



Zielkonflikte, Synergien und negative Emissionen in der Klimapolitik

Stefan Schäfer und Jürgen Scheffran

Inhaltsverzeichnis

- 31.1 Emissionsvermeidung, CO₂-Entnahme und Anpassung zwischen *aligning* und *mainstreaming* – 407
- 31.2 Ausgewählte Handlungsfelder für Synergien und *co-benefits* – 409
- 31.3 Negative Emissionen und CO₂-Entnahme – 411
- 31.4 Ausblick – 411
- 31.5 Kurz gesagt – 413
- Literatur – 413

In Artikel 2 der Klimarahmenkonvention (UNFCCC) wurde 1992 das Ziel verankert, die Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre auf einem Niveau zu stabilisieren, das eine gefährliche anthropogene Störung des Klimasystems verhindert. Ein „sicheres Niveau“ soll in einem Zeitrahmen erreicht werden, in dem drei Kriterien gewährleistet sind: Anpassung von Ökosystemen, Ernährungssicherheit und nachhaltige wirtschaftliche Entwicklung¹ (Ott et al. 2004).

Im Pariser Klimaabkommen von 2015 fixierte die internationale Staatengemeinschaft das ambitionierte Ziel, die globale Erwärmung gegenüber dem vorindustriellen Wert auf deutlich unter zwei Grad Celsius und bevorzugt auf 1,5 Grad Celsius zu begrenzen (hier kurz 1,5–2 °C). Dazu müssen weltweit tiefgreifende Einschnitte in die Treibhausgasemissionen implementiert werden, damit die Emissionen so schnell wie möglich ihren Höhepunkt erreichen und danach rapide reduziert werden. Bis zur Mitte des 21. Jahrhunderts soll so ein Gleichgewicht zwischen Emissionen und Treibhausgasen entstehen – es sollen also nicht mehr Treibhausgase emittiert werden als auch wieder aus der Atmosphäre entfernt werden. Während das 1997 verabschiedete Kyoto-Protokoll noch zentralisierte Verhandlungen über Emissionsreduktionen auf internationaler Ebene mit rechtlich verbindlichem Charakter vorsah, sind die Mitgliedsstaaten des Pariser Abkommens dabei lediglich dazu angehalten, der Vertragsstaatenkonferenz ihre freiwilligen „national festgelegten Beiträge“ (*nationally determined contributions*, NDCs) mitzuteilen. Diese sollen alle fünf Jahre überprüft werden.

Die Vision einer gemeinwohlorientierten, demokratischen und gerechten Klimapolitik, die die Ziele des Pariser Abkommens für eine klimaneutrale Zukunft verfolgt, sieht vor, Allianzen für den Wandel aufzubauen, Eigeninteressen zu überwinden sowie ordnungsrechtliche, finanz- und wirtschaftspolitische Instrumente einzusetzen (UN-Emissions Gap Record 2019). Die Herausforderungen der so zu bewältigenden Großen Transformation erfordern dabei Zusammenarbeit, Vernetzung und Koordination sowie kollektive Entscheidungen und Verhandlungen zwischen Zivilgesellschaft, Regierungen und Unternehmen, die an einem Strang ziehen und sich nicht gegenseitig blockieren. Um Alternativen zu einer auf fossilen Energieträgern basierenden Lebensweise durchzusetzen, sind die Beteiligung von und Dialoge mit kommunalen Behörden, Stadtplanern, Verbrauchergruppen, Unternehmen, Gewerkschaften und NGOs vorgesehen, wobei die spezifischen Vorteile verschiedener Verhandlungs-

arenen genutzt werden sollen (Grin 2016). Soziale Mobilisierung, Zusammenhalt, Partizipation und Akzeptanz sollen die Legitimität der Dekarbonisierung stärken. Auf allen Ebenen arbeiten Akteure zusammen, um eine fortschrittliche Klimapolitik umzusetzen und sich über erfolgreiche Praktiken auszutauschen.

Während diese Vision bestimmte politische und wirtschaftliche Handlungen legitimiert, hat sie in der Praxis bisher jedoch keine umfassende Transformation anzuleiten vermocht. Die große Bedeutung, die zum Beispiel mit dem Gebrauch fossiler Brennstoffe im Rahmen der unternehmerischen Profiterzeugung verbunden ist, bleibt in vielen Bereichen nach wie vor ungebrochen. Modellrechnungen zufolge ist daher das Ziel, die Erderwärmung auf 1,5 bis 2 °C über dem vorindustriellen Wert zu begrenzen, mit herkömmlichen Instrumenten kaum noch zu erreichen. Globale Kohlendioxidemissionen müssten sofort um 3 bis 5 % pro Jahr reduziert werden, haben jedoch in den letzten Jahrzehnten um durchschnittlich 2 % jährlich zugelegt (IPCC 2013, 2018). Selbst für den Fall, dass alle Staaten ihre Selbstverpflichtungen einhalten, sagen Berechnungen voraus, dass die Erderwärmung um mehr als 2 °C ansteigen wird – auf 2,4 bis 2,7 °C gegenüber dem vorindustriellen Wert.² Um die Pariser Temperaturziele dennoch einhalten zu können, müsste eine rapide weltweite Transformation der Energie-, Transport-, Landwirtschaft- und Konsumgütersektoren sowie der Chemie-, Stahl- und Zementindustrie stattfinden. Zusätzlich berücksichtigen fast alle Zukunftsszenarien zur Einhaltung der Pariser Temperaturziele die Möglichkeit, durch *carbon dioxide removal* (CDR) – oftmals synonym verwendet zu *negative emission technologies* (NETs) – große Mengen Kohlendioxid (CO₂) aktiv aus der Atmosphäre zu entfernen (Fuss et al. 2014) und so „negative Emissionen“ zu erzeugen.

