetzt (Europäische Kommission, 2021c). Für die Erreichung des Ziels könnte die **EU ihre Rolle im globalen Handel nutzen, um international Einfluss auszuüben**: Die EU gehört zu den wichtigsten Handelspartnern derjenigen Staaten, die einen hohen Anteil an den weltweiten Treibhausgasemissionen haben. [ABBILDUNG 144](#) Zum Beispiel ist die EU der wichtigste Handelspartner der USA und für China stellt die EU den zweitwichtigsten Handelspartner dar. Eine weitere Stärkung des Binnenmarkts wie zum Beispiel durch eine Vervollständigung der Kapitalmarktunion [ZIFFERN 542 FF.](#) und des digitalen Binnenmarkts, [ZIFFER 498](#) würde die Bedeutung der EU als Absatzmarkt und damit ihre Verhandlungsposition weiter verbessern. Mit steigender Größe des europäischen Absatzmarkts und Produktionsstandorts dürfte der Zugang dazu für Staaten wie China und die USA an Bedeutung gewinnen.

579. Auch viele andere Staaten haben die Rolle der WTO für den Klimaschutz anerkannt. 50 WTO-Mitgliedstaaten, inklusive der EU-Mitgliedstaaten und des Vereinigten Königreichs, haben die Trade-and-Environment-Sustainability-Structured-Discussions-Initiative eröffnet, in deren Rahmen sie versuchen, die Arbeit

[ABBILDUNG 144](#)

**Bedeutung des Handels mit der EU28 für ausgewählte Volkswirtschaften im Jahr 2019<sup>1</sup>**



1 – Im Jahr 2019 betragen die gesamten Exporte in die EU 2 301,9 Mrd US-Dollar und die gesamten Importe aus der EU 2 279,5 Mrd US-Dollar. UA-Ukraine, TR-Türkei, ZA-Südafrika, US-USA, BR-Brasilien, SA-Saudi-Arabien, CN-China, AR-Argentinien, CL-Chile, IN-Indien, AU-Australien, VN-Vietnam, JP-Japan, CA-Kanada, ID-Indonesien, MX-Mexiko.

Quellen: Comtrade Datenbank (Vereinte Nationen), Europäische Kommission, eigene Berechnungen  
© Sachverständigenrat | 21-511



der WTO mit dem Umwelt-, und insbesondere dem Klimaschutz, in Einklang zu bringen (WTO, 2020, 2021b). Auch die G7 hat Handelsreformen, inklusive einer WTO-Reform, zu einem der wichtigsten Handlungsfelder erklärt (G7, 2021b). Allerdings ist unklar, wie realistisch eine WTO-Reform ist. Aufgrund der hohen Mitgliederzahl und der heterogenen Interessen der Mitgliedstaaten gestaltet sich die **Kooperation in Rahmen der WTO in den letzten zwei Dekaden zunehmend schwierig** (Hoekman, 2019). Der letzte große Versuch, **Handel und Umweltschutz in Einklang zu bringen**, ist seit der im Jahr 2001 gestarteten Doha-Runde der Verhandlungen der WTO **zum Stillstand gekommen** (de Melo und Solleder, 2019). Auch die Verhandlungen über ein Umweltgüterabkommen, die seit Juli 2014 von der EU, den USA, China und 14 anderen WTO-Mitgliedern geführt werden, zeigen wenig Fortschritt. Angesichts dessen könnte ein enger Fokus auf die klimapolitisch zielführenden Reformen, die durch eine breite Unterstützung in der WTO umsetzbar sind, in der kurzen Frist sinnvoll sein. So zeichnet sich zum Beispiel die Möglichkeit für eine Einigung zum Abbau der Subventionen für Hochseefischerei mit Grundschleppnetzen ab, die aufgrund des Aufwirbelns von CO<sub>2</sub>-haltigen Sedimenten für mehr CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich ist als die japanische Volkswirtschaft (Sala et al., 2018, 2021; Pike, 2021).

580. Zusammenfassend zeigt sich, dass sich eine **Reform** des internationalen Handelssystems im Rahmen **der WTO**, die sich positiv auf die Anstrengungen zum Klimaschutz auswirken würde, **zurzeit schwierig gestaltet**. Die multilateralen Verhandlungen zu Emissionsminderungen und zu Mechanismen zur Verbreitung klimafreundlicher Technologien stehen ebenso vor großen Herausforderungen. [↘ ZIFFER 556](#) Infolgedessen rücken bi- und plurilaterale Möglichkeiten zur Koordination der Klimapolitik, die Deutschland und der EU zur Verfügung stehen, aktuell stärker in den Fokus.

## IV. BI- UND PLURILATERALE MÖGLICHKEITEN DER KLIMAPOLITIK

581. Die multilateralen Klimaverhandlungen sind durch die Heterogenität der Staaten – insbesondere die großen Unterschiede hinsichtlich der Chancen und Risiken von Klimapolitik [↘ ZIFFERN 511 FF.](#) – und den daraus entstehenden unterschiedlichen Verhandlungspositionen eine Herausforderung. Diese **Heterogenität erschwert die Einigung** bei Verhandlungen im Rahmen von multilateralen Organisationen wie der UN oder der WTO. [↘ ZIFFERN 554 FF.](#)

Die Kooperation innerhalb kleinerer Ländergruppen ist möglicherweise leichter, insbesondere wenn Parteien miteinander verhandeln, die ähnliche Präferenzen oder komplementäre Interessen haben. Daher dürfte es bei **bi- und plurilateralen Kooperationen** deutlich **höhere Chancen auf eine Einigung** geben. [↘ PLUSTEXT 12](#) Kooperationen unter wenigen Staaten sind zwar **tendenziell weniger effizient** als multilaterale Kooperationen, dennoch bieten sie zahlreiche Chancen und sollten als Ergänzung von multilateralen Bemühungen gesehen werden.

582. So könnte die **nationale Klimapolitik** durch eine stärkere Koordination im kleinen Kreis **effektiver** werden, etwa aufgrund von zusätzlichen Anreizen für Klimaschutz, die für nicht-kooperierende Staaten durch plurilaterale Ansätze entstehen können. [↘ ZIFFERN 585 FF.](#) Zudem könnten Abkommen im kleineren Kreis eine **Vorbildwirkung** für andere Staaten haben, da sie demonstrieren, wie Klimapolitik erfolgreich mit Handel in Einklang gebracht werden kann. Nicht zuletzt könnten umweltfreundliche **Technologien** schneller **skaliert werden**, wenn gemeinsam die Rahmenbedingungen für deren Nutzung verbessert und Technologiekooperationen initiiert werden. Die Transformationskosten könnten so für die Staatengemeinschaft sinken. In der Vergangenheit hat sich die EU bereits an verschiedenen plurilateralen Initiativen zum Klimaschutz beteiligt.

### 1. Bilaterale Partnerschaften

583. **Bilaterale Partnerschaften** bilden eine wichtige **Säule der internationalen Kooperation beim Klimaschutz** und sind oft Grundlage für finanzielle und technologische Transfers für Entwicklungs- und Schwellenländer. So unterstützt beispielsweise die deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) Staaten bei der Umsetzung ihrer NDC und bei der Finanzierung der Klimamaßnahmen (GIZ, 2021). Die deutsche KfW und ihre Konzerntöchter finanzieren und versichern verschiedene Projekte in Entwicklungs- und Schwellenländern und leisten Investitionsberatung (KfW, 2021), während die deutschen Auslandshandelskammern die Unternehmen im Ausland bei der Ausarbeitung der Projekte unterstützen (DIHK, 2020).
584. In Zukunft ergeben sich Möglichkeiten für **Partnerschaften für klimarelevante Technologien**, die zugleich der EU sowie Entwicklungs- und Schwellen-

ländern Vorteile bringen können. Insbesondere bei der Energieerzeugung und -versorgung können solche Partnerschaften vorteilhaft sein. Der gesamte Energiebedarf in Europa wird gemäß Erwartungen der Europäischen Kommission (2018a) zwar bis zum Jahr 2050 um etwa 30 % im Vergleich zum Jahr 2016 sinken, die verwendeten Energiequellen werden sich dabei aber stark verändern. Insbesondere wird der Verbrauch von Strom und synthetischen Energieträgern, wie Wasserstoff und synthetischen Kraftstoffen, wachsen. Voraussichtlich wird es kosteneffizient sein, einen großen Teil des zukünftigen Energiebedarfs durch Energieträger zu decken, die in Drittstaaten gewonnen und nach Europa importiert werden. Eine solche Entwicklung zeichnet sich zum Beispiel für Wasserstoff ab (Runge et al., 2020; NWR, 2021; Wietschel et al., 2021). [↘ ZIFFERN 547 FF.](#)

585. Die technischen **Grundlagen für die neuen Energieimporte** müssen schon **heute gelegt werden**, indem im Zielland die Produktion und der Transport der Energieträger angestoßen werden und in der EU Abnehmer identifiziert werden. Dabei können die Staaten diese Grundlagen besonders stärken, indem sie Marktversagen beheben, zum Beispiel durch Koordination bei Netzwerkexternalitäten, die bei der Infrastruktur entstehen (Greaker und Heggedal, 2010; Currarini et al., 2016), Bekämpfung von Informationsasymmetrien (Ulph und Ulph, 2007), oder Vorbeugung vor Koordinationsversagen (Mielke und Steudle, 2018). Die deutschen Projekte HY Supply (acatech, 2021) und H2 Global (2021) bereiten zurzeit den Weg für erste Partnerschaften für den internationalen Wasserstoffhandel.

Unterstützung für die Partnerstaaten beim Abbau von potenziellen Ineffizienzen in der Regulierung und beim Aufbau von notwendigen Rahmenbedingungen [↘ ZIFFER 569](#) ziehen weitere Verbesserungen nach sich. Da die deutschen Unternehmen über eine gute Ausgangslage bei der Entwicklung und Produktion von Investitionsgütern für die Erschließung der neuen Energiequellen verfügen, [↘ ZIFFERN 538 FF.](#) ergeben sich für sie **Möglichkeiten des Technologieexports**. Außerdem erlauben die Partnerschaften, verschiedene Technologien für den globalen Transport erneuerbarer Energieträger zu erproben und zu skalieren. Dies dürfte in den Zielländern neue Wachstumsmöglichkeiten eröffnen und die Transformation hin zur Klimaneutralität erleichtern, während die EU ihre **Energieimporte diversifizieren** könnte.

586. Die **Einbeziehung von heutigen Exporteuren der fossilen Energieträger in die globale Transformation** [↘ ZIFFERN 530 FF.](#) erhöht die Erfolgsaussichten für den multilateralen Klimaschutz (Lazarus und van Asselt, 2018), da es besser gelingen könnte, Carbon Leakage [↘ PLUSTEXT 13](#) zu verhindern oder abzumildern. Dabei kann insbesondere die Einbeziehung dieser Staaten in neue Energiepartnerschaften hilfreich sein (Grimm, 2021a), zum Beispiel basierend auf Kooperationen zu blauem Wasserstoff. [↘ ZIFFERN 547 FF.](#) Solche Partnerschaften könnten den Exporteuren frühzeitig neue Geschäftsmöglichkeiten aufzeigen und ihnen die Transformation attraktiver machen. [↘ KASTEN 31](#) Die EU und Deutschland könnten den Klimaschutz zusätzlich befördern, wenn sie die Technologiepartnerschaften an einen (graduellen) Ausstieg aus klimaschädlichen Aktivitäten koppeln. Insbesondere in Verhandlungen mit Russland könnte die Aussicht auf diese neuen Geschäftsfelder und Exportpotenziale helfen, das Land in die Transformation hin

zur Klimaneutralität stärker mit einzubeziehen (Grimm, 2021a; Grimm und Westphal, 2021a).

587. Der **Umstieg von blauem auf grünen Wasserstoff** kann durch Kooperationen zum Ausbau erneuerbarer Energien und Elektrolyseinfrastrukturen erleichtert werden. [↘ KASTEN 31](#) Bei den Wasserstoff-Übergangsszenarien ist entscheidend, engmaschig zu kontrollieren, dass Emissionen so weit wie möglich vermieden werden. Die Nutzung erneuerbarer Energien als Energiequelle für Kohlenstoffabscheidung (CCS oder CCU), die Zertifizierung der Anlagen sowie eine effektive Überwachung der Emissionsintensität entlang der ganzen Lieferketten (Monitoring) wären bei einem solchen Ansatz nötig, um sicherzustellen, dass die Partnerschaften möglichst früh zum Klimaschutz beitragen (Bauer et al., 2021;

↘ TABELLE 27

#### Überblick über deutsche Energiepartnerschaften und -dialoge sowie ihre Themenschwerpunkte

	Typ <sup>1</sup>	Gründungs-jahr	Ausgewählte Themenschwerpunkte <sup>2</sup>				
			Allgemeine oder sektor-spezifische Energie-effizienz	Ausbau oder Integration erneuerbarer Energien	Wasserstoff, Power-to-X und Powerfuels	Zukunft fossiler Energieträger und Atomenergie	Energiespeicher und Flexibilisierung
Algerien	Partnerschaft	2015	X	X			
Australien	Partnerschaft	2017	X	X	X		
Brasilien	Partnerschaft	2017	X	X			
Chile	Partnerschaft	2019	X	X	X	X	
China	Partnerschaft	2007	X	X	X		
Indien	Dialog	2006	X	X			X
Iran	Dialog	2018	X	X			
Japan	Partnerschaft	2019	X	X	X		
Jordanien	Partnerschaft	2019	X	X			
Kanada	Partnerschaft	2021	X	X	X		
Kasachstan	Dialog	2012	X				
Marokko	Partnerschaft	2012	X		X		
Mexiko	Partnerschaft	2016	X	X		X	
Republik Korea	Partnerschaft	2019	X	X	X	X	X
Russland	Dialog	2010	X	X	X		
Südafrika	Partnerschaft	2013	X		X	X	
Tunesien	Partnerschaft	2012	X	X			
Türkei	Dialog	2012	X	X			X
Ukraine	Partnerschaft	2020	X	X		X	
USA	Dialog	2019	X	X	X		X
VAE <sup>3</sup>	Partnerschaft	2017	X	X	X		X

1 – Im Gegensatz zu Energiedialogen setzen Energiepartnerschaften eine beidseitig unterzeichnete Absichtserklärung voraus. 2 – Vernachlässigt werden Themen, die nur in einzelnen Partnerschaften oder Dialogen thematisiert werden. Dazu gehören unter anderem Digitalisierung, Rohstoffe, Cybersicherheit, wirtschaftliche Zusammenarbeit oder Elektromobilität. 3 – Vereinigte Arabische Emirate.

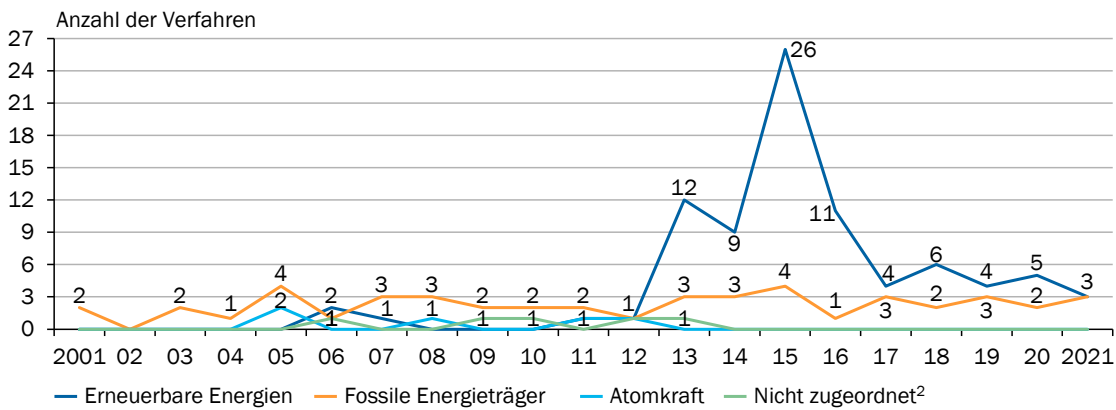
Quellen: BMWi (2020, 2021), eigene Darstellung  
© Sachverständigenrat | 21-505

Grimm, 2021a). Wenn eine veraltete Infrastruktur genutzt wird, Leckagen beim Transport nicht verhindert oder fossile Energieträger bei der Kohlenstoffabscheidung (CCS oder CCU) verwendet werden, dann könnten die Treibhausgasemissionen sehr hoch ausfallen (Bauer et al., 2021; Howarth und Jacobson, 2021).

588. Schon heute bestehen zahlreiche bilaterale Technologiepartnerschaften. Im Jahr 2019 unterhielt Deutschland etwa mit mehr als 20 Ländern weltweit **Energiepartnerschaften und -dialoge** (BMW, 2020). ↘ TABELLE 27 In einigen Bereichen, insbesondere bei grünem Wasserstoff, sind jedoch noch weitere Initiativen in Planung (Jensterle et al., 2019). So will Deutschland zum Beispiel bis zu 40 Mio Euro in eine Partnerschaft mit Namibia investieren (BMBF, 2021).

## 2. Investitionsschutzabkommen

589. Investitionen sind zur Erreichung der klimapolitischen Ziele essenziell, da Klimaneutralität mit einer umfangreichen technologischen Umstellung, insbesondere in der Energiewirtschaft, einhergehen wird und somit große Investitionsvolumina erfordert. ↘ TABELLE 24 Diese werden zum Teil durch **grenzüberschreitende Privatinvestitionen** gedeckt werden müssen. Um diese mobilisieren zu können, braucht es ein stabiles Investitionsumfeld im Gaststaat, das vor allem die politischen Risiken reduziert (Busse und Hefeker, 2007). Das **Hold-up-Problem** kann zu ineffizient niedrigen Investitionen führen: Fürchten Unternehmen Maßnahmen, die den Wert von Investitionen nachträglich mindern, etwa aufgrund strengerer Klimaschutzbestimmungen, können Investitionen ausbleiben.
590. **Zu einem stabilen Investitionsumfeld können internationale Investitionsschutzabkommen beitragen** – völkerrechtliche Verträge, die den Investoren aus den Vertragsstaaten Schutz zusichern, wenn sie Investitionen in einem anderen Vertragsstaat tätigen. Seit dem Inkrafttreten des Vertrags von Lissabon im Dezember 2009 liegt die Kompetenz für neue Investitionsschutzabkommen bei der EU. Der Sachverständigenrat hat eine Expertise in Auftrag gegeben, die die Implikationen dieser Abkommen auf den Klimaschutz betrachtet (Gundel, 2021). Der Standard von „fairer und angemessener“ Behandlung, den die Abkommen auferlegen, soll davor schützen, dass ein ausländisches Unternehmen entschädigungslos verstaatlicht wird oder dass indirekte oder de facto-Enteignungen vorgenommen werden (Gundel, 2021). Im Fall von Verstößen gegen die in den Abkommen festgelegten Behandlungsregeln entscheidet ein Schiedsgericht über die angemessene Entschädigung für Investoren.
591. Investitionsschutzabkommen können das Hold-Up Problem abmildern (Ossa et al., 2020; Horn und Tangerås, 2021) und wirken sich positiv auf grenzüberschreitende Investitionsströme aus (Neumayer und Spess, 2005; Tobin und Rose-Ackerman, 2011; Egger und Merlo, 2012; Berger et al., 2013). Weltweit wurden knapp 3 000 **bilaterale Investitionsschutzabkommen** abgeschlossen (OECD, 2016b). Prinzipiell sind auch plurilaterale Investitionsschutzabkommen möglich, sie sind aber nur sehr selten. Für die Energiepolitik ist ein plurilaterales Investitionsschutzabkommen, der **Energiechartavertrag** (Energy Charter

▸ **ABBILDUNG 145****Klagen<sup>1</sup> im Rahmen des Energiechartavertrags nach Energieträger**

1 – 142 Verfahren, davon 55 schwebend. 2 – Keine Identifikation der Energieträger möglich.

