

Sperrfrist für alle Medien Veröffentlichung erst nach der Medienkonferenz zur Gemeinderatssitzung
--

Beantwortung

Interpellation Green Deal für Kreuzlingen

Am 9. Mai 2019 reichten Gemeinderätin Fabienne Herzog und Gemeinderat Ruedi Herzog namens der Fraktion SP/GEW/JUSO die Interpellation Green Deal für Kreuzlingen ein (Beilage 1). Am 4. Juli 2019 wurde die Interpellation im Gemeinderat begründet (Beilage 2).

1 Einleitung

Die Interpellanten weisen auf die drohenden Gefahren und auf die bereits sicht- und spürbaren Auswirkungen der globalen Erwärmung hin. Sie fordern eine Intensivierung der Klimaschutzmassnahmen der Stadt Kreuzlingen und weisen darauf hin, dass die bisherigen Bestrebungen zum Klimaschutz nicht ausreichen, um die Ziele des Pariser Abkommens, welche die Klimaerwärmung auf 1.5 °C beschränken möchte, einzuhalten.

Sie zitieren den „Green Deal Graubünden“, einen parteiübergreifenden Klima-Vorstoss. Im Februar 2019 wurde der Vorstoss im Kantonsparlament Graubünden eingereicht. Die Kantonsregierung ist aufgefordert, wirksame Massnahmen zum Klimaschutz umzusetzen.

Angelehnt an den „Green Deal für Graubünden“ wird der Stadtrat Kreuzlingen aufgefordert, einen „Green Deal für Kreuzlingen“ auszuarbeiten. Konkret gefordert ist die Erarbeitung eines Massnahmenkatalogs, der eine Intensivierung des bestehenden Klimaschutzes vorsieht. Darin enthalten sollen auch Massnahmen zur Stärkung des lokalen Gewerbes sein. Durch Gebäudesanierungen und der damit verbundenen lokalen Wertschöpfung sollen gleichzeitig neue Arbeitsplätze geschaffen werden.

Der Kreuzlinger Stadtrat ist sich der Bedrohung des Klimas durch die globale Erwärmung seit langer Zeit bewusst. Er hat schon früh Schritte in Richtung Klimaschutz unternommen. Als Mitglied der Klimabündnisstädte Schweiz (KBSS) seit 2004 und als Energiestadt seit 2006 geht die Stadt Kreuzlingen mit ihrer Energie- und Umweltpolitik beispielhaft voran.

2 Bereich Klimaschutz (Mitigation¹)

Im Bereich des Klimaschutzes, also der Reduktion von Treibhausgasen (insbesondere CO₂) ist die Stadt Kreuzlingen, insbesondere über ihre Verpflichtungen als Energiestadt, aktiv (Beilage 3). Die erzielten Fortschritte der Energiestadt sind belegt. Alle vier Jahre findet ein Re-audit durch die externe Energiestadtkommission des Trägervereins Energiestadt statt. Bei der letzten Überprüfung im Jahr 2018 erfüllte Kreuzlingen 73 % der möglichen Massnahmen des Energiestadtkatalogs (Beilage 4). Seit 2014 konnten deutliche Fortschritte, insbesondere bei stadteigenen Sanierungen (Vorbildcharakter) und im Mobilitätsbereich (z. B. Langsamverkehrskonzept, Förderung Elektro-Mobilität) erzielt werden. Beim Re-audit 2022 wird das Label „Energiestad Gold“ angestrebt. Die Förderrichtlinie Energie führte die Stadt Kreuzlingen im Jahr 2011 ein und erweiterte sie 2015. Mit finanziellen Beiträgen für energieeffiziente Sanierungen und Neubauten in Kreuzlingen unterstützt die Stadt zusätzlich die kantonale Energieförderung.