In all diesen Bereichen sind einerseits Zielkonflikte zu erwarten, andererseits gilt es auch, Synergien zu erkennen und umzusetzen. In wissenschaftlichen und öffentlichen Debatten steht dabei oftmals der negative Nexus der mit dem Klimawandel verbundenen Probleme weit mehr im Fokus als der Positivnexus der Problemlösungen und Synergien. Um die Pariser Klimaziele zu erreichen und zugleich Klimaanpassung und Resilienz gegenüber den Klimafolgen zu stärken, müssten mit der Klimapolitik verbundene Problem- und Politikfelder so verknüpft werden, dass Konflikte und Trade-offs minimiert und Synergien und wechselseitige Vorteile (*co-benefits*) verstärkt werden. Auf diese Weise würde der Problemnexus in einen Transformationsnexus der Politikfelder umgewandelt.

1 Artikel 2 UNFCCC ► <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/internationale-eu-klimapolitik/klimarahmenkonvention-der-vereinten-nationen-unfccc>

2 Basierend auf Berechnungen von Climate Action Tracker, Stand September 2020 (► <https://climateactiontracker.org/global/temperatures/>).

Dieser Beitrag analysiert integrierte klimapolitische Konzepte und Strategien, Synergien und Zielkonflikte in Deutschland und im Kontext der internationalen Klimapolitik vor dem Hintergrund der ambitionierten Pariser Temperaturziele, insbesondere auch für Vorschläge zur Erzeugung „negativer Emissionen“ durch CDR-Technologien.

31.1 Emissionsvermeidung, CO₂-Entnahme und Anpassung zwischen *aligning* und *mainstreaming*

Der Prozess der Mitgliedsstaatenkonferenzen der Klimarahmenkonvention (UNFCCC) ist die Keimzelle für die globale Klimapolitik und umfasst verschiedene Aktivitäten zur Bewältigung des Klimawandels auf globaler, regionaler, nationaler und lokaler Ebene, insbesondere die *Nationally Appropriate Mitigation Actions* (NAMAs), *National Adaptation Plans* (NAPs) sowie weitere Programme und Bedarfsanalysen für Anpassung, Finanzen und Technologietransfer. Einige Staaten haben dabei bereits das Ziel ausgegeben, ab einem bestimmten Zeitpunkt weniger CO₂ zu emittieren, als sie aus der Atmosphäre entfernen (netto negative Emissionen). Dazu zählen zum Beispiel Norwegen (2030), Finnland (2035), Großbritannien, Schweiz, Dänemark, Costa Rica, und Frankreich (alle 2050). Auf EU-Ebene finden derzeit Verhandlungen über das Ziel statt, bis 2050 EU-weit „Netto-Null“ zu erreichen (Honegger et al. 2019).

Für die Zukunft geht es um eine weitere Ausrichtung (*alignment*) nationaler und internationaler Strategien und Aktivitäten zur Transformation in Richtung emissionsarmer und klimaresistenter Wege, im Einklang mit den Kernzielen des Pariser Abkommens (Mitigation, Anpassung, Finanzierung) und den Zielen der nachhaltigen Entwicklung (*Sustainable Development Goals*). Diese betreffen Investitionen, Besteuerung und Finanzsysteme, Energie, Landwirtschaft und Nahrungsmittelproduktion, Beschäftigung und Verkehr sowie Regional- und Städtepolitik (OECD 2019). Effektives *Mainstreaming* integriert den Klimawandel auf allen Ebenen in Planungen, Budgets, Programmen und Institutionen (OECD 2019), um eine erfolgreiche Transformation in eine kohlenstoffarme Welt zu erreichen. Eine wichtige Frage besteht darin, unter welchen Bedingungen Technologien mit negativen Emissionen in dieses *Mainstreaming* eingebunden werden können.

■ Synergien und *co-benefits*

Die komplexen Ursachen und Folgen des Klimawandels sowie Minderungs- und Anpassungs-

strategien beeinflussen sich gegenseitig und betreffen alle Lebens- und Wirtschaftsbereiche. Der IPCC-Sonderbericht über die Auswirkungen und die Erreichung des 1,5 °C-Ziels weist auf die Notwendigkeit und Bedeutung von integrativen, kooperativen und synergistischen Maßnahmen hin (IPCC 2018). Synergien und *co-benefits* können helfen, Emissionsdefizite und kohlenstoffintensive Infrastrukturen schneller zu überwinden, Kosten zu senken und Konflikte zwischen verschiedenen Zielen zu vermeiden, insbesondere zwischen Emissionsminderung, Anpassung, CO₂-Entnahme und -Speicherung und nachhaltiger Entwicklung (Siabatto et al. 2017). Systemische und akteursorientierte Perspektiven lassen sich verbinden, um Pfade zu erkennen, Handlungsoptionen aufzuzeigen und zu priorisieren (Beck et al. 2011). Dies betrifft auch die Zusammenarbeit zwischen Sektoren, Akteuren und Regionen, über räumliche und zeitliche Skalen hinweg, unter Berücksichtigung lokaler Gegebenheiten, Unsicherheiten und Praktiken.

■ Positiver Nexus

Die Dekarbonisierung erfordert strukturelle Maßnahmen und Verhaltensänderungen, den Wandel von gesellschaftlichen Werten, Normen und Präferenzen ebenso wie *co-benefits* von Investitionen in den Klimaschutz und die Klimaanpassung von Volkswirtschaften, Infrastrukturen und Institutionen. Ein positiver Nexus entwickelt Verbindungen zwischen Energie, Wasser, Nahrung und Rohstoffen in Systemkontexten wie Gesundheitsversorgung, Ökosystemdienstleistungen und Kreislaufwirtschaft. Unterstützende politische Maßnahmen können diesen Prozess koordinieren, unter Nutzung interdependenter und komplementärer Mechanismen wie Angebot und Nachfrage von Schlüsselprodukten und Handlungen, um unerwünschte Entwicklungen zu verhindern und gewünschte zu fördern (UN-Emission Gap Report 2019). Voraussetzung ist, die Grundbedürfnisse für alle Menschen und die materielle Basis nachhaltiger Friedenssicherung zu gewährleisten.