Quelle: Energy Charter Secretariat  
© Sachverständigenrat | 21-537

Treaty, ECT) aus dem Jahr 1994, von herausragender Bedeutung. An dem Vertrag sind 54 Parteien beteiligt.

592. Durch ihre positive Wirkung auf grenzüberschreitende Investitionsströme können **Investitionsschutzabkommen** zur Mobilisierung des Kapitals für klimafreundliche Investitionen beitragen. ▸ [ZIFFER 567](#) Schon heute sind sie **für klimafreundliche Investitionen relevant** und werden häufig zu ihrem Schutz angewandt. Klagen im Rahmen des ECT, zum Beispiel, wurden in den vergangenen zehn Jahren überwiegend im Kontext von Investitionen in erneuerbare Energien eingereicht. ▸ [ABBILDUNG 145](#) Ein Großteil dieser Klagen wurde in Spanien im Kontext von Änderungen der Einspeisevergütungen eingereicht. Tschechien, Italien, Bulgarien und einige andere Staaten, auch außerhalb der EU, wurden mit Investorenklagen im Zusammenhang mit erneuerbaren Energien konfrontiert.
593. **Klimaschutzmaßnahmen** können den **Wert** bereits getätigter **Investitionen erheblich verringern**. Es wird daher im Kontext der Klimapolitik befürchtet, dass Investitionsschutzabkommen zu **Entschädigungspflichten** gegenüber ausländischen Investoren führen können, insbesondere für vergangene Investitionen in fossile Energieträger. Dieses Entschädigungsrisiko wird teilweise als **unerwünschter Kostentreiber** für Klimaschutzmaßnahmen (Tienhaara und Cotula, 2020) und **Beschränkung der politischen Gestaltungsspielräume** der Vertragsstaaten (Gundel, 2021) wahrgenommen. Außerdem befürchteten einige Beobachter einen klimapolitischen „regulatory chill“ Effekt (Janeba, 2019), also einen bremsenden, entmutigenden Effekt auf die Bereitschaft der Entscheidungsträgerinnen und -träger, notwendige klimapolitische Regulierungen zu verabschieden oder umzusetzen. Folglich mehren sich Rufe nach einer Modernisierung der Abkommen oder sogar nach ihrer Aufkündigung, vor allem in Bezug auf den ECT (European and National Parliaments Members, 2020; Civil Society Organisations, 2021).
594. Zurzeit herrscht Unsicherheit, ob und in welchem Umfang Entschädigungspflichten für bestehende Investitionen aufgrund geplanter Klimapolitik entstehen

könnten. Einerseits **gibt ein Investitionsschutzabkommen den Investoren keinen Anspruch auf einen unveränderten Rechtsrahmen**, neue Regulierungen sind demnach also nicht von vornherein unzulässig (Gundel, 2021). Vielmehr zielen die Abkommen darauf ab, Situationen von offenkundiger regulatorischer Willkür, gezielter Diskriminierung oder missbräuchlicher Behandlung von Investoren vorzubeugen (Gundel, 2021). Die **meisten Klimaschutzmaßnahmen** dürften in dieser Hinsicht **unproblematisch** sein. Dazu existieren nach Brower und Schill (2009) Kontrollmechanismen, die bei Schiedsverfahren die Unparteilichkeit der Schiedsrichterinnen und Schiedsrichter sichern. Analysen der Urteile von Schiedsgerichten legen nahe, dass nicht systematisch zugunsten einer Seite entschieden wurde (Franck, 2007; Coop, 2014; Nunnenkamp, 2017; Gundel, 2021). Unter solchen Bedingungen wäre generell eine ausgewogene Urteilssprechung bei Schiedsverfahren erwartbar, auch mit Blick auf Klimaschutzmaßnahmen. Andererseits handelt es sich bei den Schutzstandards, die Investitionsschutzabkommen auferlegen, um sehr abstrakte und wertungsabhängige Begriffe. Das Ergebnis ihrer Anwendung ist im Einzelfall nicht leicht zu prognostizieren (Gundel, 2021).

Insbesondere könnten einzelne Klimaschutzmaßnahmen potenziell als Enteignung eingeordnet werden. Es ist zudem sehr unsicher, welche dieser Maßnahmen sich als problematisch erweisen können, da es bisher **kein Urteil zum Klimaschutz in einem Investor-Staat-Schiedsverfahren** gibt. Derartige Klagen wurden zwar in der Vergangenheit schon eingereicht, haben aber bisher noch nicht zu Entscheidungen geführt. So stehen etwa Urteile zu den Klagen des britischen Unternehmens Rockhopper gegen Italien und des deutschen Unternehmens RWE gegen die Niederlande noch aus. In anderen Fällen haben sich die Seiten verglichen, wie etwa im Fall der Klage des schwedischen Unternehmens Vattenfall gegen Deutschland. Es fehlt somit noch an einer schiedsrichterlichen Auslegung der Rechte und Pflichten aus Investitionsschutzabkommen im Kontext des Klimaschutzes.

595. Eine einseitige Kündigung von Investitionsschutzabkommen, die teilweise diskutiert wird (Bernasconi-Osterwalder et al., 2021; Euractiv, 2021a), dürfte in zweierlei Hinsicht problematisch sein. Einerseits dürfte die somit entfallende Rechtssicherheit bezüglich des regulatorischen Rahmens neue Investitionen in klimafreundliche Technologien hemmen. [↘ ZIFFER 592](#) Andererseits wird der Schutz für bereits bestehende Investitionen durch eine **Kündigung der Investitionsschutzabkommen** nicht aufgehoben. Denn die Abkommen beinhalten Klauseln, die für den Fall einer einseitigen Kündigung für bestehende Investitionen eine fortgesetzte Wirkung des Investitionsschutzes von meist 10 bis 20 Jahren festlegen (Sunset Clauses). Im Fall des ECT sind es 20 Jahre. Somit würden Investitionsschutzklagen, die sich aus bereits getätigten Investitionen in fossile Technologien ergeben, nicht verhindert werden können.
596. Unternehmen können Investitionsschutzklagen nur dann vornehmen, wenn neue Gesetzesinitiativen oder Regelungen die Rentabilität ihrer bestehenden Investitionen beeinflussen. Das **geltende Recht zum Zeitpunkt der Investitionen ist maßgebend**. Hierzu können auch politische Pläne zählen, die noch nicht rechtlich umgesetzt, aber glaubwürdig angekündigt wurden. Entscheidend für den

Entschädigungsanspruch ist, dass Unternehmen die Regelungen in ihren Gewinnkalkulationen nicht berücksichtigen konnten. Dies impliziert, dass die Möglichkeit der Investitionsschutzklagen vor allem für bereits getätigte Investitionen in Technologien auf Basis fossiler Energieträger relevant ist. [↘ ZIFFER 595](#)

597. Ob zukünftige Klimaschutzmaßnahmen zu Entschädigungsansprüchen aus Investitionsschutzabkommen für bestehende und in den kommenden Jahren getätigte Investitionen führen können, hängt davon ab, wie diese **Maßnahmen gestaltet werden** und ob sie **im Einklang damit stehen, was ein Investor zum Zeitpunkt der Investitionsentscheidung erwarten kann**. Werden zum Beispiel den Investoren Rechte vertraglich – etwa durch einen Konzessionsvertrag – zugesichert, sodass sie erwarten können, ihre Geschäftsmodelle seien regulatorisch zulässig, so könnten neue Klimaschutzmaßnahmen, die diese Investoren aus dem Markt verdrängen, hinsichtlich des Investitionsschutzes kritisch gesehen werden. Auch andere konkrete Erklärungen gegenüber dem Investor können den Schutz verstärken. Kurzfristige staatliche Kurswechsel, die zur Entwertung von getätigten Investitionen vor Ablauf ihrer Amortisationszeit führen, sind generell anfälliger für Klagen (Gundel, 2021).

598. **Übergangsfristen** dürften bei Klimaschutzmaßnahmen das Risiko von erfolgreichen Klagen reduzieren (Gundel, 2021), da eine frühzeitige Ankündigung einer Maßnahme das **Problem von gestrandeten Vermögenswerten verringert**. Viele Vermögenswerte haben eine erwartete Nutzungsdauer von 30 bis 60 Jahren (Cui et al., 2019; IEA, 2020b). Nationale Klimapolitik und internationale Kooperation sind deshalb effizienter, wenn sie klare, langfristige Rahmenbedingungen mit für Investoren absehbaren, konkreten Maßnahmen schaffen. In dieser Hinsicht könnte zum Beispiel eine frühe Ankündigung der NDC sowie der beabsichtigten Maßnahmen zu Erreichung der Ziele vorteilhaft sein. Schon die Tatsache, dass eine Investition zu einem Zeitpunkt erfolgt, zu dem die Instabilität des rechtlichen Rahmens absehbar ist, kann die möglichen Entschädigungen verringern (Gundel, 2021). Darüber hinaus dürfte eine Entschädigung bei **steuerlichen Maßnahmen** unwahrscheinlich sein, da diese meist von Investitionsschutzabkommen ausgenommen sind (Gundel, 2021). Aus diesem Grund dürften zum Beispiel Emissionsteuern von Investitionsschutzklagen nicht betroffen sein. Allgemein dürfte die Verwendung marktwirtschaftlicher Instrumente statt ordnungsrechtlicher Maßnahmen ebenfalls die Erfolgswahrscheinlichkeit von Investitionsschutzklagen verringern.

Bei der Gestaltung der nationalen Klimamaßnahmen sollte die **Möglichkeit eventueller Entschädigungen** berücksichtigt werden und diese **ein Element der Kosten- Nutzen-Abwägung** der einzelnen Instrumente sein.

599. Neben der Kündigung wird auch die **Modernisierung der Verträge** thematisiert (European and National Parliaments Members, 2020). Die Modernisierung kann, anders als eine einseitige Kündigung des Vertrags, auch für bestehende Investitionen wirksam sein, wenn sich alle Vertragspartner darauf einigen.

Die EU hat einen **Vorschlag für Änderungen des ECT** gemacht, der unter anderem die Definition der Enteignung eingrenzt, das staatliche Recht auf Umweltregulierung hervorhebt und manche fossile Technologien zukünftig vom



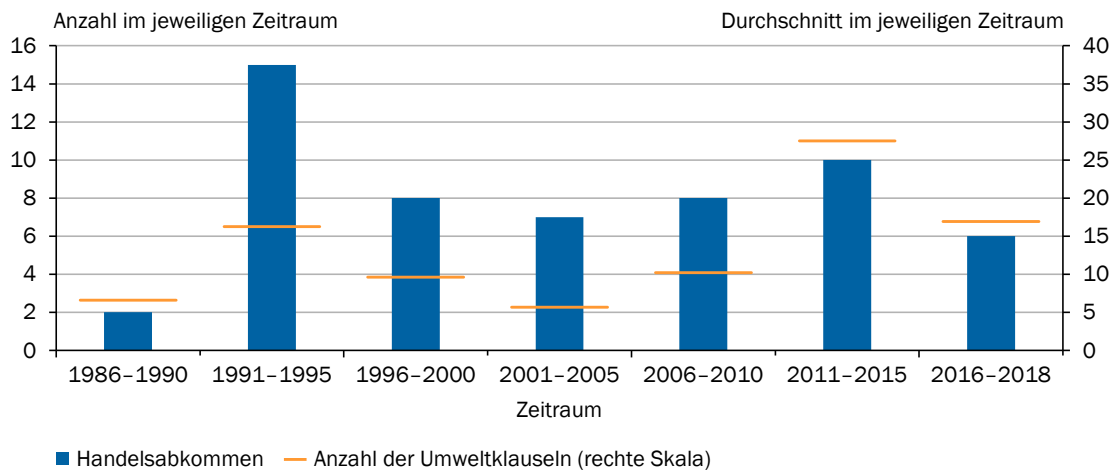
Schutz ausschließt (Europäische Kommission, 2021d). Es ist aber nicht eindeutig, ob sich eine solche Modernisierung wohlfahrtssteigernd auswirken würde. **Veränderungen des Schutzes für spezifische Technologien** können das **Vertrauen** der Investoren **in das gesamte Abkommen senken** und dadurch auch die nötigen klimafreundlichen Investitionen verlangsamen. Eine Ausgrenzung der fossilen Industrie ist auch hinsichtlich Technologien wie blauer Wasserstoff schwierig, die zwar auf fossilen Energieträgern basieren, aber trotzdem zur Erreichung der Klimaziele beitragen können. ↘ **KASTEN 31** Die EU bemüht sich zwar, solche Technologien entlang des Übergangspfads zur Klimaneutralität zu erlauben (Europäische Union, 2020), es ist aber unklar, ob der Pfad zeitlich nicht zu eng eingegrenzt ist. Da aber die Modernisierung einer Einigung aller Vertragsstaaten bedarf (Gundel, 2021), dürfte eine Reform des ECT aktuell eher unwahrscheinlich sein (Euractiv, 2021b).

600. Die meisten der vom ECT geschützten Investitionen sind innerhalb der EU getätigt worden. Daher ist das Klagerisiko hier am höchsten. Der EuGH hat jüngst festgestellt, dass die Schiedsklausel des ECT auf **Intra-EU-Streitigkeiten** nicht anwendbar ist (EuGH, 2021). Dies begründet er damit, dass Schiedsverfahren gegen EU-Staaten, die durch Unternehmen initiiert werden, die in der EU ihren Sitz haben, sich mit dem europäischen Rechtssystem nicht vereinbaren lassen. Während dieses EuGH-Urteil in dem EU-Rechtssystem bindend sein wird, dürften nach dem Völkerrecht die europäischen Unternehmen immer noch die Möglichkeit haben, Schiedsverfahren gegen EU-Staaten einzuleiten. Folglich ist es nicht gesichert, dass die Schiedsgerichte der neuen Auslegung des EuGH folgen werden (Gundel, 2021).
601. In diesem Zusammenhang wird zudem **eine Aufhebung des ECT zwischen den EU-Staaten diskutiert** (Bernasconi-Osterwalder et al., 2021). Dies wäre bei bilateralen Abkommen möglich und würde ein Eingreifen der Nachwirkungsklausel abwenden. ↘ **ZIFFER 595** Nach Artikel 16 des ECT sind solche Vereinbarungen zwischen einzelnen Vertragsstaaten jedoch problematisch, insofern sie den Investitionsschutz verringern (Gundel, 2021). Aufgrund der wichtigen Rolle des ECT für die Mobilisierung grüner Investitionen scheint eine Vertragsaufhebung ohnehin nicht zielführend.

### 3. Handelsabkommen

602. Während die Reformen mit Bezug zu Klimafragen bei der WTO ins Stocken geraten sind, ↘ **ZIFFER 579** zeichnet sich in der EU der Trend ab, umwelt-, und darunter auch klimapolitische, Fragen bei der Gestaltung von bi- und plurilateralen Handelsabkommen zu berücksichtigen. ↘ **ABBILDUNG 146** Neben Regelungen zu Handelsbeziehungen beinhalteten **Handelsabkommen** in den vergangenen drei Jahrzehnten **immer häufiger** auch Regelungen zu **anderen Bereichen**, wie zum Beispiel der öffentlichen Beschaffung, Menschenrechten, Kapitalflüssen und dem Umweltschutz (Rodrik, 2018). Diese Tendenz dürfte sich zukünftig verstärken, da die EU die Absicht geäußert hat, dass die Handelspolitik der EU den **Green Deal unterstützen** und zur Erreichung der Klimaneutralität beitragen soll (Europäische Kommission, 2021c).

▸ ABBILDUNG 146

**Bedeutung von Umweltklauseln in Handelsabkommen der EU**

Quellen: TREND Analytics, eigene Berechnungen  
 © Sachverständigenrat | 21-382

Auch **außerhalb der EU** werden zunehmend Umweltschutzbestimmungen in Handelsabkommen aufgenommen. Im United States Mexico Canada Agreement, dem Nachfolgeabkommen von NAFTA, regelt zum Beispiel ein ganzes Kapitel die zahlreichen Umweltverpflichtungen der Vertragsstaaten (Laurens et al., 2019).

603. Juristisch bieten **Handelsabkommen** einen **breiten Gestaltungsraum**. Solange sie nicht gegen andere internationale Regeln, wie zum Beispiel die WTO-Regeln, verstoßen, ist es den Verhandlungspartnern überlassen, welche Themenfelder darin adressiert und geregelt werden (Australian Government, 2005). In der Vergangenheit bezogen sich die in Handelsabkommen verankerten Klimaklauseln oft auf die Ratifizierung und Einhaltung von internationalen Klimaabkommen (Europäische Union et al., 2012, 2018; Europäische Union und Zentralamerika, 2012). Es wurden auch Dialoge und Kooperationen zum Klimaschutz vorgesehen, zum Beispiel durch gemeinsame Forschung und Informationsaustausch auf dem Gebiet sauberer Technologien. Vereinzelt werden zudem komplexere Regelungen verankert. Im Jahr 2018 haben etwa die Schweiz, Liechtenstein, Norwegen und Island ein Handelsabkommen mit Indonesien unterschrieben, in dem Zollverringerungen für Palmöl davon abhängig gemacht werden, ob gewisse Nachhaltigkeitsstandards eingehalten werden (SECO, 2020).

Aktuell wird darüber hinaus diskutiert, **konkrete Emissionsreduktionsziele in Handelsabkommen** aufzunehmen, einen **CO<sub>2</sub>-Mindestpreis** vorzuschreiben, maximale Entwaldungsraten festzuschreiben oder Zollreduktionen zwischen den Vertragsstaaten für einzelne Produkte abhängig von ihrem CO<sub>2</sub>-Fußabdruck vorzunehmen (Lawrence und Ankersmit, 2019; Cross, 2020). ▸ **KASTEN 32** Harstad (2020) schlägt einen Mechanismus vor, bei dem die in den Handelsabkommen vorgesehenen Handelsbedingungen vom Zustand der Wälder in den Partnerländern abhängig sind, und zeigt, dass dies im Gleichgewicht zu einer verringerten Abholzungsrate führt.