Im kommunalen Richtplan 2019, Kapitel E Energie, orientiert sich die Stadt Kreuzlingen an den Grundsätzen der 2000-Watt-Gesellschaft und legt darin einen Zielpfad zur Senkung des Energiebedarfs an Primärenergie sowie der CO₂-Emissionen innerhalb des Stadtgebiets fest. Bis im Jahr 2100 soll durch Steigerung der Energieeffizienz und Reduktion der fossilen Energieanteile und vermehrtem Einsatz erneuerbarer Energien ein durchschnittlicher Verbrauch an Primärenergie von maximal 17'500 Kilowattstunden (entspricht 2000-Watt-Dauerleistung) und 1 Tonne CO₂ pro Person und Jahr erreicht werden. Gegenüber dem Jahr 2015 entspricht dies einem Anteil von 41 % des Primärenergieverbrauchs und von 16 % des CO₂-Ausstosses.

Das seit 2013 intern erfasste Energiemonitoring dient zur Überprüfung der Einhaltung der Zwischenziele für die Jahre 2025, 2035 und 2050 (Beilage 5). Die Berechnungen basieren auf der jährlichen Erfassung sämtlicher relevanter Energiedaten in Kreuzlingen.

Die verwaltungsinterne Projektsteuerungsgruppe Energie behandelt alle energierelevanten Themenbereiche. Die für den Energiestadtprozess wesentlichen Grundlagen werden in diesem Gremium definiert und den politischen Gremien als Massnahmen empfohlen. Im März 2019 wurde dieser Gruppe eine externe Studie vorgestellt, die das Spektrum möglicher Massnahmen zur Erreichung der im kommunalen Richtplan 2019 (Kapitel Energie) definierten Zwischenziele aufzeigt. Wie erwartet, liegt die grosse Herausforderung bei der Reduktion der CO₂-Last, primär verursacht durch die Wärmeversorgung im Gebäudebereich (55 %) und den motorisierten Individualverkehr (37 %). Als Fazit werden „die im 2000-Watt-Pfad vorgegebenen Ziele als ehrgeizig und nicht einfach erreichbar“ erachtet. Es sind „zusätzliche Massnahmenpakete im Bereich Gebäudesanierung und Mobilität zwingend notwendig, um einigermaßen auf

¹ Die Konzepte Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel („Adaption“) sind eng miteinander verknüpft und beschreiben in Kombination den Handlungsspielraum, den fortschreitenden Klimaveränderungen sinnvoll zu begegnen. Klimaschutz beinhaltet Handlungen, die dazu geeignet sind, Veränderungen des Klimas aufzuhalten, zu verlangsamen oder zu mindern. Es handelt sich also um Vermeidungsstrategien, die auch unter dem Begriff Mitigation („Abmilderung“) zusammengefasst werden. Hauptmechanismus des Klimaschutzes bzw. der Mitigation ist die Reduktion von Treibhausgasemissionen.

Kurs zu bleiben“ (Beilage 6). Auf Grundlage dieser Studie legte die Projektsteuerungsgruppe erste prioritäre Massnahmen für Gebäudehüllen- und Heizungssanierungen bei Altbauten fest. Der Stadtrat genehmigte sie per 1. Oktober 2019 (Beilage 5). Beschlossen ist unter anderem die finanzielle Unterstützung (zusätzlich zur kantonalen Förderung) im Bereich der kostenpflichtigen kantonalen Beratungsangebote (z. B. für GEAK mit Beratungsbericht). Mittelfristig soll die Sanierungsquote in Kreuzlingen von 1 auf 3 % erhöht werden. Neben der Senkung des Energiebedarfs im Gebäudebereich schaffen Investitionen in die Gebäudehülle eine hohe Wertschöpfung in der Region und stärken das lokale und regionale Baugewerbe. Ausserdem soll die Vorbildrolle der Stadt bezüglich CO₂-Reduktion noch stärker betont werden, indem die stadteigenen Liegenschaften ab 2025 mit 100 % erneuerbarer Energie beheizt werden. Des Weiteren sollen im Gebäudebereich, insbesondere bei künftigen Neubauten, bessere Grundlagen für die notwendige Infrastruktur der Elektromobilität geschaffen werden.

Mit einer konsequenten Umsetzung der obigen Massnahmen kann der Zielpfad beim Primärenergieverbrauch im Gebäudebereich gemäss Energierichtplan voraussichtlich eingehalten werden. Im Mobilitätsbereich kann der Zielpfad ohne zusätzliche Massnahmen nicht eingehalten werden.