Um die Reaktion auf den Klimawandel zu verstärken und den größtmöglichen Nutzen aus gemeinsamen Vorteilen und Synergien zu ziehen, sind die Anstrengungen der Länder zu bündeln. In allen gesellschaftlichen Bereichen sind Transformationsprozesse notwendig, um in den nächsten Dekaden Energie-, Landwirtschafts-, Stadt-, Verkehrs- und Industriesysteme umzugestalten, nichtstaatliche Akteure einzubeziehen und Klimaschutzmaßnahmen in einen politischen Rahmen zu integrieren, der auch Arbeitsplätze, Sicherheit und die gezielte Nutzung von Technologien umfasst, inklusive solcher zur Erzeugung negativer Emissionen.

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS



■ **Abb. 31.1** Ziele für nachhaltige Entwicklung. (© United Nations. The content of this publication has not been approved by the United Nations and does not reflect the views of the United Nations or its officials or Member States. ► <https://www.un.org/sustainabledevelopment/>)

■ *Sustainable Development Goals (SDGs) und Green New Deal*

Für einen wirksameren Klimaschutz besonders relevant ist die beschleunigte Umsetzung der Ziele für Nachhaltigkeit (SDGs) (■ Abb. 31.1) und der Agenda für nachhaltige Entwicklung bis 2030. Neben dem Klimaschutzziel SDG 13 ist die in SDG 7 vorgesehene nachhaltige Energiewende von erheblicher Bedeutung für die Senkung der Treibhausgasemissionen. In ähnlicher Weise können eine nachhaltigere Industrialisierung in SDG 9, resiliente landwirtschaftliche Praktiken der Nahrungsmittelproduktion in SDG 2, eine Änderung der Verbrauchs- und Produktionsmuster im Einklang mit SDG 12 sowie eine nachhaltige Landnutzung in SDG 15 zur Emissionssenkung, Schaffung von Arbeitsplätzen und Armutsbekämpfung beitragen (Copenhagen 2019). Umgekehrt erleichtert die Begrenzung der globalen Erwärmung den Weg zu den SDGs, die mit Armut, Hunger, Wassernutzung, terrestrischen und ozeanischen Ökosystemen, Wäldern, Gesundheit und Gender-Gleichberechtigung zu tun haben. Viele Ziele und Vorgaben erleichtern Möglichkeiten der Anpassung, Resilienz und Katastrophenvermeidung sowie die Stabilität von Infrastrukturen und urbanen Räumen (Copenhagen 2019). Ein „New Deal“ in der globalen Klimapolitik zielt darauf ab, die Weltwirtschaft zu beleben und die Beschäftigung anzukurbeln und

gleichzeitig den Kampf gegen Klimawandel, Umweltzerstörung und Armut zu beschleunigen. Hierzu gehört die Verbesserung der Rahmenbedingungen in Industrie- und Entwicklungsländern für den Ausbau und Transfer kohlenstoffarmer Technologien (Santarius et al. 2012). Dabei ist auch die Nutzung von Technologien mit negativen Emissionen zu berücksichtigen.

■ *Synergien in der deutschen Klimapolitik*

Die deutsche Klimapolitik verfolgt seit etwa einer Dekade Synergieeffekte. Die Deutsche Anpassungsstrategie (DAS) ermöglicht eine bessere Akzeptanz, Effizienz und Durchsetzbarkeit, wenn sie kohärent mit Maßnahmen in den betroffenen Sektoren abgestimmt wird. Dabei „sollten jene bevorzugt werden, die eine flexible Nachsteuerung ermöglichen, bestehende Unsicherheiten berücksichtigen und Synergieeffekte zu weiteren Politikzielen haben, die auf die Abschwächung anderer Stressfaktoren (wie Umweltverschmutzung, Klimaschutz, Flächenversiegelung) gerichtet sind“ (Bundesregierung 2008). Neben der 2015 und 2020 aktualisierten DAS schlägt auch das 2009 erarbeitete Konzept des Umweltbundesamtes zur Klimapolitik vor, Konflikte und Synergieeffekte frühzeitig zu erkennen, um den Blick für Alternativen zu öffnen (UBA 2009). Hierzu gehören relevante Bereiche und Infrastrukturen moderner Industriegesellschaften unter

Einbeziehung verschiedener Politikfelder, z. B. zur Biodiversität, Nachhaltigkeit, Ernährungssicherung, Risikominimierung und zum Schutz kritischer Infrastrukturen, sowie Förderinstrumente wie das Erneuerbare-Energien-Gesetz oder die Unterstützung ländlicher Räume (Beck et al. 2011). Sektorenübergreifend sind Konflikte zu mindern und Synergiepotenziale zu stärken. Dabei gilt es, eine gerechte Finanzierung klimapolitischer Maßnahmen sicherzustellen und die öffentliche Verwaltung zu stärken. Akteure und Institutionen können in ihren Verantwortungs- und Handlungsbereichen (Politik, Verwaltung, Wirtschaft, Wissenschaft, Öffentlichkeit ...) mitwirken und sich vernetzen, über Grenzen und Skalen hinweg (Beck et al. 2011).

31.2 Ausgewählte Handlungsfelder für Synergien und *co-benefits*

■ Energiewende

Eine nachhaltige Energiewende umfasst ein Bündel von Maßnahmen, die auf Energieeinsparung, Effizienzsteigerung, Ausstieg aus fossilen und Förderung erneuerbarer Energien ausgerichtet sind, um zu einer Energieversorgung zu kommen, die keine Treibhausgase freisetzt, sicher, resilient und innovativ ist und von der Bevölkerung akzeptiert wird. Staatliche Unterstützung für eine nachhaltige Energiewende wird durch den erwarteten energetischen, wirtschaftlichen und ökologischen Nutzen erneuerbarer Energien gerechtfertigt. Darüber hinaus gibt es Zusatznutzen, wie die ländliche Elektrifizierung, Energiesicherheit durch Diversifizierung, lokale Umweltvorteile und internationale Finanzierung. In Deutschland sind die Energiewende, der geplante Ausstieg aus Kohle und Kernenergie und das Umsteuern auf klimafreundliche Produkte und Lebensweisen eng verbunden mit technischen Innovationen und dem zivilgesellschaftlichen Engagement von Wissenschaft, Unternehmen, Stiftungen, Umweltverbänden und Bewegungen für verschärfte Maßnahmen und Gesetze in Deutschland und Europa (insb. einem CO₂-Preis), um einen Wandel für Klimaschutz und Dekarbonisierung zu beschleunigen.