604. Die empirische Literatur zeigt, dass Umweltschutzbestimmungen in Handelsabkommen zu einem besseren Umweltschutz in den Partnerländern führen können (Baghdadi et al., 2013; Zhou et al., 2017; Morin und Jinnah, 2018; Brandi et al., 2020). Die Bestimmungen, die von der EU in bisherige Handelsabkommen mit einbezogen wurden, werden aber von ökonomischen und juristischen Studien häufig als **ineffektiv in ihrer Wirkung** eingeschätzt (Baghdadi et al., 2013; Hradilová und Svoboda, 2018; Bronckers und Gruni, 2021; Heyl et al., 2021). Das dürfte nicht zuletzt mit der Ausgestaltung der entsprechenden Klauseln zusammenhängen: oft werden lediglich **Absichtserklärungen** abgegeben und keine konkreten Ziele vereinbart (van 't Wout, 2021). Zudem wird zumeist kein effektiver Durchsetzungsmechanismus für diese Klauseln vorgesehen. So werden potenzielle **Streitigkeiten über die Nichterfüllung von Umweltschutzbestimmungen** meist nicht durch den üblichen Streitschlichtungsmechanismus für Handelsstreitigkeiten abgedeckt, sondern unterliegen einem separaten Mechanismus, bei dem ein Expertenpanel lediglich Empfehlungen aussprechen, aber **keine Sanktionen verhängen** kann (Duong, 2021).
605. Dass Umwelt- und Klimaschutzbestimmungen in Handelsabkommen nicht mit Sanktionen verbunden sind könnte sich in Zukunft ändern, da die EU die **Einhaltung des Pariser Klimaabkommens** als wesentlichen **Bestandteil in künftige Handelsabkommen** aufnehmen will. Sollte die EU dann zu der Einschätzung gelangen, dass das Partnerland seine NDC nicht erfüllt, so könnte dies die Aussetzung des Abkommens nach sich ziehen (Hoffmann und Krajewski, 2021). Ein solcher Ansatz birgt aber Risiken. So wäre zu bedenken, dass die aktuellen NDC nicht ausreichen, um die Erderwärmung im Einklang mit dem Ziel des Pariser Klimaabkommens zu beschränken. ↘ ZIFFER 556 Die Erwartung von Sanktionen durch entsprechende Klauseln in Handelsabkommen dürfte den Anreiz der Staaten reduzieren, ambitioniertere NDC einzureichen. Zudem erlaubt ein solches Vorgehen **keine Abstufung von Sanktionsmaßnahmen**. Ein vollständiges Aussetzen des Handelsabkommens dürfte politisch sehr unwahrscheinlich sein, was die Effektivität des Ansatzes stark einschränkt (Hoffmann und Krajewski, 2021).
606. Es wird häufiger vorgeschlagen, die Wirksamkeit der Klimaschutzklauseln in Handelsabkommen zu erhöhen, etwa indem sie **den originären Handelsklauseln rechtlich gleichgestellt werden** (Bronckers und Gruni, 2021). Dieser Ansatz wird beispielsweise in den jüngst verhandelten Handelsabkommen der USA angewendet, die bei Nichteinhaltung der Umweltschutzklauseln eine Einschränkung des bevorzugten Zugangs zum US-amerikanischen Markt vorsehen (Bastiaens und Postnikov, 2017). Eine rechtliche Gleichstellung anderer Klauseln mit den originären Handelsklauseln dürfte in manchen Fällen dem primären Ziel von Handelsabkommen, der Handelsliberalisierung, abträglich sein. Wenn dies der Fall wäre, könnte es zielführender sein, Klimaklauseln dann in separaten Abkommen zu regeln.
607. Andererseits ist immer wieder zu beobachten, dass Verhandlungen über Handelsabkommen scheitern, wenn Umwelteffekte aus der Sicht einzelner Vertragsparteien nicht zufriedenstellend adressiert werden. Solche Befürchtungen wurden etwa im Ratifizierungsprozess des EU-Mercosur Handelsabkommens geäußert

(Ambec et al., 2020; Imazon, 2020; BUND, 2021). So wurde befürchtet, dass es infolge des Abkommens zu einem Anstieg der europäischen Nachfrage nach süd-amerikanischen Agrarprodukten wie Rindfleisch und Soja kommt, was aufgrund weniger strenger Umweltschutzbestimmungen in Südamerika zu einer zunehmenden Entwaldung und, durch die deutlich geringere natürliche Absorption von Treibhausgasen durch die Regenwälder, zum Anstieg von Treibhausgasemissionen führen würde. Ein **Abbau von Handelsbarrieren** könnte so als **unerwünschten Nebeneffekt den Ausstoß von Treibhausgasen steigern** und Carbon Leakage verstärken. ↘ ZIFFER 574 Staaten wie die Niederlande und Frankreich haben diese potenziellen Umwelteffekte als einen Grund für die Ablehnung des Abkommens genannt (Euractiv, 2020). Die Berücksichtigung von Umwelt- und Klimaschutz in Handelsabkommen kann somit einerseits die Verhandlungen und auch die Umsetzung von Abkommen erschweren, aber auch ihr Fehlen kann in der Praxis zum Scheitern der Verhandlungen beitragen.

608. Handelsabkommen, die den Klimaschutz nicht ausreichend berücksichtigen, könnten die zukünftige **regulatorische Freiheit** der Unterzeichnerstaaten **einschränken**. Dies könnte der Fall sein, wenn gegen die unilateralen Klimamaßnahmen eines Unterzeichnerstaats im Rahmen eines Schiedsverfahrens Klage eingereicht wird und die Maßnahmen als handelsverzerrend eingestuft werden (EIU, 2019). In der Vergangenheit kam es allerdings nur zu einer geringen Anzahl solcher Klagen.
609. Selbst wenn die Klimaschutzbestimmungen zielführend gestaltet werden könnten, stellen Handelsabkommen kein breit anwendbares Instrument der Klimapolitik dar. Die **Verhandlungen** über Handelsabkommen und ihre **Ratifizierung** können **Jahrzehnte** dauern. Beispielsweise wurden im Fall von Mercosur die Verhandlungen im Zeitraum von 2000 bis 2020 geführt, das Abkommen wurde aber nach wie vor nicht ratifiziert. ↘ ZIFFER 607 Die zusätzliche Aufnahme von Klimaschutzklauseln könnte die Verhandlungen aufgrund einer Zunahme der Komplexität noch weiter erschweren, ↘ ZIFFER 610 dürfte aber wegen der Anliegen einiger Verhandlungspartner unumgänglich sein. ↘ ZIFFER 607
610. Zusammenfassend gibt es eine Vielzahl von Interdependenzen zwischen Handels- und Klimapolitik, die eine genaue Analyse der Effekte im Einzelfall erforderlich machen. Während Klimaschutzbestimmungen das Potenzial haben können, die globalen Treibhausgasemissionen zu senken, sollten bei ihrer Einbeziehung und Ausgestaltung in Handelsabkommen **alle Wohlfahrtseffekte abgewogen werden**. Das primäre Ziel von Handelsabkommen ist es, durch den Abbau von Handelshemmnissen den Wohlstand der Partnerländer zu steigern. ↘ ZIFFER 574 Die Aufnahme von **Klimaschutzbestimmungen** und von mit ihnen verbundenen Sanktionsmechanismen könnten die **positiven Effekte der Handelsliberalisierung einschränken**.

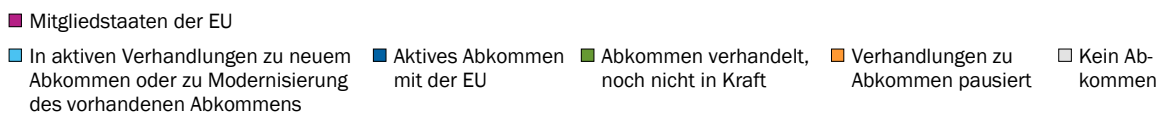
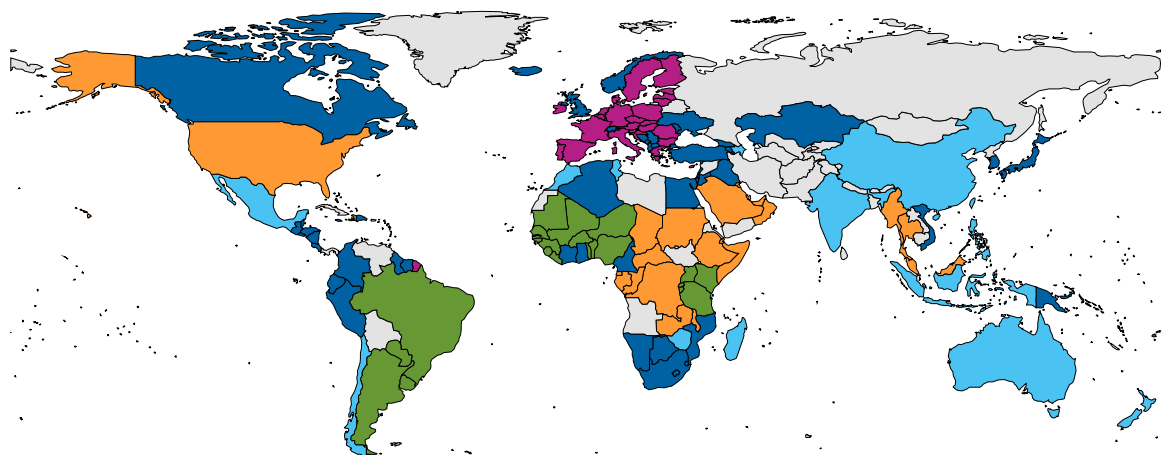
Darüber hinaus könnten **Klimaschutzbestimmungen mit Kosten verbunden sein**, die einen Abschluss von Handelsabkommen für die Partnerländer weniger attraktiv erscheinen lassen womit dieser auch weniger wahrscheinlich wird. Andererseits könnten einige Partnerländer gerade die Berücksichtigung von Klimaschutzbestimmungen zur **Bedingung für eine Ratifizierung** machen.

↘ ZIFFER 607 Vor diesem Hintergrund gilt es, im Einzelfall zu evaluieren, welche Bestimmungen den Anliegen dieser Länder tatsächlich gerecht werden können.

611. Um den Hemmnissen entgegenzuwirken, die sich aus den Interdependenzen zwischen handels- und klimapolitischen Anliegen ergeben, könnte die EU klimapolitische Initiativen ↘ ZIFFERN 583 FF. vorausschauend dort vorantreiben, wo auch über einen Abbau von Handelshemmnissen konkret nachgedacht oder bereits verhandelt wird. Insbesondere bei Verhandlungen mit Entwicklungsländern könnten die klimapolitischen Anliegen mit **zusätzlichen Finanzierungsmöglichkeiten** oder **Technologietransfermechanismen** gekoppelt werden. ↘ ZIFFERN 583 FF. Diese Transfers könnten insbesondere dafür genutzt werden, Partnerländer bei der Umsetzung von Klimaklauseln zu unterstützen, die gleichzeitig anderen Parteien (mit Präferenzen für Klimaschutzbestimmungen) die Ratifizierung attraktiv machen.
612. Aufgrund der typischerweise langen Verhandlungsdauer bei Handelsabkommen bei gleichzeitig hoher Dringlichkeit des Fortschritts bei der Klimakooperation wäre der wirksame Einsatz von erweiterten Klimaschutzklauseln insbesondere in Abkommen zu erwägen, bei denen die **Verhandlungen** schon **weit fortgeschritten** sind, und denjenigen, bei denen eine Modernisierung, also eine **Erneuerung mit möglicher Veränderung** von manchen Klauseln, verhandelt wird. ↘ **ABBILDUNG 147** Dies träfe etwa auf die anhaltenden Verhandlungen mit Australien und Indonesien zu, bei denen Klimaschutzbestimmungen, zum Beispiel in Form von Bestimmungen zum Abbau der fossilen Subventionen, eine Rolle spielen könnten. Auch im Fall der wiederaufgenommenen Verhandlungen zum Handelsabkommen mit Indien könnten Klimaschutzklauseln relevant werden.

↘ **ABBILDUNG 147**

**Aktive Handelsabkommen und laufende Verhandlungen der EU**



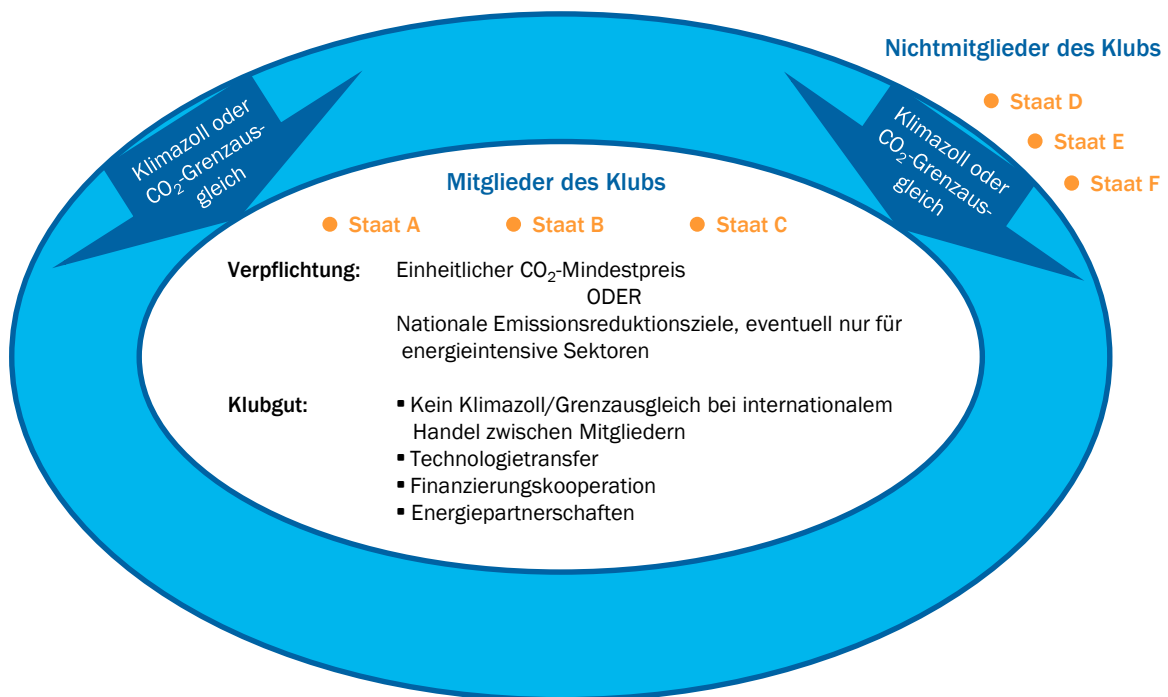
Quellen: EuroGeographics bezüglich der Verwaltungsgrenzen, Europäische Kommission  
© Sachverständigenrat | 21-334

## 4. Klimaklub

613. Die Gründung eines **Klimaklubs** wird immer wieder als Option für die plurilaterale Koordination diskutiert (Weischer et al., 2012; Nordhaus, 2015, 2021; Bundesregierung, 2021; Rat für Nachhaltige Entwicklung und Leopoldina, 2021, S. 16; Wissenschaftlicher Beirat beim BMWi, 2021; SG 2019 Ziffer 43; JG 2020 Ziffer 432). [↪ ABBILDUNG 148](#) In einem Klimaklub schließen sich Staaten zusammen, um sich auf Klimaschutzziele oder -maßnahmen in jedem dieser Staaten zu einigen. [↪ ZIFFERN 614 FF.](#) Darüber hinaus wird ein Klubgut bereitgestellt, das sowohl für Nichtmitglieder als auch für Mitglieder als Anreiz dient, dem Klub beizutreten beziehungsweise nicht auszutreten. [↪ ZIFFERN 620 FF.](#) Durch die Koordination von Klimaschutzmaßnahmen können die Herausforderungen von **Carbon Leakage** [↪ PLUSTEXT 13](#) sowie **Wettbewerbsverzerrungen** reduziert werden – ein Effekt, der sich mit der Größe des Clubs verstärkt. Für die Mitglieder sinken dadurch die Kosten des Klimaschutzes (Wissenschaftlicher Beirat beim BMWi, 2021). Gleichzeitig ermöglicht der Klub eine schnellere Skalierung grüner Technologien und damit ein Sinken der globalen Kosten der Transformation. [↪ ZIFFERN 537 FF.](#) Außerdem könnte die glaubwürdige Koordination zusätzliche Investitionen mobilisieren, sofern sie für Unternehmen die Planungssicherheit stärkt. [↪ ZIFFER 567](#) Zuletzt entstehen durch die Möglichkeit, im Klub aufgenommen zu werden, Anreize zum Klimaschutz für Staaten, die sonst eine weniger ambitionierte Klimapolitik verfolgen würden. Somit könnte der Klimaklub etwa die zukünftigen NDC erhöhen.

[↪ ABBILDUNG 148](#)

### Gestaltungsmöglichkeiten für einen Klimaklub



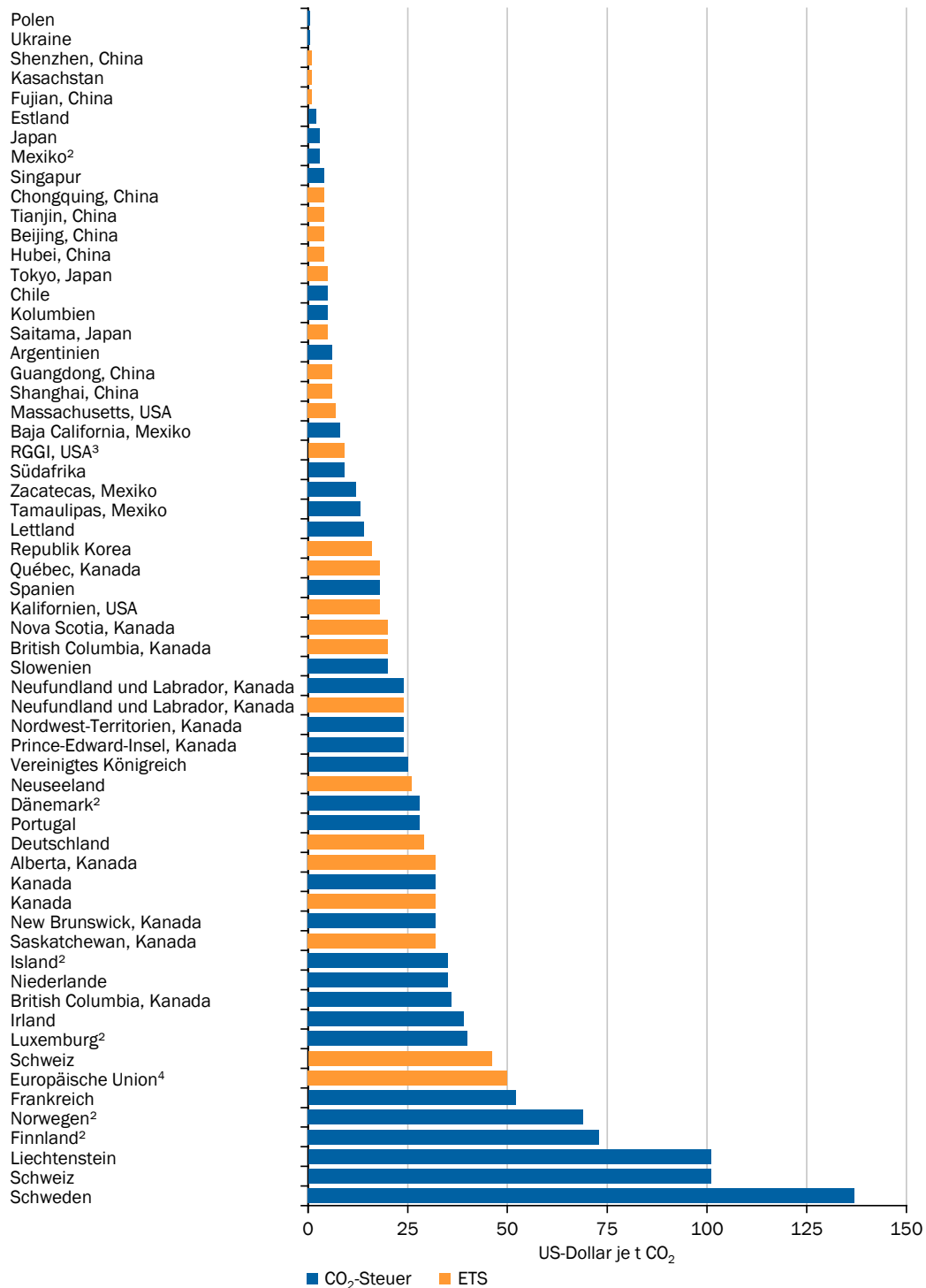
Quelle: eigene Darstellung  
© Sachverständigenrat | 21-449