Die Technischen Betriebe Kreuzlingen (TBK) engagieren sich durch Investitionen in die lokale Solarstromproduktion und beabsichtigen, diese zusätzlich auszubauen. Sie tragen darüber hinaus durch eine proaktive Herangehensweise auch zur forcierten Umsetzung der gesetzlich neu eingeführten Eigenstromverbrauchsregelung bei. Beide Massnahmen führen unmittelbar zu einer ökologischen Aufwertung des lokal abgesetzten Strommix – für städtische Liegenschaften und sämtliche Kundensegmente.

Weiter engagieren sich die TBK zusammen mit anderen Schweizer Stadtwerken über die Beteiligung an der Swissspower Renewables AG in der Produktion von ökologisch hochwertigem Strom aus Wind- und Wasserkraft in Deutschland und Italien. Das Produktportfolio umfasst mittlerweile eine Jahresmenge von über 400 Gigawattstunden (GWh). Bezogen auf den Beteiligungsanteil können den TBK rund 8 GWh zugeordnet werden. Das entspricht knapp 8 % des Stromabsatzes im Netz der Stadt Kreuzlingen oder rund 14 % der Absatzmenge in der Grundversorgung.

Zu erwähnen ist weiter, dass der Verband der Schweizerischen Gasindustrie (VSG), dem auch die TBK angehören, ebenfalls grosse Anstrengungen unternimmt, um den fossilen Gasanteil durch Substitution von erneuerbaren Gasen zu reduzieren. Zielsetzung ist es, den Anteil an erneuerbaren Gasen im gasversorgten Wärmemarkt bis 2030 auf 30 % zu erhöhen.

3 Bereich Klimaanpassung (Adaptation)²

Der zweite Handlungsbereich innerhalb der Klimapolitik für die Gemeinden ist die Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels („Klimaanpassung“ oder „Klimaadaptation“). Auch wenn die Emission von Treibhausgasen durch Klimaschutzmassnahmen global gestoppt werden kann (möglichst vor dem Jahr 2050), werden die meisten Auswirkungen des Klimawandels noch über Jahrhunderte bestehen und spürbar bleiben (Beilage 7: Kapitel A.3, B.6, C.2 und D.3). Im Pariser Klimaübereinkommen aus dem Jahr 2015 verpflichtet sich die Schweiz – nebst dem Klimaschutz – deshalb auch zur Klimaanpassung (in Kraft seit 5. November 2017).

Der Bundesrat listet in seiner Strategie „Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz“ (2015) folgende – nach Region unterschiedlich ausgeprägten – Herausforderungen auf:

- Die Hitzebelastung in den Agglomerationen und Städten nimmt zu.
- Trockenperioden werden im Sommer häufiger, länger und intensiver.
- Das Hochwasserrisiko steigt.
- In den Alpen, Voralpen und im Jura werden Erdrutsche, Steinschlag, Felsstürze und Murgänge häufiger.
- Die Schneefallgrenze steigt.
- Die Wasser-, Boden- und Luftqualität werden beeinträchtigt.
- Die Lebensräume, die Zusammensetzung der Arten und auch die Landschaft verändern sich.
- Die Gefahr steigt, dass sich Schadorganismen, Krankheiten und invasive gebietsfremde Arten ausbreiten (Beilage 8: Kapitel 1.2, 1.3 und 4 Abb.8).

Die aufgelisteten Veränderungen sind heute bereits spürbar. Für die Stadt Kreuzlingen sind insbesondere die zunehmende Hitzebelastung im Sommer, stärkere Trockenperioden, verbunden mit dem notwendigen Wassermanagement, das zunehmende Hochwasserrisiko sowie die Veränderung in der Zusammensetzung der Lebensräume für Tiere und Pflanzen (inkl. der Ausbreitung invasiver Neobiota) von Relevanz.

Der in der Interpellation „Green Deal für Kreuzlingen“ geforderte Massnahmenkatalog gegen die „vorherrschende Bedrohung durch die Klimaerwärmung“ muss deshalb neben Massnahmen zur Vermeidung des Ausstosses von Treibhausgasen (Klimaschutz) auch Massnahmen zur Klimaanpassung beinhalten.