Die Zielsetzungen der Energiewende werden in Deutschland von einer breiten Öffentlichkeit unterstützt, auch wenn Kritik an deren politischer Umsetzung zunimmt (Wolf 2020). Zu den Widersprüchen und Zielkonflikten gehören Landnutzungskonflikte und eine erhöhte ökologische Verletzlichkeit bei der Einführung erneuerbarer Energien, z. B. durch die landwirtschaftliche Erzeugung von Biomasse zur Gewinnung von Bioenergie. Ein ähnlicher Zielkonflikt ergäbe sich aus der CO₂-Entnahmetechnologie BECCS (*bioenergy with carbon capture and storage*), die Bioenergieerzeugung mit CO₂-Abscheidung und -Speicherung

kombiniert. Auch gegen Hochspannungsleitungen, die aus Windenergie erzeugten Strom von Nord- nach Süddeutschland transportieren sollen, gibt es Widerstände. Zur Durchsetzung der Energiewende braucht es ein „förderliches Umfeld“ (*enabling environment*) in Politik und Gesellschaft, um technische, rechtliche und administrative Hindernisse abzubauen und Förderungen zu unterstützen, etwa durch eine solide Wirtschaftspolitik, Transparenz im privaten und öffentlichen Sektor und Investitionen in kritischen Bereichen (Scheffran und Froese 2016). Beispiele sind die Energieeffizienz von Alt- und Neubauten; der Ausbau erneuerbarer Energien und nachhaltiger Verkehrssysteme; sowie Technologien wie intelligente Netze, Systemoptimierung, Energiespeicherung, Elektrofahrzeuge oder *Offshore*-Windenergie.

■ Schutz von Biodiversität und Ökosystemen

Klimapolitik ist ein Beitrag gegen das Artensterben und für den Schutz von Ökosystemen und Biodiversität, die wiederum zum Klimaschutz beitragen und Klimafolgen abschwächen können. Synergien und Konflikte spielen eine Rolle bei der Umsetzung der Klimarahmenkonvention (UNFCCC), der Konvention über die biologische Vielfalt (CBD) und anderer Abkommen zum Schutz von Arten und Ökosystemen (Herold et al. 2001). In der Klimapolitik diskutierte Maßnahmen (etwa in der Landnutzung und Forstwirtschaft) haben sowohl positive als auch negative Auswirkungen auf Biodiversität und Ökosysteme, während Biodiversitätsschutz klimarelevante Funktionen von Ökosystemen, wie die Kohlenstoffspeicherung, die Regulierung von Methan- und Lachgasemissionen, den Wasserkreislauf oder das Energiebudget beeinflussen kann (Naturkapital Deutschland – TEEB DE 2015).

Synergien zwischen Biodiversitäts- und Klimapolitik betreffen insbesondere den Schutz von Primärwäldern und Feuchtgebieten (► Kap. 34). Die Konsistenz kann durch Instrumente gefördert werden, z. B. Richtlinien, Indikatoren, Verträglichkeitsprüfungen oder Partizipation der Öffentlichkeit, sowie eine verbesserte Zusammenarbeit der Konventionen (Beobachtung, Berichterstattung, Schutzgebiete, Finanzmechanismus, Forschung) (Herold et al. 2001). Die Erhaltung und Wiederherstellung natürlicher Land-, Süßwasser- und Meeresökosysteme und ihrer Biodiversität dienen auch der UNFCCC und können katastrophale Auswirkungen des Klimawandels wie Überschwemmungen und Sturmfluten verringern (► Kap. 35). *Win-win*-Lösungen und Mehrfachnutzungen stärken Ökosystemdienstleistungen wie Kohlenstoffspeicherung in Pflanzen und Böden, Katastrophenschutz oder die Vielfalt von Nutzpflanzen zur Klimaanpassung. Um Arten und Ökosysteme gegen den Klimawandel zu stärken, braucht es Praktiken zur nachhaltigen Landnutzung und zur Erhaltung

von Ökosystemen, besonders in Schutzgebieten. Zu verringern sind auch nichtklimatische Belastungen wie Verschmutzung, Übernutzung, Verlust und Fragmentierung von Lebensräumen sowie die Verbreitung invasiver Arten. Ökosystembasiertes Management umfasst z. B. die nachhaltige Bewirtschaftung, Erhaltung und Wiederherstellung von Ökosystemen, um Küstenüberflutungen und Küstenerosion zu verringern oder die Wasserverfügbarkeit zu sichern. Schutz von Wäldern und Agroforstsystemen dienen der Risikobewältigung, Stabilisierung und Regulierung von Landflächen, Wasserflüssen, Agrobiodiversität und des Genpools von Nutzorganismen. Auch hier gilt es, durch neue Technologien wie BECCS, zu deren Umsetzung beispielsweise der großflächige, monokulturelle Anbau von Energiepflanzen notwendig wäre, keine negativen Auswirkungen auf diese übergeordneten Ziele entstehen zu lassen.