## Möglichkeiten der klimapolitischen Koordination

614. Das Kernelement der Kooperation im Klimaklub könnte die **Koordination von CO<sub>2</sub>-Preisen** sein. Dies kann über eine Preisregulierung (gemeinsam vereinbartes CO<sub>2</sub>-Preisniveau) oder eine Mengenregulierung (gemeinsamer Emissionshandel) geschehen. Prinzipiell würden beide Möglichkeiten der EU in einem Klimaklub erlauben, ihren Emissionszertifikatehandel (EU-ETS) beizubehalten und in Zukunft auf alle Sektoren auszudehnen. Eine Preisregulierung, beispielsweise durch einen **CO<sub>2</sub>-Mindestpreis**, wäre jedoch administrativ in einem Klimaklub leichter umzusetzen (Parry et al., 2021) und würde den Marktakteuren eine höhere preisliche Planungssicherheit gewährleisten (Nordhaus, 2015). Zudem müsste nur über eine Dimension verhandelt werden (Preisniveau), während bei einer **Emissionsmengenregulierung** durch einen Emissionshandel zunächst über die erlaubte Gesamtmenge der Emissionsrechte und anschließend über die Aufteilung der Emissionsrechte auf die Klubmitglieder verhandelt werden müsste (Gollier und Tirole, 2015; Weitzmann, 2017; Hovi et al., 2019; Nordhaus, 2019; Pihl, 2020). Schmidt und Ockenfels (2021) zeigen durch eine experimentell validierte spieltheoretische Analyse, dass Verhandlungen über eine einheitliche Verpflichtung (wie einen einheitlichen CO<sub>2</sub>-Preis) zu stärkeren klimapolitischen Anstrengungen durch alle Parteien führt als Verhandlungen über individualisierte Verpflichtungen wie etwa NDC.
615. Eine Koordination über CO<sub>2</sub>-Bepreisung ist besonders wahrscheinlich unter den Staaten, die schon jetzt Bepreisungssysteme als Instrument der Klimapolitik verwenden. Obwohl grenz- und disziplinüberschreitend auf die Überlegenheit der CO<sub>2</sub>-Bepreisung als klimapolitische Maßnahme verwiesen wird (Bureau et al., 2019; Econstatement, 2019; Leopoldina et al., 2019; EWK, 2021; JG 2019 Ziffern 107 ff.; JG 2020 Ziffern 372 ff.), sind zurzeit allerdings **lediglich 21,5 % der globalen Treibhausgasemissionen in einem Preissystem** erfasst (Weltbank, 2021b). Zudem variieren die etablierten CO<sub>2</sub>-Preisniveaus im globalen Vergleich sehr stark. ↘ [ABBILDUNG 149](#) Zentrale Akteure des Weltmarkts, wie zum Beispiel die USA, haben allerdings nach wie vor keinen CO<sub>2</sub>-Preis auf nationaler Ebene eingeführt und zurzeit auch keine Pläne, dies zu tun. ↘ [ABBILDUNG 143](#) In den USA gibt es aber beispielsweise CO<sub>2</sub>-Preise in einzelnen Regionen wie Kalifornien und Massachusetts. ↘ [ABBILDUNG 149](#)
616. Es gibt weltweit verschiedene Herangehensweisen beim Klimaschutz, die die unterschiedlichen Präferenzen der einzelnen Staaten hinsichtlich der Klima-, Sozial- und Industriepolitik widerspiegeln. Setzen Staaten in ihrer Klimapolitik eher auf Subventionen oder auf ordnungsrechtliche Maßnahmen, wie Emissionsgrenzen und technologische Anforderungen, könnte die Koordination innerhalb des Klimaklubs mithilfe von **impliziten CO<sub>2</sub>-Preisen** angestrebt werden. Implizite CO<sub>2</sub>-Preise entstehen durch klimapolitische Förder- und Regulierungsmaßnahmen, indem diese Maßnahmen emissionsintensivere Technologien relativ zu weniger emissionsintensiven Technologien verteuern. Klimaschädliche Subventionen

ABBILDUNG 149

**CO<sub>2</sub>-Preisniveaus global sehr heterogen**  
 Überregionale, nationale und subnationale CO<sub>2</sub>-Preise im April 2021<sup>1</sup>



1 – Datenstand: 1. April 2021. Preisinformationen für das chinesische, mexikanische und britische Emissionshandelssystem nicht verfügbar. Die Preisniveaus sind beispielsweise aufgrund der eingeschlossenen Sektoren, Ausnahmeregelungen und Kompensationsmechanismen nicht notwendigerweise direkt miteinander vergleichbar. 2 – Das Bepreisungssystem sieht ein Preisintervall vor. Dargestellt wird die Obergrenze. 3 – Regional Greenhouse Gas Initiative ist eine kooperative, marktorientierte Initiative der Bundesstaaten Connecticut, Delaware, Maine, Maryland, Massachusetts, New Hampshire, New Jersey, New York, Rhode Island, Vermont und Virginia zur Begrenzung und Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Energiesektor. 4 – Das Emissionshandelssystem der Europäischen Union wird in allen Mitgliedstaaten angewandt (SG 2019 Ziffern 55 ff.).

Quelle: Weltbank (2021a)  
 © Sachverständigenrat | 21-503



wie beispielsweise für fossile Treibstoffe wirken entgegengesetzt (Peterson, 2021).

↘ ZIFFER 566

Die Herausforderung bei impliziten CO<sub>2</sub>-Preisen ist ihre **aufwendige Bestimmung** und die **große Bandbreite** an Maßnahmen, die sie abbilden müssen (Cramton et al., 2017). Marcantonini und Ellermann (2015) zeigen, dass sich die impliziten CO<sub>2</sub>-Preise bereits innerhalb des deutschen EEG zwischen Wind- und Solarstrom stark unterscheiden. Es dürfte daher schwierig sein, sich auf ein Vorgehen zur Aggregation der einzelnen impliziten Preise zu einigen. Letztlich dürfte die Koordination über implizite CO<sub>2</sub>-Preise mit mehr Problemen behaftet sein als die Koordination über explizite Preise.

617. Eine Koordination des Ordnungsrechts innerhalb des Klimaklubs wäre zwar möglich, führt aber häufig zu sehr kleinteiligen Regelungen. Es besteht damit – wie bei Subventionen – das **erhebliche Risiko**, Technologien zu begünstigen, die sich später nicht durchsetzen, oder solche zu bestrafen, die sich als erfolgreich erweisen. Derartige Vorhaben können leicht von **Partikularinteressen** missbraucht werden (JG 2019 Ziffern 267 ff.). Zwar gelang etwa beim Montreal-Protokoll durch eine globale Koordination des Ordnungsrechts eine Reduktion des Ausstoßes von Fluorchlorkohlenwasserstoffen (FCKW; Chipperfield et al., 2015). Allerdings handelte es sich um einen leicht substituierbaren Inputfaktor für ein eng begrenztes Segment der Wertschöpfungskette.
618. Innerhalb eines Klimaklubs könnten des Weiteren **Emissionsreduktionsziele für spezifische Industrien** vereinbart werden. Der Klimaklub könnte sich **zunächst auf einzelne Sektoren beschränken**, die durch eine hohe Emissionsintensität gekennzeichnet sind. Dazu gehören etwa Industriegüter, wie Stahl, Zement oder Aluminium (Bardt und Kolev, 2021). Die koordinierte Zielsetzung könnte hier Wettbewerbsverzerrungen und Carbon Leakage reduzieren. Gleichzeitig wären die Verhandlungen auf wenige Parameter begrenzt und dadurch womöglich einfacher zum Erfolg zu führen. Allerdings stellen industriespezifische Ziele im Gegensatz zu einer sektorübergreifenden CO<sub>2</sub>-Bepreisung nicht sicher, dass Emissionen dort eingespart werden, wo dies am kostengünstigsten ist. Dadurch können die gesamtwirtschaftlichen Kosten der Klimapolitik steigen (SG 2019 Ziffer 139).
619. Ein Klimaklub könnte zusätzlich **internationale Standards etablieren**. Hierbei kann es zum einen um die Etablierung eines Systems zur Erfassung von produktspezifischen Emissionsfußabdrücken gehen. ↘ KASTEN 32 Dies könnte emissionsabhängige Zölle ermöglichen oder aber die Koordination im Klub vereinfachen. Zum anderen könnten **Nachhaltigkeitskriterien** etabliert werden, die einheitliche und belastbare Kennzahlen in der Unternehmensberichterstattung einführen. ↘ ZIFFERN 542 UND 567

## Nutzen aus dem Klub und Sanktionen als Beitritts- und Kooperationsanreiz

620. Für Staaten, die den Klimaschutz zurzeit politisch weniger stark priorisieren, [↘ ZIFFERN 552 F.](#) dürfte der Klimaschutz allein nicht ausreichen, um einen Anreiz zum Beitritt in einen Klimaklub zu setzen. Ihre weniger ambitionierte Klimapolitik verursacht für sie weniger Wettbewerbsnachteile, während sie von den klimapolitischen Erfolgen des Klubs ebenfalls profitieren (**Nichtausschließbarkeit**). Für die Etablierung eines Klimaklubs ist daher ein **Klubgut nötig**, also ein Gut, aus dem die Mitgliedstaaten des Klimaklubs Nutzen ziehen, Nichtmitgliedstaaten dagegen nicht (**Ausschließbarkeit**). Der Nutzen aus diesem Gut würde also einen Anreiz zum Klubbeitritt und zur anhaltenden Mitgliedschaft setzen.
621. Eine Möglichkeit, ein solches Klubgut zu etablieren, wäre, die Einfuhren von Nichtmitgliedstaaten mit Zöllen zu belegen (Nordhaus, 2015). Nordhaus (2015) schlägt vor, diese **Strafzölle** einheitlich **ad valorem** zu erheben, insbesondere weil dies die einfachste und transparenteste Vorgehensweise wäre. Zudem ist dann die Basis der mit Zoll belegten Güter breit und damit – bei ausreichend hohem Zollsatz – der Vorteil groß, dem Klub anzugehören. Für Nichtmitglieder würde dies einen **Anreiz schaffen**, dem Klimaklub beizutreten und dessen Klimaschutzbestimmungen einzuhalten, um dadurch geringere Handelskosten innerhalb des Klubs zu erhalten. Für Mitglieder stellt die Möglichkeit, die Handelsvorteile des Klubs bei Nichtkooperation wieder zu verlieren, einen Anreiz zur Fortführung der Kooperation dar, stärkt also die Stabilität des Klubs. Der Kerngedanke des Klimaklubs mit Zöllen besteht also darin, die strategische Situation für alle Staaten so zu verändern, dass sie aus Eigennutz Klimaschutz betreiben. In einer Umgebung mit schnellem technologischen Wandel könnte ein so ausgestalteter Klimaklub die international gesteckten Ziele erreichen (Nordhaus, 2021).

Allerdings dürften ad valorem Strafzölle **politisch kaum durchsetzbar** sein. Das liegt in erster Linie daran, dass sie **nicht mit aktuell geltendem WTO-Recht kompatibel** sind (Wissenschaftlicher Beirat beim BMWi, 2021). Zudem werden mit ad valorem Zöllen die klimapolitischen Anstrengungen von Nichtmitgliedern nicht berücksichtigt. Nichtmitglieder könnten zudem mit Retorsionsmaßnahmen reagieren. Gerade für Deutschland als exportorientierte Volkswirtschaft könnte dies mittelfristig mit erheblichen Wohlfahrtsverlusten einhergehen, insbesondere wenn sich wirtschaftsstarke Staaten an den Retorsionsmaßnahmen beteiligen (Bardt und Kolev, 2021; Hagen und Schneider, 2021; Wissenschaftlicher Beirat beim BMWi, 2021; JG 2020 Ziffern 431 f.). Diese Kosten müssen dem Nutzen eines Klimaklubs mit ad valorem Strafzöllen gegenübergestellt werden.

Eine **Änderung des WTO-Rechts**, die derartige Zölle erlauben würde, wäre also vor deren Einführung notwendig. Eine solche Reform dürfte aber angesichts der Einstimmigkeitsregel schwierig durchzusetzen sein. [↘ ZIFFERN 574 FF.](#)

622. Alternativ zu einem ad valorem Strafzoll wird vorgeschlagen, Ausgleichszahlungen **abhängig von den produktspezifischen Treibhausgasemissionen** beim Import aus Nichtmitgliedstaaten (**CO<sub>2</sub>-Grenzausgleich**) zu erheben, um ähnliche Wettbewerbsbedingungen (Level Playing Field) zwischen Klubmit-

gliedern und Staaten außerhalb des Klubs zu schaffen (Tagliapietra und Wolff, 2021). Die Berechnung der mit der Herstellung eines individuellen Produkts verbundenen Treibhausgasemissionen ist allerdings herausfordernd. [↘ KASTEN 32](#) Eine Ausgleichszahlung würde bestenfalls die Differenz in den CO<sub>2</sub>-Preisen zwischen dem Exporteur außerhalb des Klimaklubs und dem Importeur innerhalb des Klimaklubs ausgleichen. Im Gegensatz zu einem ad valorem Strafzoll dürfte ein CO<sub>2</sub>-Grenzausgleich **eher mit bestehendem WTO-Recht kompatibel** sein (Wissenschaftlicher Beirat beim BMWi, 2021). Das Risiko von Retorsionsmaßnahmen dürfte also niedriger sein.

Neben dem Ausgleich der Treibhausgasemissionen von Importen könnte ein CO<sub>2</sub>-Grenzausgleich einen **Mechanismus für Exporte** vorsehen. So könnten bei der Ausfuhr die Kosten der heimischen **CO<sub>2</sub>-Bepreisung erstattet** werden. Ein solcher Ausgleich für Exporte könnte Carbon Leakage und die klimapolitisch bedingten Wettbewerbsverzerrungen zusätzlich reduzieren (Kolev et al., 2021), allerdings dürfte er nicht mit WTO-Recht kompatibel sein (Garnadt et al., 2020; Wissenschaftlicher Beirat beim BMWi, 2021). Auch das Risiko von Retorsionsmaßnahmen anderer Staaten könnte höher sein als bei der Beschränkung eines Grenzausgleichs auf Importe.

- 623.** Die Reaktionen der Handelspartner auf die derzeitigen Diskussionen in der EU zur unilateralen Einführung eines CO<sub>2</sub>-Grenzausgleichssystems (Europäische Kommission, 2021b) weisen jedoch darauf hin, dass auch bei Einführung eines CO<sub>2</sub>-Grenzausgleichs an den Außengrenzen eines Klimaklubs **Retorsionsmaßnahmen** drohen könnten. So haben verschiedene Handelspartner (China, Südafrika, Indien und Brasilien) die Implementierung von Grenzausgleichsmechanismen durch die EU als diskriminierend kritisiert (Republic of South Africa, 2021). Das koordinierte Vorgehen innerhalb eines Klimaklubs würde jedoch zu einer stärkeren Verhandlungsposition führen, als die EU sie alleine innehat. Mit der Anzahl der Mitglieder im Klimaklub dürfte die Wahrscheinlichkeit für signifikante Wohlfahrtsverluste durch Handelskonflikte sinken.
- 624.** Die Einnahmen aus dem Grenzausgleich könnten auf verschiedene Weise verwendet und verteilt werden. Werden die Einnahmen auf die Klubmitglieder verteilt, könnte die **Aussicht auf Einnahmen** einen **Beitrittsanreiz** für Nichtmitglieder darstellen.

Alternativ könnte das Aufkommen genutzt werden, um den Beitritt von bisher außerhalb des Klimaklubs befindlichen Staaten zum Klimaklub vorzubereiten und zu erleichtern. Diese Mittel sollten an klimapolitische Bedingungen geknüpft werden, beispielsweise zur Unterstützung des Aufbaus eines Emissionshandelsystems oder für **klimapolitische Projekte** in Entwicklungs- und Schwellenländern. Dies wäre sehr ähnlich zu den Vorschlägen, Transfers zu nutzen, um die Etablierung von CO<sub>2</sub>-Preisen global zu erleichtern und voranzubringen (Steckel et al., 2017; Edenhofer und Jakob, 2019, S. 91 f.). [↘ ZIFFER 566](#) Der Klub könnte damit glaubwürdig signalisieren, dass die Erzielung von Einnahmen nicht das Ziel des Grenzausgleichs ist. Dies könnte die Wahrscheinlichkeit von Retorsionsmaßnahmen wiederum reduzieren. Damit würde der Klub aber auch auf einen wich-

tigen Anreiz für diejenigen Staaten verzichten, die nicht wegen des Klimaschutzes, sondern wegen des Klubguts beitreten.

625. Bei der Umsetzung eines **CO<sub>2</sub>-Grenzausgleichs** gibt es große technische Herausforderungen. Zum einen dürfte das Verfahren sehr **komplex** und **administrativ aufwendig** sein, da eine Zuordnung von Emissionen zu Gütern nicht allein die letzte Fertigungsstufe, sondern auch die gesamte Wertschöpfungskette berücksichtigen könnte. [↘ KASTEN 32](#) Eine unvollständige Berücksichtigung von Emissionen entlang der Wertschöpfungskette könnte zu einer Verschiebung der Importe hin zu weiterverarbeiteten Gütern führen, in deren letzter Fertigungsstufe nur wenig Treibhausgase emittiert werden, die aber emissionsintensive Güter als Vorleistungen nutzen (Garnadt et al., 2020; Kolev et al., 2021; Stede et al., 2021). Damit wären die klimapolitischen Anstrengungen weniger effektiv und zugleich wäre die Wettbewerbsfähigkeit der Mitgliedstaaten des Klubs eingeschränkt.

Mehrere Stimmen sprechen sich für einen CO<sub>2</sub>-Grenzausgleich an den Außengrenzen des Klimaklubs aus (Tagliapietra und Wolff, 2021; Wissenschaftlicher Beirat beim BMWi, 2021). Ob der **Grenzausgleich allein ausreicht** als Anreiz, dem Klub beizutreten und Mitglied zu bleiben, ist **fraglich** (Nordhaus, 2015; Wissenschaftlicher Beirat beim BMWi, 2021, S. 28). Insbesondere wenn der Grenzausgleich für solche emissionsintensive Güter angewandt wird, die nur relativ wenig gehandelt werden, wie etwa Strom aus Kohlekraftwerken, dürfte ein Grenzausgleich einen geringen Anreiz zum Klubbeitritt bieten (Nordhaus, 2015).