Die Stadt Kreuzlingen hat bis anhin keine explizite Politik zur Klimaanpassung definiert. Sie hat aber im Rahmen ihrer Verwaltungstätigkeit in den vergangenen Jahren verschiedene Projekte umgesetzt, die gleichzeitig auch der Anpassung an den Klimawandel dienen:

² Die Konzepte Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel sind eng miteinander verknüpft und beschreiben in Kombination den Handlungsspielraum, den fortschreitenden Klimaveränderungen sinnvoll zu begegnen. Klimaanpassung oder Adaptation beschreibt einen Handlungsansatz, der versucht, mit den bereits eingetretenen oder noch zu erwartenden klimatischen Veränderungen umzugehen und dabei die negativen Folgen zu bewältigen, Risiken zu mindern und Chancen zu nutzen. Anpassung kann auf sozialer, ökologischer oder wirtschaftlicher Ebene erfolgen.

- Baumpflanzungen im Rahmen von Neubauprojekten und entlang von Strassen (gemäss Baureglement)
- Umsetzung des Hochwasserschutzes (gemäss kantonalem Gesetz über den Wasserbau und den Schutz vor gravitativen Naturgefahren) und Revitalisierung von Bächen (gemäss kommunalem Richtplan respektive Gewässerschutzgesetz des Bundes)
- Bekämpfung invasiver Pflanzen (gemäss Verordnung des Regierungsrats zur Umweltschutzgesetzgebung resp. Freisetzungsverordnung des Bundes)
- Förderung einheimischer Pflanzenarten bei stadteigenen Projekten und privaten Grundeigentümern (z. B. bei Gestaltungsplänen)

Verschiedene Planungen und Projekte zu diesem Thema sind derzeit innerhalb der Stadtverwaltung in Erarbeitung:

- Im Frühjahr 2019 wurde ein externes Büro für Klima- und Energiekonzepte mit der Erarbeitung einer Klimafunktionskarte für die Stadt beauftragt. Damit sollen Grundlagen zur Klimawirkung von Baudichten, Bauhöhen, Vegetation etc. sowie zur Ermittlung von Luftleitbahnen für kühlende Sommerwinde geschaffen werden, um flächenbezogene Aussagen zur klimatischen Optimierung zu ermöglichen.
- Im neuen Baureglement sind die Einführung einer Grünflächenziffer sowie die Pflicht zur Pflanzung von mindestens einem Baum pro 500 m² Grundstücksfläche bei Neubauten vorgesehen (bisher basierte dies auf einer behördlichen Praxis).
- Der Ordnungsdienst erstellt eine Notfallplanung Naturgefahren für die städtischen Einsatzkräfte.

Die Stadtverwaltung setzt in den für sie relevanten Bereichen verschiedene Massnahmen zur Minderung der Auswirkungen des Klimawandels um. Mit der Erarbeitung des Massnahmenpakets „Green Deal“ sollen allfällige Lücken eruiert und Massnahmen umgesetzt werden.

Ziel ist die Minimierung der Auswirkungen des Klimawandels durch Schutz der Bevölkerung, Umwelt und Infrastrukturen vor Klimaveränderungen und durch Steigerung der Anpassungsfähigkeit (Resilienz).

4 Ziele der städtischen Klimapolitik

Im „Legislaturprogramm 2019 bis 2023“ ist Natur, Umwelt und Energie eines der fünf vom Stadtrat priorisierten Schwerpunktthemen. Darin vorgesehen ist insbesondere die Erarbeitung und Umsetzung von Klimaschutzmassnahmen, unter anderem mit dem Ziel den CO₂-Ausstoss nach Vorgaben des kommunalen Richtplans (Teil E Energie) zu reduzieren.

Mit der Festlegung des Klimaziels von maximal 1.5 °C globaler Erwärmung (Paris 2015) reifte auch die Erkenntnis, dass die bisher vertretenen Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft dafür nicht ausreichen. Um die mittlere globale Erwärmung unter 1.5 °C zu halten, muss der bilanzierte Ausstoss von Treibhausgasen bis 2050 auf Null absinken („Netto Null bis 2050“). Über diesen Zeitpunkt hinaus bestehende Emissionen müssen durch dauerhafte Einlagerungen in Biomasse oder Gestein, sogenannte „Senken“, kompensiert werden.