■ Stadtklimapolitik

Urbane Zentren sind große Quellen von CO₂-Emissionen und vom Klimawandel in starkem Maße betroffen. Einige Anpassungsmaßnahmen sind widersprüchlich, wie die Bekämpfung von Hitzewellen durch Klimaanlage in Gebäuden, die zu erhöhtem Stromverbrauch und steigendem Treibhausgasausstoß führen, andere können Synergien entfalten, wie Baumaßnahmen oder Landnutzungsänderungen, die die Verletzlichkeit gegenüber dem Klimawandel senken, wie der Ausbau von Frischluftkorridoren, Grünanlagen oder die Entsiegelung im Hochwasserschutz im Rahmen der Stadtentwicklung. Als Kristallisationspunkt verschiedener Synergien und *co-benefits* dienen *Smart-city*-Konzepte. Transnationale Stadtnetzwerke arbeiten international zusammen und bilden Partnerschaften, um Minderungs- und Anpassungsmaßnahmen abzustimmen. Im Projekt zur Einrichtung eines regionalen Klimakatasters bemühen sich Kommunalverwaltungen, ihre Maßnahmen gegen den Klimawandel regelmäßig zu messen, zu berichten und zu überprüfen.³

■ Katastrophenschutz

Gelingt es nicht, einen gefährlichen Klimawandel zu verhindern, werden regional unterschiedliche Beeinträchtigungen von Ökosystemen und lebenswichtigen Ressourcen, von menschlicher Sicherheit und gesellschaftlicher Stabilität erwartet. Emissionsminderung und Schutzmaßnahmen mindern die Kosten und Risiken des Klimawandels. Für das Klimaschutzregime relevant ist das Sendai-Rahmenwerk für Katastrophenvorsorge, das insbesondere die Risikovermeidung und humanitäre Hilfe im Katastrophen-

fall regelt. Es dient als Katalysator für Aktivitäten der Zivilgesellschaft, die Rechte, Schutz- und Anpassungsmöglichkeiten betroffener Menschen zu stärken. Die Eindämmung des Klimawandels stärkt die Ziele des Sendai-Rahmens, besonders für kleine Inselstaaten, die am wenigsten entwickelten Länder und andere verwundbare Gruppen. Integrierte *Governance*-Mechanismen betreffen etwa die gemeinsame Überwachung und Berichterstattung über Indikatoren und Datensätze.

■ Klimabedingte Migration und Vertreibung

Klimaschutzpolitik vermindert Ursachen von Katastrophen und Konflikten, die Menschen vertreiben. Die Bewältigung klimabedingter Migration wurde beim Klimagipfel in Cancún 2010 erstmals angesprochen. Durch die Koinzidenz der Pariser Klimaverhandlungen mit der Flüchtlingskrise in Europa im Sommer 2015 rückte das Thema in den Brennpunkt von Politik, Medien und Wissenschaft (Nash 2018). In Paris wurde eine *Task-Force* zur klimabedingten Zwangsmigration eingerichtet. Mögliche Ansätze bietet die 2015 verabschiedete Schutzagenda der Nansen-Initiative für Menschen, die wegen Naturkatastrophen ins Ausland flüchten. Eine an den Menschenrechten orientierte Migrationspolitik vermeidet extreme und riskante Formen der Zuwanderung und stärkt die Anpassungsfähigkeit und Resilienz der Betroffenen in den Herkunftsgebieten. Soziale Netzwerke ermöglichen den Transfer von Wissen, Technologie und Geld zwischen Herkunfts- und Zielorten, etwa durch Rücküberweisungen und damit verbundene Entwicklungsperspektiven, die auch die Anpassung an den Klimawandel stärken (Scheffran et al. 2012). Die Fachkommission Fluchtursachen richtet entsprechende Handlungsempfehlungen an die Bundesregierung, um Synergien von Klima- und Migrationspolitik zu nutzen (Fachkommission 2021; vgl. ► Kap. 27).

■ Friedens- und Sicherheitspolitik

Klimaschutz trägt dazu bei, sicherheitspolitische Risiken des Klimawandels einzudämmen. Umgekehrt erleichtern Abrüstung und Konfliktvermeidung eine kooperative Lösung des Klimaproblems und die Minderung schädlicher Umwelt- und Klimafolgen von Aufrüstung und Krieg. 2007, 2011 und 2020 diskutierte der UNO-Sicherheitsrat auf Initiative Großbritanniens und Deutschlands die Sicherheitsrisiken des Klimawandels (Hardt und Viehoff 2020). Während OECD-Staaten und kleine Inselstaaten im Klimawandel eine Bedrohung für Frieden und Sicherheit sahen, lehnten Russland, China und viele G77-Staaten ein Klimamandat des Sicherheitsrates ab. Die Berliner Konferenzen zu Klimawandel und Sicherheit 2019 und 2020 präsentierten Vorschläge an den Sicherheitsrat für eine risikoorientierte Vorausschau und Planung, bessere

3 ► <https://ms.hereon.de/wirksam/index.php.de>

regionale Handlungsfähigkeiten sowie eine Implementierung von nachhaltiger Entwicklung, Sicherheit und Friedenskonsolidierung im Einklang mit Klimaschutz und Anpassung in allen UNO-Programmen. Für die Zukunft geht es um Synergien zwischen der Klimapolitik, einer nachhaltigen Friedenssicherung und *environmental peacebuilding*, unterstützt durch *Governance*-Strukturen, Institutionen und Konfliktregelungsmechanismen.

31.3 Negative Emissionen und CO₂-Entnahme

Die Möglichkeit, die Pariser Temperaturziele noch zu erreichen, ist bereits jetzt abhängig von der zukünftigen Verfügbarkeit von Technologien mit negativen Emissionen (*negative emission technologies*, NETs), die der Atmosphäre aktiv Kohlenstoff entziehen, um die CO₂-Konzentration in der Atmosphäre zu reduzieren (Fuss et al. 2014). Diese Abhängigkeit wächst, solange weiter CO₂ emittiert wird. Die CO₂-Emissionen auf nahe Null zu reduzieren, bleibt dabei unumgänglich, selbst wenn zukünftig NETs zur Verfügung stehen sollten.