626. Eine alternative oder zusätzliche Maßnahme im Rahmen eines Klimaklubs könnte der **Abbau von bestehenden Zöllen und nicht-tarifären Handelshemmnissen** zwischen Klubmitgliedern sein. Bardt und Kolev (2021) schlagen die Gründung eines Handels-Klima-Klubs (Trade Club for Climate, TCC) vor, der das Ziel verfolgt, auf der einen Seite den Handel von umwelt- und klimaschutzrelevanten Gütern zu steigern und auf der anderen Seite den CO<sub>2</sub>-Preis zu vereinheitlichen. Es stellt sich jedoch die Frage, weshalb die Staaten die Zölle und Handelshemmnisse nicht bereits in einem Abkommen (ohne Klimabezug) gesenkt haben. Wie bei bilateralen Handelsabkommen könnte es **schwierig** sein, sich zeitnah auf Handelsabkommen mit zusätzlichen Klimaklauseln zu einigen. [↘ ZIFFERN 602 FF.](#) Auf der anderen Seite könnte der Wille zum gemeinsamen Klimaschutz die Verhandlungen voranbringen.
627. Ein weiterer Anreiz für die Mitgliedschaft in einem Klimaklub könnten **Kooperationen bei der Forschung und Entwicklung von klimafreundlichen Technologien** sein (Tagliapietra und Wolff, 2021), wie beispielsweise grünem Wasserstoff, Festkörperbatterien oder CCS-Technologien. Auch Energiepartnerschaften, inklusive Technologietransfers, sind denkbar und können als Anreiz für die Partner zum Beitritt und zur Stabilität eines Klimaklubs dienen. [↘ ZIFFERN 583 FF.](#) Durch internationale Synergie- und Skaleneffekte könnte die Entwicklung klimafreundlicher Technologien im Rahmen eines Klimaklubs beschleunigt werden (Tagliapietra und Wolff, 2021). [↘ ZIFFER 589](#)
628. Neben dem Transfer von Technologie könnte ein Klimaklub auch **finanzielle Transfers** für Mitglieder leisten, die als **Entwicklungs- und Schwellenländer** gelten. Hierbei können die gleichen Ansätze verwendet werden, wie sie in

dem Pariser Klimaabkommen geplant sind. ↘ ZIFFERN 555 FF. Insbesondere die Befähigung zur Implementierung eines CO<sub>2</sub>-Preises könnte hier im Zentrum stehen. Langfristig wären auch Mechanismen möglich, die Transfers in Abhängigkeit der nationalen Emissionen oder deren Intensität vorsehen (Cramton und Stoft, 2012; Rajan, 2021). Dies hätte den Vorteil, dass Geber- und Nehmerländer einen Anreiz zur Emissionsreduktion hätten.

629. Bei Verstößen von Mitgliedern gegen die Klubziele können **Sanktionen**, also etwa Strafzahlungen oder der stufenweise Entzug des Klubguts, ein wichtiges Element sein, die Stabilität des Klubs zu gewährleisten. Solche Sanktionen würden **Reziprozität** sicherstellen (Pateete et al., 2010). ↘ ZIFFER 557 Gleichzeitig können sie aber die wahrgenommenen Kosten des Beitritts erhöhen und somit die Wahrscheinlichkeit des Beitritts reduzieren. Ebenfalls wären Schiedsverfahren, wie sie in der WTO vorgesehen sind, möglich.

### Vorgehen zur Gründung eines Klimaklubs

630. Die **Gründung eines Klimaklubs** kann von Anfang an von möglichst vielen Staaten vorangetrieben werden (Top-down-Ansatz), ähnlich wie bei der Gründung des Internationalen Währungsfonds oder der WTO, oder zunächst mit einer kleineren Gruppe von ambitionierten Staaten begonnen werden (Bottom-up-Ansatz). Der **Vorteil des Top-down-Ansatzes** wäre, dass ein großer Klub mit vielen Mitgliedern einen hohen Nutzen der Mitgliedschaft bietet, weil damit der **Wert des Klubgutes zunimmt**. Zudem kommen Hagen und Schneider (2021) zu dem Ergebnis, dass Sanktionen (wie Strafzölle) nur dann einen Anreiz zur Klubmitgliedschaft bieten, wenn der Klub schon ausreichend groß ist.
631. Der **Bottom-up-Ansatz**, wie ihn etwa Hovi et al. (2019), Pihl (2020) sowie Bardt und Kolev (2021) favorisieren, hat den Vorteil, dass in kleiner Runde mit wenigen, aber ambitionierten Staaten **schneller und effizienter verhandelt** werden kann, um sich auf das genaue Design des Klubs zu einigen. Auch wäre es vermutlich einfacher, in einem kleinen Kreis Regeln, Kontrollen und Sanktionen umzusetzen. Der Klimaklub kann schon mit wenigen Mitgliedstaaten, die aber eine große Wirtschaftsleistung haben, erfolgreich sein (Farrokhi und Lashkaripour, 2021). Wird der Bottom-up-Ansatz gewählt, muss es trotzdem das Ziel bleiben, einen effektiven Anreiz für den Beitritt weiterer Staaten zu setzen, damit der Klub wächst und die globalen Emissionen letztendlich effektiv reduziert werden. Dies würde wiederum die Stabilität des Klubs langfristig stärken.
632. Welche Staaten am ehesten zu den **Willigen** gehören und damit Teil der Gründungsstaaten des Klimaklubs sein würden, dürfte von mehreren Faktoren abhängen. ↘ ZIFFERN 511 FF. Die Gründungsstaaten müssten **für einen substanziellen Anteil der globalen Emissionen** verantwortlich sein oder – damit gleichbedeutend – ausreichend große Volkswirtschaften darstellen (Hovi et al., 2019). Größere Erfolgchancen dürfte der Klub haben, wenn die EU und die USA beide zu den Gründungsstaaten zählen würden (Hovi et al., 2019; Hagen und Schneider, 2021). Auch China sollte, wenn es kein Gründungsstaat ist, zeitnah in den Klub aufgenommen werden. Da auf die EU, die USA und China zusammen 61 % des globalen BIP und 43 % der Güterimporte entfallen, würde ein gemeinsamer Klub

dieser drei Regionen einen starken Anreiz für weitere Staaten setzen, dem Klub beizutreten (Tagliapietra und Wolff, 2021).

## V. FAZIT

633. Die Fortschritte bei der globalen Reduktion von Treibhausgasen bleiben bis heute hinter den Zielen des Pariser Klimaabkommens zurück. Die derzeitigen **NDC und die Klimapolitik der Staaten dürften nicht ausreichen**, um die Klimaerwärmung auf unter 2°C oder sogar 1,5°C gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen. Nach wie vor ist auf globaler Ebene kein Mechanismus etabliert, der die Anreize auf den Klimaschutz ausrichtet. **Naming und Shaming**, die aktuell die internationale Klimapolitik disziplinieren sollen, reichen nicht aus, um das globale Klimaproblem zu lösen. ↘ ZIFFERN 555 FF.

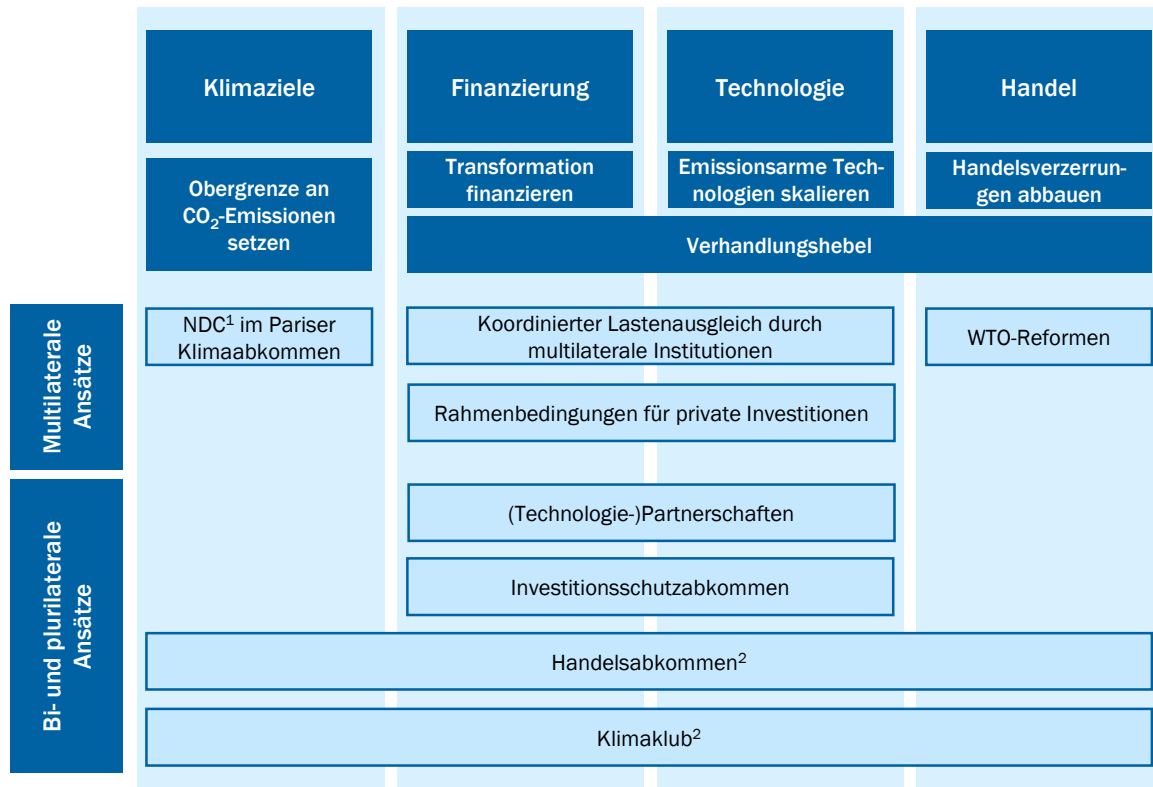
634. Die unterschiedlichen Ausgangslagen, in denen sich die Volkswirtschaften befinden, führen zu unterschiedlichen Verhandlungspositionen und Klimaambitionen, die bei der Konzeption und Etablierung effektiver Mechanismen bedacht werden müssen. Während insbesondere Entwicklungsländer von den **direkten Risiken des Klimawandels** bedroht werden, ↘ ZIFFERN 512 FF. sind insbesondere fortgeschrittene Volkswirtschaften und die dort ansässigen Unternehmen mit hohen **transitorischen Risiken** konfrontiert. ↘ ZIFFERN 521 FF. Gleichwohl entstehen durch die Transformation in vielerlei Hinsicht neue **Möglichkeiten für Unternehmen und Volkswirtschaften**. Sie können die zunehmende Nachfrage nach emissionsarmen Produkten und Produktionsprozessen weltweit bedienen. ↘ ZIFFERN 537 FF.

Der EU und Deutschland stehen eine **Vielzahl an Möglichkeiten** zur Verfügung, die **internationale Klimakooperation voranzutreiben**, die allerdings alle mit Herausforderungen verbunden sind. Die EU und Deutschland sollten verstärkt ihren Einfluss auf multilaterale Institutionen geltend machen und gleichzeitig die plurilaterale Kooperation vorantreiben. ↘ ABBILDUNG 150 Die Ansätze können nebeneinander verfolgt werden.

635. Um den **Klimawandel effizient einzudämmen**, ist eine globale Lösung notwendig. Gerade bei den multilateralen Verhandlungen wurden in der Vergangenheit **nur sehr langsam Fortschritte** erzielt. Aufbauend auf dem Pariser Klimaabkommen sollte das Vertrauen zwischen den Vertragsparteien gestärkt werden, um mittelfristig Mechanismen mehrheitsfähig zu machen, die Klimaschutzbemühungen und Kooperationsbereitschaft im internationalen Kontext stärken. Eine zentrale Rolle, um dieses Vertrauen zu stärken, spielen die im Pariser Klimaabkommen vorgesehene **internationale Klimafinanzierung** und der **Technologie transfer**. ↘ ZIFFER 542 Indem sie Entwicklungs- und Schwellenländern die Umsetzung ihrer Klimapolitik erleichtern und die Rahmenbedingungen verbessern, können sie private Investitionen mobilisieren und dadurch die Transformation erleichtern.

▸ ABBILDUNG 150

**Ausgewählte Ansätze für die internationale Klimakooperation**



1 – Nationally Determined Contributions. 2 – Kann explizit auf Klimaziele Bezug nehmen.

Quelle: eigene Darstellung  
© Sachverständigenrat | 21-453

Die Bemühungen der EU und Deutschlands könnten sich vermehrt strategisch darauf ausrichten, in Entwicklungs- und Schwellenländern **eine CO<sub>2</sub>-Bepreisung zu etablieren** oder zumindest die **Subventionen fossiler Energieträger** zu reduzieren.

636. **Internationale Investitionsschutzabkommen** sind ein wichtiges Element zur Reduktion von Unsicherheit für Unternehmen. ▸ ZIFFERN 589 FF. Dadurch stärken sie die grenzüberschreitende Kapitalmobilität, die eine entscheidende Rolle für die Dekarbonisierung spielen wird. Investitionsschutzabkommen können jedoch zu Entschädigungszahlungen für bestehende ausländische Unternehmensinvestitionen führen, falls die Klimapolitik den Wert ihrer Investitionen reduziert. Trotz des entstehenden Kostenrisikos sollte an den Investitionsschutzabkommen festgehalten werden. Allerdings können **Modernisierungen** der Abkommen **angestoßen** werden, die EU und Deutschland bei der Gestaltung ihrer Klimapolitik mehr Freiräume erlauben.
637. Klima- und Handelspolitik sind auf vielfältige Art und Weise miteinander verwoben. Entsprechend werden Möglichkeiten diskutiert, **Handelspolitik für klimapolitische Zwecke zu nutzen**. Umgekehrt haben Staaten zunehmend Bedenken, Handelsabkommen zu ratifizieren, die mit negativen Klimawirkungen einhergehen würden.

Innerhalb der WTO scheint eine klimapolitisch orientierte Reform aufgrund der Mehrheitsverhältnisse unwahrscheinlich. ↘ ZIFFERN 574 FF. Vor diesem Hintergrund stehen die Verhandlungspartner insbesondere bei bi- und plurilateralen Handelsabkommen vor der Herausforderung, der engen Verflechtung von Klimaschutz und Handel Rechnung zu tragen sowie die unterschiedlichen Präferenzen der Staaten zu berücksichtigen. Einerseits können klimapolitische Regelungen die Wohlfahrtsgewinne von Handelsabkommen reduzieren. Andererseits scheitern Abkommen zunehmend am Fehlen von Klimaschutzregelungen. Hier gilt es, Belange des Klimaschutzes so zu berücksichtigen, dass das Ziel, durch Handel Wohlfahrtsgewinne zu realisieren, nicht konterkariert oder, wenn möglich, sogar gestärkt wird. Da der Abschluss von Handelsabkommen bereits heute viel Zeit in Anspruch nimmt und der Klimaschutz zeitnahes Handeln erfordert, sind der **Durchsetzung von effektivem Klimaschutz über Handelsabkommen enge Grenzen gesetzt**. Die Komplexität der Verhandlungen dürfte durch den stärkeren Einbezug von umweltpolitischen Aspekten zusätzlich steigen. Kurzfristig dürften Handelsabkommen die Ambitionen im Klimaschutz daher nur in begrenztem Umfang erhöhen können. Klimabestimmungen können die soziale Akzeptanz von Handelsabkommen aber steigern und somit ihre Unterzeichnung wahrscheinlicher machen. ↘ ZIFFER 607 Klimaschutzambitionen können also auch eine Grundlage für engere Handelsbeziehungen darstellen. Derartige Chancen sollten genutzt werden.

638. Die **Gründung eines Klimaklubs** stellt einen Ansatz zur Stärkung der plurilateralen Klimakooperation dar. Dabei würde eine Gruppe von Staaten ihre Klimapolitik miteinander koordinieren und dadurch mögliches **Carbon Leakage** und **Wettbewerbsverzerrungen** reduzieren. Langfristig könnte ein Klub klimapolitische Anreize für diejenigen Staaten schaffen, die ansonsten nur eine eingeschränkte Klimapolitik verfolgt hätten. Um die Stabilität des Zusammenschlusses zu stärken und Anreize für andere Staaten zu setzen, dem Klub beizutreten, kommen unterschiedliche Mechanismen infrage, die jeweils mit unterschiedlichen Vor- und Nachteilen einhergehen. ↘ ZIFFERN 613 FF.



# LITERATUR

- Abdel-Latif, A. (2015), Intellectual property rights and the transfer of climate change technologies: issues, challenges, and way forward, *Climate Policy* 15 (1), 103–126.
- Abman, R. und C. Lundberg (2020), Does free trade increase deforestation? The effects of regional trade agreements, *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists* 7 (1), 35–72.
- acatech (2021), HySupply – Deutsch-Australische Machbarkeitsstudie zu Wasserstoff aus erneuerbaren Energien, Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, München, <https://www.acatech.de/projekt/hysupply-deutsch-australische-machbarkeitsstudie-zu-wasserstoff-aus-erneuerbaren-energien/>, abgerufen am 29.10.2021.
- acatech, Leopoldina, und Akademienunion (2017), Sektorkopplung – Optionen für die nächste Phase der Energiewende, Schriftenreihe zur wissenschaftsbasierten Politikberatung, Stellungnahme des Akademienprojekts „Energiesysteme der Zukunft“, München.
- Acemoglu, D. und J.A. Robinson (2012), *Why nations fail: The origins of power, prosperity, and poverty*, Crown Publishing Group, New York.
- Aghion, P., A. Dechezleprêtre, D. Hémous, R. Martin und J. Van Reenen (2016), Carbon taxes, path dependency, and directed technical change: Evidence from the auto industry, *Journal of Political Economy* 124 (1), 1–51.
- Ahmad, Z. (2020), A trade policy agenda for the diffusion of low-carbon technologies, *Journal of World Trade* 54 (5), 773–790.
- Aichele, R. und G. Felbermayr (2015), Kyoto and carbon leakage: An empirical analysis of the carbon content of bilateral trade, *Review of Economics and Statistics* 97 (1), 104–115.
- Al-Qahtani, A., B. Parkinson, K. Hellgardt, N. Shah und G. Guillen-Gosalbez (2021), Uncovering the true cost of hydrogen production routes using life cycle monetisation, *Applied Energy* 281, 115958.
- Ambec, S. et al. (2020), Dispositions et effets potentiels de la partie commerciale de l'Accord d'Association entre l'Union euro-péenne et le Mercosur en matière de développement durable, Rapport au Premier ministre, Paris.
- Antweiler, W., B.R. Copeland und M.S. Taylor (2001), Is free trade good for the environment?, *American Economic Review* 91 (4), 877–908.
- Arezki, R. et al. (2017), Oil prices and the global economy, IMF Working Paper WP/17/15, Internationaler Währungsfonds, Washington, DC.
- ASEIC (2018), 2018 ASEM Eco-innovation index, ASEM SMEs Eco-Innovation Center Korea, Gyeonggido.
- Asker, J., A. Collard-Wexler und J. De Loecker (2019), (Mis)Allocation, market power, and global oil extraction, *American Economic Review* 109 (4), 1568–1615.
- Auffhammer, M. (2018), Quantifying economic damages from climate change, *Journal of Economic Perspectives* 32 (4), 33–52.
- Australian Government (2005), The multilateral rules for free-trade agreements, in: Australian Government (Hrsg.), *Negotiating free-trade agreements: a guide*, Australian Government, Department of Foreign Affairs and Trade, Canberra, 24–31.
- Bacchus, J. (2018), The content of a WTO climate waiver, CIGI Paper 204, Centre for International Governance Innovation, Waterloo, ON.
- BaFin (2019), Merkblatt zum Umgang mit Nachhaltigkeitsrisiken, Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht, Bonn und Frankfurt am Main.
- Baghdadi, L., I. Martinez-Zarzoso und H. Zitouna (2013), Are RTA agreements with environmental provisions reducing emissions?, *Journal of International Economics* 90 (2), 378–390.
- Barbieri, N., A. Marzucchi und U. Rizzo (2021), Green technologies, complementarities, and policy, SEEDS Working Paper 10/2021, Sustainability Environmental Economics and Dynamics Studies, Ferrara.
- Bardt, H. und G. Kolev (2021), Trade club for climate - A climate approach to revive multilateralism, IW-Policy Paper 8/21, Institut der deutschen Wirtschaft, Köln.