Unter dem Sammelbegriff NETs wird ein heterogenes Set an Vorschlägen zusammengefasst, die darauf abzielen, der Atmosphäre gezielt CO₂ zu entnehmen (s. auch Schäfer et al. 2015; Lawrence et al. 2018; Minx et al. 2018; Fuss et al. 2018; Nemet et al. 2018), um es dauerhaft zu speichern (■ Tab. 31.1). Dabei wird oftmals weiterhin zwischen „technologischen“ Ansätzen (z. B. der direkten Abscheidung von CO₂ aus der Umgebungsluft durch Einsatz industrieller Anlagen) und „naturbasierten“ Ansätzen (z. B. Aufforstung oder die Herstellung von Biokohle und deren Einbringung in Böden) unterschieden. Eine ausführliche Darstellung der einzelnen Verfahren erfolgt in den ► Kap. 34 und 35. Die Herausforderung besteht darin, NETs mit Minderung und Anpassung in einem integrierten *Governance*-Rahmen zu kombinieren (Geden und Scheun 2020) und dabei Synergien zu nutzen und zu verstärken. Allerdings ist davon auszugehen, dass die vorgeschlagenen Techniken in den kommenden Jahrzehnten noch nicht realistisch auf globaler Ebene einsetzbar sein werden, sodass nicht damit gerechnet werden kann, dass sie maßgeblich zur Erreichung der Pariser Ziele beitragen werden (Lawrence et al. 2018).

31.4 Ausblick

Zielkonflikte beim Ausbau von erneuerbaren Energien und von Ansätzen für negative Emissionen können zum Beispiel durch den Landverbrauch von Stau-

damm-, Bioenergie- und Aufforstungsprojekten oder durch die Einführung nichtheimischer Arten zur Kohlenstoffspeicherung oder Energiegewinnung entstehen. Begrenzt wird etwa das Potenzial von BECCS durch die Verfügbarkeit von Anbauflächen, durch die Nachhaltigkeitsprobleme, die mit intensivem, großflächigem Anbau von Monokulturen einhergehen, durch die Notwendigkeit einer großen industriellen Infrastruktur und die damit einhergehenden Energiebedürfnisse. Liegen Bioenergiekraftwerke nicht in direkter Umgebung einer Speicherstätte, müsste das CO₂ noch transportiert werden (■ Tab. 31.1).

Zudem könnten Konflikte über die Lastenverteilung entstehen. Solange alle Beteiligten die langfristige Verpflichtung haben, die CO₂-Emissionen auf Null zu senken, wird es immer Akteure geben, die voranschreiten, und andere, die hinterherhinken. Den „Anführern“ steht dabei in Aussicht, zukunftsfähige Technologien zu entwickeln und wichtige Märkte früh zu erschließen. Mit dem Aufkommen von CO₂-Entnahmetechnologien werden die Karten jedoch neu gemischt, da nicht mehr alle Emissionen auf Null reduziert werden müssen, um „CO₂-neutral“ zu werden (Geden und Schäfer 2016).

Eine weitere Herausforderung besteht im Umgang mit sogenannten *Overshoot*-Szenarien. Diese nehmen an, dass die Pariser Temperaturziele zwar überschritten werden, daraufhin jedoch der Atmosphäre so viel CO₂ entzogen wird, dass die globalen Durchschnittstemperaturen im Laufe der Zeit wieder auf die gewünschten Werte zurückgeführt werden. Das könnte allerdings bis zum Ende des 22. Jahrhunderts dauern, möglicherweise gar mehrere Jahrhunderte (Ricke et al. 2017). Damit würden jedoch erhebliche zusätzliche Risiken einhergehen, möglicherweise gar der Verlust ganzer Ökosysteme (IPCC 2018). Auch ist nicht klar, warum auf eine weiterhin verschleppte Reduktion von CO₂-Emissionen in der nahen Zukunft eine umso größere Anstrengung in der fernerer Zukunft folgen sollte (Lawrence und Schäfer 2019).

Bei der Umsetzung von CO₂-Entnahmetechnologien wird es eine entscheidende Rolle spielen, wie die verschiedenen Ansätze in Politik und Gesellschaft aufgenommen werden. Zum Beispiel scheint es bei der BECCS-Technologie insbesondere in Deutschland fraglich, ob deren Umsetzung akzeptiert werden würde. Sowohl die Bioenergieerzeugung als auch die unterirdische Speicherung von CO₂ waren Gegenstand politischer Kontroversen und gesellschaftlicher Widerstände in Deutschland, wengleich die Bioenergie derzeit hierzulande den größten Anteil an erneuerbarer Energie stellt. Die Akzeptanz von neuen Maßnahmen in der Klimapolitik kann jedoch zwischen Ländern und Ansätzen variieren. Eine Einbindung der Bevölkerung in die Erforschung und Entwicklung der CO₂-Entnahme ist für deren erfolgreiche Umsetzung