- Bastiaens, I.** und E. Postnikov (2017), Greening up: the effects of environmental standards in EU and US trade agreements, *Environmental Politics* 26 (5), 847–869.
- Batten, S.** (2018), Climate change and the macro-economy: A critical review, BoE Staff Working Paper 706, Bank of England, London.
- Bauer, C.** et al. (2021), On the climate impacts of blue hydrogen production, Working Paper, ChemRxiv, Cambridge Open Engage.
- Bauer, N.** et al. (2016), Assessing global fossil fuel availability in a scenario framework, *Energy* 111, 580–592.
- Baumeister, C.** und J.D. Hamilton (2019), Structural interpretation of vector autoregressions with incomplete identification: Revisiting the role of oil supply and demand shocks, *American Economic Review* 109 (5), 1873–1910.
- Beccherle, J.** und J. Tirole (2011), Regional initiatives and the cost of delaying binding climate change agreements, *Journal of Public Economics* 95 (11–12), 1339–1348.
- van Benthem, A.A.** (2015), Energy leapfrogging, *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists* 2 (1), 93–132.
- Berger, A., M. Busse, P. Nunnenkamp und M. Roy** (2013), Do trade and investment agreements lead to more FDI? Accounting for key provisions inside the black box, *International Economics and Economic Policy* 10 (2), 247–275.
- Bernasconi-Osterwalder, N., L. Schaugg und A. Van den Berghe** (2021), Investitionsschutz über Klimaschutz? Warum ein Rücktritt aus dem Energie-Charta-Vertrag völkerrechtlich möglich und klimapolitisch richtig ist, <https://verfassungsblog.de/investitionsschutz-uber-klimaschutz/>, abgerufen am 14.10.2021.
- Bhattacharya, A., R. Calland, A. Averchenkova, L. Gonzalez, L. Martinez-Diaz und J. von Rooij** (2020), Delivering on the \$100 billion climate finance commitment and transforming climate finance, Independent Expert Group on Climate Finance, New York.
- BloombergNEF** (2021), Energy transition investment trends 2021, Bloomberg Finance, New York.
- BMBF** (2021), Karliczek: Deutschland und Namibia schließen Wasserstoff-Partnerschaft - BMBF, Pressemitteilung 172, Bundesministerium für Bildung und Forschung, Berlin, 25. August.
- BMU** (2021), Etappen des Klimaverhandlungsprozesses: Ergebnisse der UN-Klimakonferenzen, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, Berlin.
- BMWi** (2021), Altmaier: „Mit Kanada wichtigen Partner für transatlantische Energiewende gewonnen“, Pressemitteilung, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin, 16. März.
- BMWi** (2020), Energiepartnerschaften und Energiedialoge, Jahresbericht 2019, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin.
- BMZ** (2021), Klimafinanzierung: Deutschland als verantwortungsvoller Partner, Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, Berlin.
- Bowen, A.** (2011), Raising climate finance to support developing country action: some economic considerations, *Climate Policy* 11 (3), 1020–1036.
- BP** (2021), Statistical review of world energy 2021, 70th edition, BP p.l.c, London.
- Brandi, C., J. Schwab, A. Berger und J.-F. Morin** (2020), Do environmental provisions in trade agreements make exports from developing countries greener?, *World Development* 129, 104899.
- Breitinger, J.C., B. Dierks und T. Rausch** (2020), Weltklassepatente in Zukunftstechnologien: Die Innovationskraft Ostasiens, Nordamerikas und Europas, Bertelsmann Stiftung, Gütersloh.
- Brell, C., C. Dustmann und I. Preston** (2020), The labor market integration of refugee migrants in high-income countries, *Journal of Economic Perspectives* 34 (1), 94–121.
- Bressler, R.D., F.C. Moore, K. Rennert und D. Anthoff** (2021), Estimates of country level temperature-related mortality damage functions, *Scientific Reports* 11 (1), 20282.
- Bronckers, M.** und G. Gruni (2021), Retooling the sustainability standards in EU free trade agreements, *Journal of International Economic Law* 24 (1), 25–51.
- Brower, C.N.** und S.W. Schill (2009), Is arbitration a threat or a boon to the legitimacy of international investment law?, *Chicago Journal of International Law* 9 (2), 471–498.

- BUND** (2021), Entwaldung, Landraub, unmenschliche Arbeitsbedingungen im brasilianischen Fleischsektor – BUND fordert Stopp des EU-Mercosur-Handelsabkommens, Pressemitteilung, Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland, Berlin, 8. April.
- Bundesregierung** (2021), Schritte zu einer Allianz für Klima, Wettbewerbsfähigkeit und Industrie - Eckpunkte eines kooperativen und offenen Klimaclubs, August 2021, Berlin.
- Bureau, D., F. Henriot und K. Schubert** (2019), A proposal for the climate: Taxing carbon not people, CAE Note No. 50, Conseil d'analyse économique, Paris.
- Burniaux, J.-M. und J. Oliveira Martins** (2016), Carbon leakages: A general equilibrium view, in: Chichilnisky, G. und A. Rezaei (Hrsg.), *The Economics of the Global Environment: Catastrophic Risks in Theory and Policy*, Studies in Economic Theory, Springer International Publishing, Cham, 341–363.
- Burrows, K. und P.L. Kinney** (2016), Exploring the climate change, migration and conflict nexus, *International Journal of Environmental Research and Public Health* 13 (4), 443.
- Burzyński, M., F. Docquier und H. Scheewel** (2021), The geography of climate migration, *Journal of Demographic Economics* 87 (3), 345–381.
- Busse, M. und C. Hefeker** (2007), Political risk, institutions and foreign direct investment, *European Journal of Political Economy* 23 (2), 397–415.
- Caldara, D., M. Cavallo und M. Iacoviello** (2019), Oil price elasticities and oil price fluctuations, *Journal of Monetary Economics* 103, 1–20.
- Carney, M.** (2021), Building a private finance system for net zero: Priorities for private finance for COP26, United Nations Framework Convention on Climate Change, 26th Conference of the Parties, Glasgow.
- Caron, J., S. Rausch und N. Winchester** (2015), Leakage from sub-national climate policy: The case of California's cap-and-trade program, *Energy Journal* 36 (2), 167–190.
- Castro, P. und A. Michaelowa** (2011), Would preferential access measures be sufficient to overcome current barriers to CDM projects in least developed countries?, *Climate and Development* 3 (2), 123–142.
- CAT** (2021), The CAT thermometer, Climate Action Tracker, May 2021 Update, <https://climateactiontracker.org/global/cat-thermometer/>, abgerufen am 17.9.2021.
- Cattaneo, C. et al.** (2019), Human migration in the era of climate change, *Review of Environmental Economics and Policy* 13 (2), 189–206.
- CFLI** (2019), Financing the low-carbon future: A private-sector view on mobilizing climate finance, Climate Finance Leadership Initiative, New York.
- Chen, C., I. Noble, J. Hellmann, J. Coffee, M. Murillo und N. Chawla** (2015), University of Notre Dame Global Adaptation Index, Country Index Technical Report, Notre Dame Global Adaptation Initiative, Notre Dame, IN.
- Cherniwchan, J., B.R. Copeland und M.S. Taylor** (2017), Trade and the environment: New methods, measurements, and results, *Annual Review of Economics* 9 (1), 59–85.
- Chipperfield, M.P., S.S. Dhomse, W. Feng, R.L. McKenzie, G.J.M. Velders und J.A. Pyle** (2015), Quantifying the ozone and ultraviolet benefits already achieved by the Montreal Protocol, *Nature Communications* 6 (1), 7233.
- Civil Society Organisations** (2021), Civil society organisations' statement against the Energy Charter Treaty, 6. Juli.
- de Coninck, H., F. Haake und N. van der Linden** (2007), Technology transfer in the clean development mechanism, *Climate Policy* 7 (5), 444–456.
- de Coninck, H. und A. Sagar** (2015), Making sense of policy for climate technology development and transfer, *Climate Policy* 15 (1), 1–11.
- Conte, B., K. Desmet, D.K. Nagy und E. Rossi-Hansberg** (2021), Local sectoral specialization in a warming world, *Journal of Economic Geography* 21 (4), 493–530.
- Coop, G.** (2014), 20 years of the energy charter treaty, *ICSID Review* 29 (3), 515–524.
- COP26 Presidency** (2021), Priorities for public climate finance in the year ahead, United Nations Framework Convention on Climate Change, 26th Conference of the Parties, Glasgow.

- [Copeland, B.R.](#) (1994), International trade and the environment: Policy reform in a polluted small open economy, *Journal of Environmental Economics and Management* 26 (1), 44–65.
- [Corsatea, T.D. et al.](#) (2019), World input-output database environmental accounts: Update 2000- 2016, JRC Technical Report EUR 29727 EN, Europäische Kommission – Joint Research Centre, Sevilla und Luxemburg.
- [Cramton, P., D.J.C. MacKay, A. Ockenfels und S. Stoft](#) (2017), Global carbon pricing: The path to climate cooperation, The MIT Press, Cambridge und London.
- [Cramton, P., A. Ockenfels und S. Stoft](#) (2015), Symposium on international climate negotiations, *Economics of Energy & Environmental Policy* 4 (2), 1–4.
- [Cramton, P. und S. Stoft](#) (2012), Global climate games: How pricing and a green fund foster cooperation, *Economics of Energy & Environmental Policy* 1 (2), 125–136.
- [Cross, C.](#) (2020), Anchoring climate and environmental protection in EU trade agreements, Exemplary elements, PowerShift, Berlin.
- [Cruz Álvarez, J.L. und E. Rossi-Hansberg](#) (2021), The economic geography of global warming, NBER Working Paper 28466, National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA.
- [Cui, R.Y. et al.](#) (2019), Quantifying operational lifetimes for coal power plants under the Paris goals, *Nature Communications* 10 (1), 4759.
- [Currarini, S., C. Marchiori und A. Tavoni](#) (2016), Network economics and the environment: Insights and perspectives, *Environmental and Resource Economics* 65 (1), 159–189.
- [Dasgupta, D., S. Rajasree Ray und S. Shyamsunder Singh](#) (2015), Climate change finance, analysis of a recent OECD report: Some credible facts needed, Discussion Paper, Climate Change Finance Unit, Department of Economic Affairs, Ministry of Finance, Government of India, Neu-Delhi.
- [Dechezleprêtre, A., M. Glachant und Y. Ménière](#) (2013), What drives the international transfer of climate change mitigation technologies? Empirical evidence from patent data, *Environmental and Resource Economics* 54 (2), 161–178.
- [Dechezleprêtre, A., M. Glachant und Y. Ménière](#) (2008), The clean development mechanism and the international diffusion of technologies: An empirical study, *Energy Policy* 36 (4), 1273–1283.
- [dena](#) (2021), dena-Leitstudie: Aufbruch Klimaneutralität, Abschlussbericht, Deutsche Energie-Agentur, Berlin.
- [Detges, A. et al.](#) (2020), 10 insights on climate impacts and peace, adelphi und Potsdam Institute for Climate Impact Research, Berlin und Potsdam.
- [Deutsche Bundesbank](#) (2019), Finanzstabilitätsbericht 2019, Frankfurt am Main.
- [Deutscher Bundestag](#) (2018), Sanktionsmöglichkeiten bei Klimaschutzabkommen, Kurzinformation WD 7-3000 – 172/18, Deutscher Bundestag – Wissenschaftliche Dienste, Berlin.
- [DIHK](#) (2020), Klimaziele erreichen mit grünem Wasserstoff und Partnern weltweit, Thema der Woche 49, Deutscher Industrie- und Handelskammertag, Berlin.
- [Dröge, S. und C. Fischer](#) (2020), Pricing carbon at the border: Key questions for the EU, ifo DICE Report 18 (1), 30–34.
- [Duong, T.T.T.](#) (2021), WTO + and WTO-X provisions in the European Union-Vietnam free trade agreement: a 'fruit salad tree' is yet to grow, *Asia Europe Journal*, im Erscheinen, <https://doi.org/10.1007/s10308-021-00618-2>.
- [Econstatement](#) (2019), Economists' statement on carbon dividends, <https://www.econstatement.org/>, abgerufen am 8.5.2019.
- [Edenhofer, O. und M. Jakob](#) (2019), Klimapolitik, 2., aktualisierte und erweiterte Auflage, C.H. Beck, München.
- [Egerer, J., N. Farhang-Damghani, V. Grimm und P. Runge](#) (2021), Scenarios and policy drivers for hydrogen demand in industry processes in Germany, mimeo.
- [Egger, P. und V. Merlo](#) (2012), BITs bite: An anatomy of the impact of bilateral investment treaties on multinational firms, *Scandinavian Journal of Economics* 114 (4), 1240–1266.
- [EIU](#) (2019), Climate change and trade agreements: Friends for foes?, Report, The Economist Intelligence Unit, London, New York, Hong Kong.

[ERGI](#) (2021), Energy resource governance initiative: Mineral sector governance for a responsible energy transformation, Energy Resource Governance Initiative.

[Erickson](#), P., S. Kartha, M. Lazarus und K. Tempest (2015), Assessing carbon lock-in, Environmental Research Letters 10 (8), 084023.

[ESRB](#) (2021), Climate-related risk and financial stability, European Systemic Risk Board, Frankfurt am Main.

[ESRB](#) (2016), Too late, too sudden: Transition to a low-carbon economy and systemic risk, Reports of the Advisory Scientific Committee, ESRB ACS Report 6, European Systemic Risk Board, Frankfurt am Main.

[EU TEG](#) (2020), Sustainable finance: TEG final report on the EU taxonomy, EU Technical Expert Group on Sustainable Finance, Brüssel.

[EU TEG](#) (2019), Taxonomy technical report, EU Technical Expert Group on Sustainable Finance, Brüssel.

[EuGH](#) (2021), Urteil des Gerichtshofs. Rs. C-741/19 (Republik Moldau/Komstroy LLC), E-CLI:EU:C:2021:655, Gerichtshof der Europäischen Union, Luxemburg, 2. September.

[Euractiv](#) (2021a), France puts EU withdrawal from energy charter treaty on the table, <https://www.euractiv.com/section/energy/news/france-puts-eu-withdrawal-from-energy-charter-treaty-on-the-table/>, abgerufen am 3.2.2021.

[Euractiv](#) (2021b), Leaked diplomatic cables show „limited progress“ in Energy Charter Treaty reform talks, <https://www.euractiv.com/section/energy/news/leaked-diplomatic-cables-show-limited-progress-in-energy-charter-treaty-reform-talks/>, abgerufen am 6.7.2021.

[Euractiv](#) (2020), Will environmental failings bring down the EU-Mercosur deal?, <https://www.euractiv.com/section/economy-jobs/opinion/will-environmental-failings-bring-down-the-eu-mercotur-deal/>, abgerufen am 29.10.2021.

[Europäische Kommission](#) (2021a), 2021 strategic foresight report: The EU's capacity and freedom to act, COM/2021/750 final, Brüssel.

[Europäische Kommission](#) (2021b), Vorschlag für eine Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines CO<sub>2</sub>-Grenzausgleichssystems, COM/2021/564 final, Brüssel, 14. Juli.

[Europäische Kommission](#) (2021c), Trade policy review: An open, sustainable and assertive trade policy, COM(2021) 66 final, Brüssel, 18. Februar.

[Europäische Kommission](#) (2021d), Energy Charter Treaty: Substantial progress achieved in modernisation negotiations, Pressemitteilung, Brüssel, 12. Juli.

[Europäische Kommission](#) (2020a), A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe, COM(2020) 301 final, Brüssel, 8. Juli.

[Europäische Kommission](#) (2020b), Widerstandsfähigkeit der EU bei kritischen Rohstoffen: Einen Pfad hin zu größerer Sicherheit und Nachhaltigkeit abstecken, COM/2020/474 final, Brüssel, 3. September.

[Europäische Kommission](#) (2018a), A clean planet for all: A European strategic long-term vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy, COM(2018) 773 final, Brüssel, 28. November.

[Europäische Kommission](#) (2018b), Aktionsplan: Finanzierung nachhaltigen Wachstums, COM/2018/97 final, Brüssel, 8. März.

[Europäische Union](#) (2020), European Union text proposal for the modernisation of the Energy Charter Treaty. Additional submission to text proposal for the modernisation of the Energy Charter Treaty (ECT), sent to the ECT Secretariat on 19 May 2020, 26. Oktober.

[Europäische Union](#), Georgien, und Europäische Atomgemeinschaft (2018), Assoziierungsabkommen zwischen der Europäischen Union und der Europäischen Atomgemeinschaft und ihren Mitgliedstaaten einerseits und Georgien andererseits, O2014A0830(02), Brüssel, 1. Juni.

[Europäische Union](#), Kolumbien und Peru, und Peru (2012), Handelsübereinkommen zwischen der Europäischen Union und ihren Mitgliedstaaten einerseits sowie Kolumbien und Peru andererseits, OJ L 354, 21. Dezember.

[Europäische Union und Zentralamerika](#) (2012), Abkommen zur Gründung einer Assoziation zwischen der Europäischen Union und ihren Mitgliedstaaten einerseits und Zentralamerika andererseits, OJ L 346, 15. Dezember.

- [European and National Parliaments Members](#) (2020), Statement on the modernisation of the Energy Charter Treaty, Brüssel, 3. November.
- [EWK](#) (2021), Stellungnahme zum achten Monitoringbericht der Bundesregierung für die Berichtsjahre 2018 und 2019, A. Löschel, V. Grimm, B. Lenz und F. Staiß, Expertenkommission zum Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“, Berlin, Münster, Nürnberg, Stuttgart.
- [EZB](#) (2021), ECB presents action plan to include climate change considerations in its monetary policy strategy, Pressemitteilung, Europäische Zentralbank, Frankfurt am Main, 8. Juli.
- [Faiella, I. und F. Natoli](#) (2018), Natural catastrophes and bank lending: the case of flood risk in Italy, *Questioni di Economia e Finanza* 457, Banca d'Italia – Eurosystem, Rom.
- [Farrokhi, F. und A. Lashkaripour](#) (2021), Can trade policy mitigate climate change?, mimeo.
- [Ferrazzi, M., F. Kalantzis und S. Zwart](#) (2021), Assessing climate change risks at the country level: the EIB scoring model, EIB Working Paper 2021/03, Europäische Investitionsbank, Luxemburg.
- [Ferris, E.](#) (2020), Research on climate change and migration where are we and where are we going?, *Migration Studies* 8 (4), 612–625.
- [Finamore, B.A.](#) (2021), Clean tech innovation in China and its impact on the geopolitics of the energy transition, *Oxford Energy Forum* February (126), 18–21.
- [Fischer, C.](#) (2016), Strategic subsidies for green goods, MITP: Mitigation, Innovation and Transformation Pathways, FEEM Working Paper 30.2016, Fondazione Eni Enrico Mattei, Mailand.
- [Flavell, A., A. Milan und S. Melde](#) (2020), Migration, environment and climate change: Literature review, Text 42/2020, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.
- [Fowlie, M., C. Petersen und M. Reguant](#) (2021), Border carbon adjustments when carbon intensity varies across producers: Evidence from California, *AEA Papers and Proceedings* 111, 401–405.
- [Franck, S.D.](#) (2007), Empirically evaluating claims about investment treaty arbitration, *North Carolina Law Review* 86 (1), 1–87.
- [Frankel, J.A.](#) (2010), The natural resource curse: A survey, NBER Working Paper 15836, National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA.
- [Friedrich, P. und F. Wendland](#) (2021), Ökologisch nachhaltig oder nicht? Die Einführung der EU Taxonomy for Sustainable Activities, IW-Policy Paper 14/21, Institut der deutschen Wirtschaft, Köln.
- [Fuss, S. et al.](#) (2018), Negative emissions – Part 2: Costs, potentials and side effects, *Environmental Research Letters* 13 (6), 063002.
- [Fuss, S. et al.](#) (2014), Betting on negative emissions, *Nature Climate Change* 4 (10), 850–853.
- [G7](#) (2021a), Carbis Bay G7 Summit Communiqué, Communiqué des G7-Gipfels von Carbis Bay vom 11. bis 13. Juni 2021, G7 Cornwall UK 2021, Carbis Bay.
- [G7](#) (2021b), G7 Trade ministers' communiqué, Communiqué des virtuellen Treffens der G7 Handelsminister, G7, London, 28. Mai.
- [Garnadt, N., V. Grimm und W.H. Reuter](#) (2020), Carbon adjustment mechanisms: Empirics, design and caveats, Arbeitspapier 11/2020, Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung, Wiesbaden.
- [Gazzotti, P. et al.](#) (2021), Persistent inequality in economically optimal climate policies, *Nature Communications* 12 (1), 3421.
- [GIZ](#) (2021), NDC Assist II - Strengthening the financing and implementation of nationally determined contributions, Factsheet, im Auftrag des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, Bonn.
- [Glachant, M. und A. Dechezleprêtre](#) (2017), What role for climate negotiations on technology transfer?, *Climate Policy* 17 (8), 962–981.
- [Gollier, C. und J. Tirole](#) (2015), Negotiating effective institutions against climate change, *Economics of Energy & Environmental Policy* 4 (2), 5–27.
- [Greaker, M. und T.-R. Heggedal](#) (2010), Lock-in and the transition to hydrogen cars: should governments intervene?, *The B.E. Journal of Economic Analysis & Policy* 10 (1), 1–30.
- [Green, A.](#) (2006), Trade rules and climate change subsidies, *World Trade Review* 5 (3), 377–414.

- Grimm, V. (2021a), Farbenvielfalt bei Wasserstoff für einen schnellen Technologiehochlauf, Tagesspiegel Background, Berlin, 22. September.
- Grimm, V. (2021b), Wasserstoff als Chance für Resilienz und Wachstum in Europa, in: Grimm, V. et al. (Hrsg.), Deutschlands neue Agenda, Ullstein, Berlin, 105–110.
- Grimm, V. (2020a), Der Green Deal als Chance für die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit in Europa: Wasserstoff und synthetische Energieträger, ifo Schnelldienst 73 (6), 22–28.
- Grimm, V. (2020b), Grüner Wasserstoff: Die globale Wertschöpfung wird neu geordnet, Handelsblatt, 30. September.
- Grimm, V., M. Janser und M. Stops (2021), Kompetenzen für die Wasserstofftechnologie sind jetzt schon gefragt, IAB-Kurzbericht 11/2021, Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesagentur für Arbeit, Nürnberg.
- Grimm, V. und A. Kuhlmann (2021), Klimaschutz braucht technologische Vielfalt, Handelsblatt, 21. April.
- Grimm, V. und K. Westphal (2021a), Kauft Wasserstoff aus Russland, Frankfurter Allgemeine Sonntagszeitung, 2. Mai.
- Grimm, V. und K. Westphal (2021b), Welche Gefahren der Fokus auf grüne Wasserstoff-Importe birgt, Frankfurter Allgemeine Zeitung, 25. März.
- de Groot, H.L.F., P. Mulder und D. van Soest (2003), Subsidizing the adoption of energy-saving technologies: Analyzing the impact of uncertainty, learning and maturation, Tinbergen Institute Discussion Paper TI 20003-019/3, Amsterdam.
- Gundel, J. (2021), Die Bedeutung des internationalen Investitionsschutzrechts für den Klimaschutz: Konfliktlinien und Konvergenzen. Rechtsgutachten im Auftrag des Sachverständigenrates zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung, Expertise für den Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung, Arbeitspapier 04/2021, Wiesbaden.
- Güntner, J.H.F. (2014), How do oil producers respond to oil demand shocks?, Energy Economics 44, 1–13.
- H2 Global (2021), Shaping the global energy transition, H2Global Advisory, Hamburg.
- Ha, J.E. (2019), Hydrogen economy plan in Korea, Netherlands Enterprise Agency.
- Haelg, L., M. Waelchli und T.S. Schmidt (2018), Supporting energy technology deployment while avoiding unintended technological lock-in: a policy design perspective, Environmental Research Letters 13 (10), 104011.
- Hagen, A. und J. Schneider (2021), Trade sanctions and the stability of climate coalitions, Journal of Environmental Economics and Management 109, 102504.
- Harstad, B. (2020), Trade and trees: How trade agreements can motivate conservation instead of depletion, CESifo Working Paper 8569, CESifo Network, München.
- Hassler, J., P. Krusell und J. Nycander (2016), Climate policy, Economic Policy 31 (87), 503–558.
- Havrlant, D. und A. Darandary (2021), Economic diversification under Saudi Vision 2030: Sectoral changes aiming at sustainable growth, KAPSARC Discussion Paper DP06, King Abdullah Petroleum Studies and Research Center, Riad.
- Hebling, C. et al. (2019), Eine Wasserstoff-Roadmap für Deutschland, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI und Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Karlsruhe und Freiburg.
- Heyl, K., F. Ekaradt, P. Roos, J. Stubenrauch und B. Garske (2021), Free trade, environment, agriculture, and plurilateral treaties: The ambivalent example of Mercosur, CETA, and the EU-Vietnam free trade agreement, Sustainability 13 (6), 3153.
- Hoekman, B.M. (2019), Urgent and important: Improving WTO performance by revisiting working practices, Journal of World Trade 53 (3), 373–394.
- Hof, A.F., M.G.J. den Elzen, A. Admiraal, M. Roelfsema, D.E.H.J. Gernaat und D.P. van Vuuren (2017), Global and regional abatement costs of Nationally Determined Contributions (NDCs) and of enhanced action to levels well below 2 °C and 1.5 °C, Environmental Science & Policy 71, 30–40.
- Hoffmann, R.T. und M. Krajewski (2021), Rechtsgutachten und Vorschläge für eine mögliche Verbesserung oder Neuverhandlung des Entwurfs des EU-Mercosur Assoziierungsabkommens, Veröffentlicht im Auftrag von MISEREOR, Greenpeace und CIDSE, Aachen, Hamburg, Brüssel.

- Hong, L., N. Zhou, D. Fridley und C. Raczkowski (2013), Assessment of China's renewable energy contribution during the 12th Five Year Plan, *Energy Policy* 62, 1533–1543.
- Horn, H. und T. Tangerås (2021), Economics of international investment agreements, *Journal of International Economics* 131, 103433.
- Hovi, J., D.F. Sprinz, H. Sælen und A. Underdal (2019), The club approach: A gateway to effective climate co-operation?, *British Journal of Political Science* 49 (3), 1071–1096.
- Howarth, R.W. und M.Z. Jacobson (2021), How green is blue hydrogen?, *Energy Science & Engineering* 9 (10), 1676–1687.
- Hradilová, K. und O. Svoboda (2018), Sustainable development chapters in the EU free trade agreements: Searching for effectiveness, *Journal of World Trade* 52 (6), 1019–1042.
- IEA (2021a), World energy outlook 2021, Flagship report, Internationale Energieagentur, Paris.
- IEA (2021b), World energy balances 2021 highlights, Database, 2021 edition, Internationale Energieagentur, Paris.
- IEA (2021c), Greenhouse gas emissions from energy, Internationale Energieagentur, Paris, <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/greenhouse-gas-emissions-from-energy>, abgerufen am 2.7.2021.
- IEA (2021d), Net zero by 2050: A roadmap for the global energy sector, Internationale Energieagentur, Paris.
- IEA (2020a), World energy outlook 2020, Flagship report, Internationale Energieagentur, Paris.
- IEA (2020b), Typical lifetimes and investment cycles in key heavy industries, Internationale Energieagentur, Paris, <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/typical-lifetimes-and-investment-cycles-in-key-heavy-industries>, abgerufen am 8.10.2021.
- IISD (2020), Doubling back and doubling down: G20 scorecard on fossil fuel funding, International Institute for Sustainable Development, Winnipeg.
- Imazon (2020), Is the EU-Mercosur trade agreement deforestation-proof?, Amazon Institute of People and the Environment, Belém.
- IPCC (2021), Climate change 2021: The physical science basis, Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press.
- IPCC (2018), Global warming of 1.5 °C, Special Report, Intergovernmental Panel on Climate Change, Genf.
- IPCC (2014a), Climate change 2014: Impacts, adaptation and vulnerability, Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge, MA.
- IPCC (2014b), Climate change 2014: Synthesis report, Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Genf.
- IPCC (2013), Climate change 2013: The physical science basis, Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press.
- IRENA (2021), World energy transitions outlook: 1.5 °C pathway, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.
- IRENA (2020a), Global renewables outlook: Energy transformation 2050, Global Energy Transformation Report Edition 2020, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.
- IRENA (2020b), Renewable power generation costs in 2019, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.
- IRENA (2019), Global energy transformation: A roadmap to 2050, (2019 edition), International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.
- Janeba, E. (2019), Regulatory chill and the effect of investor state dispute settlements, *Review of International Economics* 27 (4), 1172–1198.
- Jensterle, M. et al. (2019), Grüner Wasserstoff: Internationale Kooperationspotenziale für Deutschland, im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, Kurzanalyse zu ausgewählten Aspekten



potenzieller Nicht-EU-Partnerländer, adelphi consult, Deutsche Energie-Agentur, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit und Navigant, Berlin.

[JOGMEC](#) (2020), Summary of JOGMEC – Excavating the future, Japan Oil, Gas and Metals National Cooperation, Tokio.

[Karl](#), H.-D. (2010), Abschätzung der Förderkosten für Energierohstoffe, ifo Schnelldienst 63 (2), 21–29.

[Keen](#), M. und C. Kotsogiannis (2014), Coordinating climate and trade policies: Pareto efficiency and the role of border tax adjustments, *Journal of International Economics* 94 (1), 119–128.

[KfW](#) (2021), SDG 13 – Maßnahmen zum Klimaschutz, KfW Bankengruppe, Frankfurt am Main, <https://www.kfw-entwicklungsbank.de/Internationale-Finanzierung/KfW-Entwicklungsbank/Unsere-Themen/SDGs/SDG-13/>, abgerufen am 6.9.2021.

[Kilian](#), L. und D.P. Murphy (2012), Why agnostic sign restrictions are not enough: Understanding the dynamics of oil market var models, *Journal of the European Economic Association* 10 (5), 1166–1188.

[Kiyoshi](#), E. und S.M. Al Mazrouei (2021), Memorandum of Cooperation (MOC) zu Wasserstoff zwischen Japan und den Vereinigten Arabischen Emirate (VAE), Pressemitteilung, METI–Ministry of Economy, Trade and Industry, Tokio, 8. April.

[Koch Blank](#), T. (2019), The disruptive potential of green steel, Insight Brief, Rocky Mountain Institute, Boulder, CO.

[Koetter](#), M., F. Noth und O. Rehbein (2020), Borrowers under water! Rare disasters, regional banks, and recovery lending, *Journal of Financial Intermediation* 43, 100811.

[Kolev](#), G., R. Kube und T. Schaefer (2021), Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) - Motivation, Ausgestaltung und wirtschaftliche Implikationen eines CO<sub>2</sub>-Grenzausgleichs in der EU, IW-Policy Paper 6/21, Institut der deutschen Wirtschaft, Köln.

[Kölling](#), M. (2021), Brennstoffzellenautos und „blauer“ Wasserstoff: Japan wirbt für seinen Weg, Handelsblatt, 4. August.

[Kornek](#), U. und O. Edenhofer (2020), The strategic dimension of financing global public goods, *European Economic Review* 127, 103423.

[Kumar](#), S. (2015), Green climate fund faces slew of criticism, *Nature* 527 (7579), 419–420.

[Larch](#), M. und J. Wanner (2017), Carbon tariffs: An analysis of the trade, welfare, and emission effects, *Journal of International Economics* 109, 195–213.

[Laurens](#), N., Z. Dove, J.F. Morin und S. Jinnah (2019), NAFTA 2.0: The greenest trade agreement ever?, *World Trade Review* 18 (4), 659–677.

[Lawrence](#), J.C. und L. Ankersmit (2019), Making EU FTAs 'Paris Safe': Three studies with concrete proposals, SSRN Scholarly Paper 3407949, Social Science Research Network, Rochester, NY.

[Lazarus](#), M. und H. van Asselt (2018), Fossil fuel supply and climate policy: exploring the road less taken, *Climatic Change* 150 (1–2), 1–13.

[Lema](#), A. und R. Lema (2013), Technology transfer in the clean development mechanism: Insights from wind power, *Global Environmental Change* 23 (1), 301–313.

[Leopoldina](#), acatech, und Akademie Union (2019), Über eine CO<sub>2</sub>-Bepreisung zur Sektorenkopplung: Ein neues Marktdesign für die Energiewende, Schriftenreihe zur wissenschaftsbasierten Politikberatung, Impuls, Berlin.

[Liebich](#), L., L. Nöh, F. Rutkowski und M. Schwarz (2021), Unconventionally green: Monetary policy between engagement and conflicting goals, Arbeitspapier 05/2021, Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung, Wiesbaden.

[Liu](#), P.R. und A.E. Raftery (2021), Country-based rate of emissions reductions should increase by 80% beyond nationally determined contributions to meet the 2 °C target, *Communications Earth & Environment* 2 (1), 1–10.

[L'Orange Seigo](#), S., J. Arvai, S. Dohle und M. Siegrist (2014), Predictors of risk and benefit perception of carbon capture and storage (CCS) in regions with different stages of deployment, *International Journal of Greenhouse Gas Control* 25, 23–32.

[Luderer](#), G., C. Kost und D. Sörgel (2021), Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität 2045: Szenarien und Pfade im Modellvergleich, Ariadne Report, im Auftrag des BMBF, Kopernikus-Projekt Ariadne; Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK), Potsdam.

- [Machhammer, O., A. Bode und W. Hormuth \(2016\)](#), Financial and ecological evaluation of hydrogen production processes on large Scale, *Chemical Engineering & Technology* 39 (6), 1185–1193.
- [MacKay, D.J., P. Cramton, A. Ockenfels und S. Stoft \(2015\)](#), Price carbon: I will if you will, *Nature* 526, 315–316.
- [Managi, S., A. Hibiki und T. Tsurumi \(2009\)](#), Does trade openness improve environmental quality?, *Journal of Environmental Economics and Management* 58 (3), 346–363.
- [Marcantonini, C. und A.D. Ellerman \(2015\)](#), The implicit carbon price of renewable energy incentives in Germany, *Energy Journal* 36 (4), 205–239.
- [Mauderer, S. \(2021\)](#), Wer finanziert die Transformation? Zentrale Rolle der Finanzmärkte, in: Grimm, V. et al. (Hrsg.), *Deutschlands neue Agenda*, Ullstein, Berlin, 149–156.
- [Mauderer, S. \(2019\)](#), Scaling up green finance: the role of central banks, Rede, 2019 Green Bond Principles and Social Bond Principles Annual General Meeting and Conference, Frankfurt am Main, 13. Juni.
- [Mavroidis, P.C. und J. de Melo \(2015\)](#), Climate change policies and the WTO: Greening the GATT, revisited, in: Barrett, S. und J. de Melo (Hrsg.), *Towards a Workable and Effective Climate Regime*, CEPR Press, London, 225–236.
- [McAusland, C. und D.L. Millimet \(2013\)](#), Do national borders matter? Intranational trade, international trade, and the environment, *Journal of Environmental Economics and Management* 65 (3), 411–437.
- [McCollum, D.L. et al. \(2018\)](#), Energy investment needs for fulfilling the Paris Agreement and achieving the Sustainable Development Goals, *Nature Energy* 3 (7), 589–599.
- [Meidan, M. \(2021\)](#), China's emergence as a powerful player in the old and new geopolitics of energy, *Oxford Energy Forum* February (126), 12–15.
- [de Melo, J. und J.-M. Solleder \(2019\)](#), What's wrong with the WTO's environmental goods agreement: A developing country perspective, <https://voxeu.org/article/what-s-wrong-wto-s-environmental-goods-agreement>, abgerufen am 13.3.2019.
- [Metz, B., O.R. Davidson, J.-W. Martens, S.N.M. van Rooijen und L. Van Wie McGrory \(2000\)](#), Methodological and technological issues in technology transfer, Special Report of IPCC Working Group III, Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge, UK.
- [Metzger, G. \(2020\)](#), KfW Venture Capital Studie 2020: VC-Markt in Deutschland: Reif für den nächsten Entwicklungsschritt, KfW Bankengruppe, Frankfurt am Main.
- [Meylan, F.D., V. Moreau und S. Erkmann \(2016\)](#), Material constraints related to storage of future European renewable electricity surpluses with CO<sub>2</sub> methanation, *Energy Policy* 94, 366–376.
- [Mielke, J. und G.A. Steudle \(2018\)](#), Green investment and coordination failure: An investors' perspective, *Ecological Economics* 150, 88–95.
- [Ministerial Council on Renewable Energy, Hydrogen and Related Issues \(2017\)](#), Basic hydrogen strategy, Ministry of Economy, Trade and Industry – Ministerial Council on Renewable Energy, Hydrogen and Related Issues, Tokio.
- [Mitra, D. \(2016\)](#), Trade liberalization and poverty reduction, *IZA World of Labor* 272, Forschungsinstitut zur Zukunft der Arbeit, Bonn.
- [Moerenhout, T. \(2020\)](#), Trade impacts of fossil fuel subsidies, *World Trade Review* 19 (S1), s1–s17.
- [Moore, F.C., U. Baldos, T. Hertel und D. Diaz \(2017\)](#), New science of climate change impacts on agriculture implies higher social cost of carbon, *Nature Communications* 8 (1), 1607.
- [Morin, J.-F. und S. Jinnah \(2018\)](#), The untapped potential of preferential trade agreements for climate governance, *Environmental Politics* 27 (3), 541–565.
- [Nath, I.B. \(2020\)](#), The food problem and the aggregate productivity consequences of climate change, NBER Working Paper 27297, National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA.
- [Nay, O. \(2013\)](#), Fragile and failed states: Critical perspectives on conceptual hybrids, *International Political Science Review* 34 (3), 326–341.
- [Neary, J.P. \(2006\)](#), International trade and the environment: Theoretical and policy linkages, *Environmental and Resource Economics* 33 (1), 95–118.
- [Nemet, G.F. et al. \(2018\)](#), Negative emissions – Part 3: Innovation and upscaling, *Environmental Research Letters* 13 (6), 063003.