■ **Tab. 31.1** Technologien zur Erzeugung negativer Emissionen

Aufforstung	<p>Schätzungen zum Potenzial gehen aufgrund unterschiedlicher Grundannahmen weit auseinander. Eine Wiederaufforstung aller entwaldeten Gebiete weltweit, wie sie in manchen Berechnungen angenommen wird, ist nicht möglich aufgrund damit verbundener Landnutzungskonflikte und Umweltauswirkungen (z. B. hoher Wasserverbrauch oder Verlust biologischer Vielfalt durch Monokulturen).</p> <p>CO₂ würde nur so lange gespeichert, wie die aufgeforsteten Gebiete aktiv geschützt und verwaltet werden.</p> <p>Da Aufforstung von zuvor nicht bewaldeten oder entwaldeten Gebieten die Erdoberfläche verdunkeln würde, könnte es zu einer Erwärmung kommen.</p>
Direkte Abscheidung von CO ₂ aus der Umgebungsluft	<p>Bei der direkten Abscheidung von CO₂ aus der Umgebungsluft wird in industriellen Anlagen CO₂ aus der Luft gefiltert.</p> <p>Es existieren Prototypen, die eine solche Filterung erfolgreich vornehmen, allerdings wird das dabei gewonnene CO₂ derzeit nicht langfristig gespeichert, sondern zum Beispiel als Kohlensäure, Düngemittel, Flugzeugtreibstoff oder im Rahmen der tertiären Ölförderung genutzt, sodass es nicht zu einer langfristigen Entnahme aus der Atmosphäre kommt.</p> <p>Die Verfahren sind sehr energieaufwendig und teuer.</p> <p>Ein Vorteil besteht darin, dass Anlagen zur CO₂-Entnahme aus der Umgebungsluft in direkter Nähe zu geeigneten CO₂-Speicherstätten gebaut werden könnten, sodass das abgeschiedene CO₂ nicht transportiert werden muss.</p>
Bioenergieerzeugung mit CO ₂ -Absonderung und Speicherung (BECCS)	<p>Da Bioenergiepflanzen während der Wachstumsphase CO₂ aufnehmen, das beim Verbrennungsprozess wieder freigesetzt wird, kann dieses durch Absonderung und Speicherung der Atmosphäre langfristig entzogen werden.</p> <p>Diese Technologie findet sich in fast allen computergenerierten Szenarien, um die Pariser Temperaturziele noch einzuhalten.</p> <p>Es wären große monokulturell bewirtschaftete Anbauflächen notwendig, was sehr wahrscheinlich negative Auswirkungen auf die biologische Vielfalt und die Nahrungsmittelsicherheit hätte.</p> <p>Sollten Bioenergiekraftwerke nicht in unmittelbarer Umgebung zu Speicherstätten gebaut werden, müsste das abgeschiedene CO₂ transportiert werden.</p> <p>Der Aufbau einer industriellen Infrastruktur hätte wiederum CO₂-Emissionen zur Folge.</p>
Biokohle	<p>Durch die Überführung von Biomasse in „Biokohle“ und deren Einbringen in Böden soll der Atmosphäre langfristig CO₂ entzogen werden.</p> <p>Das Potenzial dieser Maßnahme ist vor allem durch die Verfügbarkeit von geeigneter Biomasse, durch logistische Herausforderungen beim Einbringen der Biokohle in Böden sowie durch Landnutzungskonflikte begrenzt.</p>
Beschleunigte Verwitterung	<p>Durch das Ausbringen von Karbonat- oder Silikatgestein an Land oder im Ozean soll die natürlich stattfindende Bindung von atmosphärischem CO₂ in Böden und im Meer beschleunigt werden.</p> <p>Da die benötigten Rohmaterialien für die beschleunigte Verwitterung in großen Mengen vorhanden sind, besteht prinzipiell ein großes Potenzial.</p> <p>Allerdings müssten diese Rohmaterialien abgebaut, transportiert und ausgebracht werden, wofür eine sehr große industrielle Infrastruktur geschaffen werden müsste (ungefähr vom Ausmaß existierender extraktiver Industrien).</p>
Ozeandüngung	<p>In Teilen des Ozeans mit begrenztem Nährstoffgehalt könnte durch das Ausbringen von Nährstoffen (z. B. Eisen) das Wachstum von Phytoplankton angeregt werden.</p> <p>Sinkt dies Phytoplankton auf den Meeresboden, wäre das darin enthaltene CO₂ langfristig gebunden.</p> <p>Einschätzungen der Effektivität von Ozeandüngung gehen weit auseinander. Signifikante Nebenfolgen für marine Ökosysteme sind wahrscheinlich.</p>

von großer Bedeutung, wobei insbesondere transdisziplinäre Forschungsansätze geeignet scheinen (Benn 2021; ► Kap. 38).

Eine zentrale Befürchtung in Zusammenhang mit Ansätzen zur CO₂-Entnahme ist, dass bereits deren Diskussion die „herkömmliche“ Emissionsreduktion negativ beeinflussen könnte – eine Befürchtung, die in den 1990er-Jahren auch im Rahmen der aufkommenden Diskussion um Anpassungsmaßnahmen bestand. Das genaue Ausmaß solcher Ver-

drängungseffekte ist nicht bestimmbar, doch scheinen entsprechende Vorsorgemaßnahmen angebracht. Eine Möglichkeit bestünde beispielsweise darin, nationale Ziele für die Emissionsreduktion und für die CO₂-Entnahme separat anzugeben. So ließen sich sowohl die Plausibilität der gemachten Annahmen als auch die Investitionsbedarfe in die jeweiligen Ansätze sehr viel besser abschätzen, da der benötigte Umfang an Reduktionen bzw. Entnahmen direkt einsehbar wäre (McLaren et al. 2019).

31.5 Kurz gesagt

Das Pariser Klimaabkommen von 2015 fordert Staaten dazu auf, ihre Emissionen rapide zu senken, um die globale Erwärmung auf maximal 2 °C und bevorzugt auf 1,5 °C zu begrenzen. Um bis zur Mitte des 21. Jahrhunderts eine Balance zwischen Treibhausgasquellen und -senken zu erreichen, werden dabei Ansätze zur Erzeugung „negativer Emissionen“, also die aktive Entnahme von Treibhausgasen aus der Atmosphäre, zunehmend diskutiert und erforscht. Dieses Kapitel verdeutlicht die Verbindungen zwischen klimapolitischen Maßnahmen und anderen politischen Handlungsfeldern, wobei insbesondere auch negative Emissionen als aufkommende Strategie zur Bekämpfung des Klimawandels berücksichtigt werden. Es zeigt sich, dass die Klimapolitik durch Zielkonflikte mit anderen Handlungsfeldern geprägt ist, die sich aus Strategien und Maßnahmen zur Emissionsvermeidung und Anpassung an den Klimawandel ergeben, aber auch durch die Möglichkeit, Synergien und *co-benefits* zu realisieren. Da davon auszugehen ist, dass in Zukunft Technologien zur Erzeugung von negativen Emissionen eine zunehmend wichtige Rolle spielen werden, gilt es, die damit in Zusammenhang stehenden Herausforderungen früh zu erkennen, um Synergien zu fördern und Zielkonflikte zu vermeiden.