- Neumayer, E. und L. Spess (2005), Do bilateral investment treaties increase foreign direct investment to developing countries?, *World Development* 33 (10), 1567–1585.
- Nordhaus, W. (2021), Climate club futures: On the effectiveness of future climate clubs, Cowles Foundation Discussion Paper 2286, Cowles Foundation for Research in Economics, Yale University, New Haven, CT.
- Nordhaus, W. (2019), Climate change: The ultimate challenge for economics, *American Economic Review* 109 (6), 1991–2014.
- Nordhaus, W. (2015), Climate clubs: Overcoming free-riding in international climate policy, *American Economic Review* 105 (4), 1339–1370.
- Nunnenkamp, P. (2017), Investor-state dispute settlement: Are arbitrators biased in favor of claimants?, *Kiel Policy Brief* 105, Institut für Weltwirtschaft, Kiel.
- NWR (2021), Wasserstoff Aktionsplan Deutschland 2021-2025, Nationaler Wasserstoffrat, Berlin.
- OECD (2021a), OECD.stat - Green growth indicators, [https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=green\\_growth](https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=green_growth), abgerufen am 2.7.2021.
- OECD (2021b), Climate finance provided and mobilised by developed countries: Aggregate trends updated with 2019 data, *Climate Finance and the USD 100 Billion Goal*, OECD Publishing, Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, Paris.
- OECD (2017), *Investing in Climate, Investing in Growth*, OECD Publishing, Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, Paris.
- OECD (2016a), Patent search strategies for the identification of selected environment-related technologies (ENV-TECH), Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, OECD Environment Directorate, Paris.
- OECD (2016b), The impact of investment treaties on companies, shareholders and creditors, in: OECD (Hrsg.), *OECD Business and Finance Outlook 2016*, OECD Publishing, Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, Paris, 223–253.
- OECD (2011), *Invention and transfer of environmental technologies*, OECD Studies on Environmental Innovation, OECD Publishing, Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, Paris.
- Ossa, R., R.W. Staiger und A.O. Sykes (2020), Disputes in international investment and trade, *NBER Working Paper* 27012, National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA.
- Ostrom, E. (2014), A polycentric approach for coping with climate change, *Annals of Economics and Finance* 15 (1), 97–134.
- Parry, I., S. Black und J. Roaf (2021), Proposal for an international carbon price floor among large emitters, *IMF Staff Climate Note* 2021/001, Internationaler Währungsfonds, Washington, DC.
- Pateete, A.R., M.A. Janssen und E. Ostrom (2010), *Working together: Collective action, the commons, and multiple methods in practice*, Princeton University Press.
- Paulsson, E. (2009), A review of the CDM literature: from fine-tuning to critical scrutiny?, *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics* 9 (1), 63–80.
- Peri, G. (2016), Immigrants, productivity, and labor markets, *Journal of Economic Perspectives* 30 (4), 3–30.
- Perner, J., D. Bothe, T. Schaefer, M. Fritsch und A. Lövenich (2018), Synthetische Energieträger: Perspektiven für die deutsche Wirtschaft und den internationalen Handel, Gutachten im Auftrag des Instituts für Wärme und Oeltechnik (IWO), MEW Mittelständische Energiewirtschaft Deutschland und UNITI Bundesverband mittelständischer Mineralölunternehmen, Institut der deutschen Wirtschaft und Frontier Economics, Köln.
- Peterson, S. (2021), Helfen EU-Klimazölle, um China und die USA stärker in die Verantwortung zu nehmen?, *Wirtschaftsdienst* 101 (5), 346–350.
- Pickering, J., F. Jotzo und P.J. Wood (2015), Splitting the difference: Can limited coordination achieve a fair distribution of the global climate financing effort?, *CCEP Working Paper* 1504, Centre for Climate Economic & Policy, Crawford School of Public Policy, Australian National University, Canberra.
- Pihl, H. (2020), A climate club as a complementary design to the UN Paris agreement, *Policy Design and Practice* 3 (1), 45–57.

- Pike, L. (2021), The surprise catch of seafood trawling: Massive greenhouse gas emissions, <https://www.vox.com/22335364/climate-change-ocean-fishing-trawling-shrimp-carbon-footprint>, abgerufen am 18.3.2021.
- Pirlot, A. (2017), The inadequacy of EU state aid law and WTO law on subsidies to regulate energy tax reliefs, *European State Aid Law Quarterly* 16 (1), 25–33.
- van der Ploeg, F. (2011), Natural resources: Curse or blessing?, *Journal of Economic Literature* 49 (2), 366–420.
- van der Ploeg, F. und C. Withagen (2012), Is there really a green paradox?, *Journal of Environmental Economics and Management* 64 (3), 342–363.
- Popp, D. (2019), Environmental policy and innovation: A decade of research, NBER Working Paper 25631, National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA.
- Prognos (2021), Technische CO<sub>2</sub>-Senken – Technoökonomische Analyse ausgewählter CO<sub>2</sub>-Negativemissionstechnologien, Kurztgutachten zur dena-Leitstudie Aufbruch Klimaneutralität, Deutsche Energie-Agentur, Berlin.
- Prognos, Öko-Institut, und Wuppertal-Institut (2021), Klimaneutrales Deutschland 2045: Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann, Bericht im Auftrag von Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende und Agora Verkehrswende 209/01-ES-2021/DE, Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende und Agora Verkehrswende, Berlin und Wuppertal.
- Rajan, R.G. (2021), A global incentive to reduce emissions, <https://www.project-syndicate.org/commentary/global-carbon-incentive-for-reducing-emissions-by-raghuram-rajan-2021-05>, abgerufen am 31.5.2021.
- Rat für Nachhaltige Entwicklung (2021), Den Weg in eine nachhaltige Zukunft frei machen, Offener Brief des Nachhaltigkeitsrats und 14 weiterer Beiräte und Beratungsgremien der Bundesregierung an die Bundesvorsitzenden, Generalsekretäre sowie die Vorsitzenden der Bundestagsfraktionen von SPD, Bündnis 90/ Die Grünen, FDP und CDU/CSU, 14. Oktober.
- Rat für Nachhaltige Entwicklung und Leopoldina (2021), Klimaneutralität: Optionen für eine ambitionierte Weichenstellung und Umsetzung, Positionspapier Juni, Berlin und Halle (Saale).
- Reghezza, A., Y. Altunbas, D. Marques-Ibanez, C.R. d'Acri und M. Spaggiari (2021), Do banks fuel climate change?, ECB Working Paper 2550, Europäische Zentralbank, Frankfurt am Main.
- Reichl, C. und Mi. Schatz (2020), World mining data 2020, Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus Österreich und International Organizing Committee for the World Mining Congresses, Wien.
- Republic of South Africa (2021), Joint statement issued at the conclusion of the 30th BASIC ministerial meeting on climate change hosted by India on 8th April 2021, [https://www.environment.gov.za/media-release/basic\\_ministerialmeeting\\_climatechange\\_india](https://www.environment.gov.za/media-release/basic_ministerialmeeting_climatechange_india), abgerufen am 7.9.2021.
- Rigaud, K.K. et al. (2018), Groundswell: Preparing for internal climate migration, Weltbank, Washington, DC.
- Rodrik, D. (2018), What do trade agreements really do?, *Journal of Economic Perspectives* 32 (2), 73–90.
- Rogner, H.-H. (1997), An assessment of world hydrocarbon resources, *Annual Review of Energy and the Environment* 22 (1), 217–262.
- Roland Berger und fka (2021), E-Mobility index 2021, Roland Berger, Advanced Technology Center, München.
- Runge, P., C. Sölch, J. Albert, P. Wasserscheid, G. Zöttl und V. Grimm (2020), Economic comparison of electric fuels produced at excellent locations for renewable energies: a scenario for 2035, Working Paper June, FAU Erlangen-Nürnberg.
- Saadi, D. (2021), UAE to build \$1 billion green ammonia facility in clean energy push, Pressemitteilung, S&P Global Platts, 26. Mai.
- Sala, E. et al. (2021), Protecting the global ocean for biodiversity, food and climate, *Nature* 592 (7854), 397–402.
- Sala, E. et al. (2018), The economics of fishing the high seas, *Science Advances* 4 (6), eaat2504.
- Sato, I., B. Elliott und C. Schumer (2021), What is carbon lock-in and how can we avoid it?, <https://www.wri.org/insights/carbon-lock-in-definition>, abgerufen am 25.5.2021.

- [Saudi-Arabische Regierung](https://www.vision2030.gov.sa/v2030/overview/) (2021), Saudi Vision 2030, <https://www.vision2030.gov.sa/v2030/overview/>, abgerufen am 11.10.2021.
- [Schalatek](#), L. und N. Bird (2020), The principles and criteria of public climate finance - A normative framework, *Climate Finance Fundamentals 1*, Heinrich Böll Stiftung, Washington, DC.
- [Schalatek](#), L. und C. Watson (2020), The green climate fund, *Climate Finance Fundamentals 11*, Heinrich Böll Stiftung, Washington, DC.
- [Schirrmeister](#), E., D. Horvat, C. Lerch, F. Schättner, B. Bartsch und A. Laudien (2020), Was Chinas Industriepolitik für die deutsche Wirtschaft bedeutet, Studie mit Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Bertelsmann Stiftung, Gütersloh.
- [Schmid](#), M. (2019), Rare earths in the trade dispute between the US and China: A déjà vu, *Intereconomics* 54 (6), 378–384.
- [Schmidt](#), K.M. und A. Ockenfels (2021), Focusing climate negotiations on a uniform common commitment can promote cooperation, *Proceedings of the National Academy of Sciences* 118 (11), e2013070118.
- [SECO](#) (2020), Free trade partners of Switzerland - Indonesia, [https://www.seco.admin.ch/seco/en/home/Aussenwirtschaftspolitik\\_Wirtschaftliche\\_Zusammenarbeit/Wirtschaftsbeziehungen/Freihandelsabkommen/partner\\_fha/partner\\_weltweit/indonesien.html](https://www.seco.admin.ch/seco/en/home/Aussenwirtschaftspolitik_Wirtschaftliche_Zusammenarbeit/Wirtschaftsbeziehungen/Freihandelsabkommen/partner_fha/partner_weltweit/indonesien.html), abgerufen am 28.10.2021.
- [SEforALL](#) und CPI (2021), Coal power finance in high impact countries, Sustainable Energy for All und Climate Policy Initiative, Wien.
- [Shapiro](#), J.S. (2021), The environmental bias of trade policy, *Quarterly Journal of Economics* 136 (2), 831–886.
- [Siegrist](#), M. und C. Hartmann (2020), Consumer acceptance of novel food technologies, *Nature Food* 1 (6), 343–350.
- [Sinn](#), H.-W. (2009), The green paradox, *CESifo Forum* 10 (3), ifo Institut, München, 10-13.
- [Sinn](#), H.-W. (2008), Das grüne Paradoxon: Warum man das Angebot bei der Klimapolitik nicht vergessen darf, *Perspektiven der Wirtschaftspolitik* 9 (s1), 109–142.
- [Smith](#), A. und P. Krusell (2016), Climate change around the world, Konferenzpapier, The Society for Economic Measurement's Third Conference, Society for Economic Dynamics, Thessalonki, 8. Juli.
- [Soobramanien](#), T., B. Vickers und H. Enos-Edu (2019), WTO reform: Reshaping global trade governance for 21st century challenges, Commonwealth Secretariat, London.
- [Speirs](#), J., P. Balcombe, E. Johnson, J. Martin, N. Brandon und A. Hawkes (2017), A greener gas grid: What are the options, SGI White Paper, Sustainable Gas Institute / Imperial College London.
- [Steckel](#), J.C., O. Edenhofer und M. Jakob (2015), Drivers for the renaissance of coal, *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112 (29), E3775–E3781.
- [Steckel](#), J.C., M. Jakob, C. Flachsland, U. Kornek, K. Lessmann und O. Edenhofer (2017), From climate finance toward sustainable development finance, *WIREs Climate Change* 8 (1), e437.
- [Stede](#), J., S. Pauliuk, G. Hardadi und K. Neuhoff (2021), Carbon pricing of basic materials: Incentives and risks for the value chain and consumers, *Ecological Economics* 189, 107168.
- [Stern](#), D.I., J.C.V. Pezzey und N.R. Lambie (2012), Where in the world is it cheapest to cut carbon emissions?, *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics* 56 (3), 315–331.
- [Stern](#), N. (2006), Stern review: The economics of climate change, Final report, Cambridge University Press.
- [Stiglitz](#), J.E. (2019), Addressing climate change through price and non-price interventions, *European Economic Review* 119, 594–612.
- [Stucki](#), T. und M. Woerter (2017), Green inventions: Is wait-and-see a reasonable option?, *Energy Journal* 38 (4), 43–72.
- [Sworder](#), C., L. Salge und H. Van Soest (2017), The Global Cleantech Innovation Index 2017: Which countries look set to produce the next generation of start-ups?, Studie im Auftrag des WWF, Cleantech Group, London.

- van 't Wout, D. (2021), The enforceability of the trade and sustainable development chapters of the European Union's free trade agreements, *Asia Europe Journal*, im Erscheinen, <https://doi.org/10.1007/s10308-021-00627-1>.
- Tagliapietra, S. und G.B. Wolff (2021), Form a climate club: United States, European Union and China, *Nature* 591 (7851), 526–528.
- Taylor, M. (2020), Energy subsidies: Evolution in the global energy transformation to 2050, Staff Technical Paper, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.
- TCFD (2020), Task force on climate-related financial disclosures: 2020 status report, Task force on climate-related financial disclosures, Basel.
- Tienhaara, K. und L. Cotula (2020), Raising the cost of climate action? Investor-state dispute settlement and compensation for stranded fossil fuel assets, IIED Land, Investment and Rights series, International Institute for Environment and Development, London.
- Tobin, J.L. und S. Rose-Ackerman (2011), When BITs have some bite: The political-economic environment for bilateral investment treaties, *Review of International Organizations* 6 (1), 1–32.
- Tong, D. et al. (2019), Committed emissions from existing energy infrastructure jeopardize 1.5 °C climate target, *Nature* 572 (7769), 373–377.
- Ulph, A. und D. Ulph (2007), Climate change—environmental and technology policies in a strategic context, *Environmental and Resource Economics* 37 (1), 159–180.
- Umweltbundesamt (2020), Analysen zum direkten und indirekten CarbonLeakage-Risiko europäischer Industrieunternehmen, Abschlussbericht, *Climate Change 32/2020*, Dessau-Roßlau.
- UNFCCC (2021a), Paris agreement – Status of ratification, United Nations Framework Convention on Climate Change, <https://unfccc.int/process/the-paris-agreement/status-of-ratification>, abgerufen am 14.10.2021.
- UNFCCC (2021b), Introduction to climate finance, United Nations Framework Convention on Climate Change, <https://unfccc.int/topics/climate-finance/the-big-picture/introduction-to-climate-finance>, abgerufen am 30.8.2021.
- UNFCCC (2015), Technology mechanism: Enhancing climate technology development and transfer, United Nations Framework Convention on Climate Change, Bonn.
- U.S. Department of State (2021a), Joint statement on the launch of the Japan-United States clean energy partnership, Media Note, Office of the Spokesperson, Washington, DC, 11. Juni.
- U.S. Department of State (2021b), U.S.-India joint statement on launching the „U.S.-India climate and clean energy agenda 2030 partnership“, Media Note, Office of the Spokesperson, Washington, DC, 22. April.
- U.S. Geological Survey (2021), Mineral commodity summaries 2021, Reston, VA.
- Wang, A. et al. (2021), Analysing future demand, supply, and transport of hydrogen, 2021 European Hydrogen Backbone, Policy Paper, Guidehouse, Utrecht.
- Watson, C. und L. Schalatek (2021), The global climate finance architecture, *Climate Finance Fundamentals 2*, Heinrich Böll Stiftung, Washington, DC.
- Weber, C.L. und G.P. Peters (2009), Climate change policy and international trade: Policy considerations in the US, *Energy Policy* 37 (2), 432–440.
- Weikmans, R., H. van Asselt und J.T. Roberts (2019), Transparency requirements under the Paris Agreement and their (un)likely impact on strengthening the ambition of nationally determined contributions (NDCs), *Climate Policy* 20 (4), 511–526.
- Weischer, L., J. Morgan und M. Patel (2012), Climate clubs: Can small groups of countries make a big difference in addressing climate change?, *Review of European Community & International Environmental Law* 21 (3), 177–192.
- Weitzmann, M.L. (2017), How a minimum carbon-price commitment might help to internalize the global warming externality, in: Cramton, P. C., D. J. C. MacKay, A. Ockenfels und S. Stoft (Hrsg.), *Global Carbon Pricing: The Path to Climate Cooperation*, MIT Press, Cambridge und London, 125–148.
- Weltbank (2021a), State and trends of carbon pricing 2021, Washington, DC.
- Weltbank (2021b), Carbon pricing dashboard, <https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/>, abgerufen am 2.7.2021.

Weltbank und WTO (2018), Trade and poverty reduction: New evidence of impacts in developing countries, Weltbank und Welthandelsorganisation, Washington, DC und Genf.

Wendling, Z.A., J.W. Emerson, A. de Sherbin und D.C. Esty (2020), Environmental Performance Index 2020, Yale Center for Environmental Law & Policy, New Haven, CT.

Wietschel, M. et al. (2021), Metastudie Wasserstoff – Auswertung von Energiesystemstudien, Studie im Auftrag des Nationalen Wasserstoffrats, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI); Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE) sowie Fraunhofer-Einrichtung für Energieinfrastruktur und Geothermie (IEG), Karlsruhe, Freiburg, Cottbus.

Wing, I.S. und E. Lanzi (2014), Integrated assessment of climate change impacts: Conceptual frameworks, modelling approaches and research needs, OECD Environment Working Paper 66, OECD Publishing, Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, Paris.

Wissenschaftlicher Beirat beim BMF (2021), Grüne Finanzierung und Grüne Staatsanleihen – Geeignete Instrumente für eine wirksame Umweltpolitik?, Gutachten 01/2021, Wissenschaftlicher Beirat beim Bundesministerium der Finanzen, Berlin.

Wissenschaftlicher Beirat beim BMWi (2021), Ein CO<sub>2</sub>-Grenzausgleich als Baustein eines Klimaclubs, Gutachten, Wissenschaftlicher Beirat beim Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin.

Wood, T. und G. Dundas (2020), Start with steel, Grattan Institute Report 2020–06, Grattan Institute, Melbourne.

WTO (2021a), Matrix on trade-related measures pursuant to selected multilateral environmental agreements, WT/CTE/W/160/Rev.9, Welthandelsorganisation, Committee on Trade and Environment, Genf, 19. März.

WTO (2021b), Members discuss possible MC12 deliverables on trade and environmental sustainability, Pressemitteilung, Welthandelsorganisation, Genf, 28. Mai.

WTO (2020), Communication on trade and environmental sustainability, Communication WT/CTE/W/249, Welthandelsorganisation, Committee on Trade and Environment, Genf, 17. November.

Wu, J. (2020), How great power rivalry may affect the low-carbon revolution, <https://about.bnef.com/blog/how-great-power-rivalry-may-affect-the-low-carbon-revolution/>, abgerufen am 2.7.2021.

Wübbeke, J., M. Meissner, M.J. Zenglein, J. Ives und B. Conrad (2016), Made in China 2025: The making of a high-tech superpower and consequences for industrial countries, Merics Paper 2/2016, Mercator Institute for China Studies, Berlin.

Yanikkaya, H. und T. Turan (2018), Curse or blessing? An empirical re-examination of natural resource-growth nexus, Journal of International Development 30 (8), 1455–1473.

Zheng, Z. (2021), Improving grid interconnection to support climate change mitigation, Oxford Energy Forum February (126), 22–26.

Zhou, L., X. Tian und Z. Zhou (2017), The effects of environmental provisions in RTAs on PM<sub>2.5</sub> air pollution, Applied Economics 49 (27), 2630–2641.

Zhou, Y., D. Swidler, S. Searle und C. Baldino (2021), Life-cycle greenhouse gas emissions of biomethane and hydrogen pathways in the European Union, ICCT White Paper, International Council on Clean Transportation, Washington, DC.