Literatur

- Beck S, Bovet J, Baasch S, Reiß P, Görg C (2011) Synergien und Konflikte von Strategien und Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel. Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung, Leipzig
- Bundesregierung (2008) Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Berlin, 17.12.2008
- Copenhagen (2019) Maximizing co-benefits by linking implementation across SDGs and climate action. Global Conference on Strengthening Synergies between the Paris Agreement and the 2030 Agenda for Sustainable Development, UN City, Copenhagen, 1–3 April 2019
- Fachkommission (2021) Krisen vorbeugen, Perspektiven schaffen, Menschen schützen. Bericht der Fachkommission Fluchtursachen der Bundesregierung. Berlin (18.05.2021)
- Fuss S, Canadell JG, Peters GP, Peters GP, Tavino M, Andrew RM, Ciais P, Jackson RB, Jones CD, Kraxner F, Nakicenovic N, Le Quéré C, Raupach MR, Sharifi A, Smith P, Yamagata Y (2014) Betting on negative emissions. *Nat Clim Chang* 4:850–853
- Fuss S, Lamb WF, Callaghan MW et al (2018) Negative emissions—part 2: costs, potentials and side effects. *Environ Res Lett* 13:063002
- Geden O, Schenuit F (2020) Unkonventioneller Klimaschutz: Gezielte CO₂-Entnahme aus der Atmosphäre als neuer Ansatz in der EU-Klimapolitik. Stiftung Wissenschaft und Politik, Berlin
- Geden O, Schäfer S (2016) „Negative Emissionen“ als klimapolitische Herausforderung. Stiftung Wissenschaft und Politik, Berlin
- Grin J (2016) Transition studies: basic ideas and analytical approaches. In: Brauch HG et al (Hrsg) Handbook on sustainability transition and sustainable peace. Springer, S 105–122
- Hardt JN, Viehoff A (2020) A climate for change in the UNSC? Hamburg: Institut für Friedensforschung und Sicherheitspolitik, IFSH Research Report 05/20
- Herold A, Eberle U, Ploetz C, Scholz S (2001) Anforderungen des Klimaschutzes an die Qualität von Ökosystemen: Nutzung von Synergien zwischen der Klimarahmenkonvention und der Konvention über die biologische Vielfalt. Öko-Institut e. V., Freiburg
- Honegger M, Michaelowa A, Poralla M (2019) Net-Zero emissions. The role of carbon dioxide removal in the Paris Agreement. Policy Briefing Report. Perspectives Climate Research, Freiburg
- 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, Cambridge
- IPCC (2018) Global warming of 1,5°C: Summary for Policymakers Lawrence MG, Schäfer S, Muri H, Scott V, Oschlies A, Vaughan NE, Boucher O, Schmidt H, Haywood J, Scheffran J (2018) Evaluating climate geoengineering proposals in the context of the Paris agreement. *Nat Commun* 9:3734
- Lawrence MG, Schäfer S (2019) Promises and perils of the Paris agreement. *Science* 364:829–830
- McLaren DP, Tyfield DP, Willis R, Szerszynski B, Markusson NO (2019) Beyond ‘Net-Zero’: a case for separate targets for emissions reduction and negative emissions. *Front Clim* 1:4
- Minx JC, Lamb WF, Callaghan MW et al (2018) Negative emissions—part 1: research landscape and synthesis. *Environ Res Lett* 13:063001
- Nash SL (2018) From Cancun to Paris: an era of policy making on climate change and migration. *Global Pol* 9(1):53–59
- Naturkapital Deutschland – TEEB DE (2015) Naturkapital und Klimapolitik – Synergien und Konflikte. (Hrsg.) von Volkmar Hartje, Henry Wüstemann und Aletta Bonn. Technische Universität Berlin, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ. Berlin, Leipzig
- Nemet GF, Callaghan MW, Creutzig F, Fuss S, Hartmann J, Hilaire J, Lamb WF, Minx JC, Rogers S, Smith P (2018) Negative emissions—part 3: innovation and upscaling. *Environ Res Lett* 13:063003
- OECD (2019) Aligning development co-operation and climate action. OECD, Paris
- Ott K, Klepper G, Lingner S, Schäfer A, Scheffran J, Sprinz D (2004) Reasoning goals of climate protection – specification of Art.2 UNFCCC. Federal Environmental Agency, Berlin
- Renn O (2021) Transdisciplinarity: synthesis towards a modular approach. *Futures* 130:102744. ► <https://doi.org/10.1016/j.futures.2021.102744> ► <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016328721000537>
- Ricke, KL, Millar RJ, MacMartin DG (2017) Constraints on global temperature target overshoot. *Nat Sci Rep* 7:14743. ► <https://doi.org/10.1038/s41598-017-14503-9> (► <https://www.nature.com/articles/s41598-017-14503-9>)
- Santarius T, Scheffran J, Tricarico A (2012) North South transitions to green economies. Heinrich Böll Foundation, Berlin
- Schäfer S, Lawrence M, Stelzer H et al (2015) The European Transdisciplinary Assessment of Climate Engineering (EuTRACE): removing greenhouse gases from the atmosphere and reflecting sunlight away from earth. Funded by the European Union’s Seventh Framework Programme under Grant Agreement 306993
- Scheffran J, Froese R (2016) Enabling environments for sustainable energy transitions: the diffusion of technology, innovation and investment in low-carbon societies. In: Brauch HG et al (Hrsg) Handbook on sustainability transition and sustainable peace. Springer, S 721–756
- Scheffran J, Marmer E, Sow P (2012) Migration as a contribution to resilience and innovation in climate adaptation: social networks and co-development in Northwest Africa. *Appl Geogr* 33:119–127

- Siabatto FP, Junghans L, Weischer L (2017) Synergies and conflicts between climate protection and adaptation measures in countries of different development levels. Umweltbundesamt
- UBA (2009) Konzeption des Umweltbundesamtes zur Klimapolitik. Notwendige Weichenstellungen 2009. Umweltbundesamt
- UN-Emissions Gap Report (2019) United Nations Environment Programme (UNEP)
- Wolf I (2020) Soziales Nachhaltigkeitsbarometer der Energiewende. Institut für transformative Nachhaltigkeitsforschung (IASS) Potsdam

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (► <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