Im neuen Leitkonzept der 2000-Watt-Gesellschaft 2019 ist die Anforderung „Netto-Null-Emissionen“ zu erfüllen, basierend auf 100 % erneuerbarer, klimaneutraler Energieversorgung bis ins Jahr 2050, um das Ziel des Pariser Abkommens zu erreichen.

Der Bundesrat hat seine bisherigen Ziele verschärft und beschlossen, dass die Schweiz bis 2050 nicht mehr Treibhausgase ausstossen soll, als natürliche und technische Speicher aufnehmen können. Dies entspricht dem neuen 2000-Watt-Leitbild und „Netto-Null-Emissionen“, die bis 2050 umgesetzt werden müssen (Beilage 9). Konkret muss die Gesellschaft in Zukunft ihren Energiebedarf zu 100 % aus erneuerbaren Quellen produzieren.

Ein Ausschuss der Klimabündnisstädte Schweiz erarbeitet aktuell eine „Energie- und Klimacharta der Städte und Gemeinden“ mit Handlungsleitsätzen, die sich ebenfalls auf „Netto Null bis 2050“ beziehen (Beilage 10). Nach Vorliegen der definitiven Charta (ca. Anfang 2020) werden die Klimabündnisstädte angehalten, sich per Exekutivbeschluss direkt zur Charta oder zu eigenen, gleichwertigen Zielen zu bekennen.

Der Stadtrat ist sich bewusst, dass Städte eine bedeutende Rolle bei der Umsetzung der klimapolitischen Ziele spielen. Die Stadt Kreuzlingen nimmt ihre Verantwortung im Rahmen ihrer Möglichkeiten dabei deutlich wahr. Mit den in den letzten Jahren umgesetzten Massnahmen wurden wesentliche Verbesserungen erreicht. Weitere Massnahmen sind in Erarbeitung oder werden in die Wege geleitet. Die vom Bundesrat geforderte energiepolitische Zielsetzung „Netto-Null-Emissionen“ bis 2050 verschärft den Energieabsenkpfad im kommunalen Richtplan 2019 und stellt eine zusätzliche Herausforderung dar.

Der Stadtrat ist bereit, einen Massnahmenplan zu erarbeiten, der sich an den Zielen des kommunalen Richtplans orientiert und zusätzlich „Netto-Null bis 2050“ als Ziel anstrebt. Die Massnahmen sollen die beiden Bereiche Klimaschutz und Klimaanpassung abdecken. Dabei sind alle Verwaltungsbereiche zu berücksichtigen. Die Rolle der Vorbildfunktion der öffentlichen Hand soll so weit als möglich durch Massnahmen mit grosser Aussenwirkung wahrgenommen werden. Neben technologischen, ökologischen und volkswirtschaftlichen Aspekten ist der zur Umsetzung der Massnahmen erforderliche Aufwand und der Einsatz der erforderlichen finanziellen und personellen Mittel und Möglichkeiten in die Betrachtung miteinzubeziehen und gegebenenfalls der Bedarf an zusätzlichen Ressourcen zu prüfen.

Das Erstellen eines Massnahmenplans, wie in der Interpellation gefordert, ist notwendig und auch im Sinne der kommunalen Energiepolitik. Dies bedingt den Einbezug sämtlicher Verwaltungsbereiche und aufgrund der umfangreichen Betrachtungen und der gegenseitigen Abstimmungsmassnahmen ebenfalls die Einplanung genügend zeitlicher, personeller und finanzieller Ressourcen. Die Projektkoordination der erforderlichen internen und externen Beiträge erfolgt durch das Ressort Umwelt und Energie. Zur Projektbegleitung und -unterstützung ist eine externe Fachberatung und zur beratenden Begleitung die bestehende Projektsteuerungsgruppe Energie vorgesehen. Die

Erarbeitung eines sorgfältig ausgearbeiteten Massnahmenplans gemäss obiger Kriterien benötigt einen Zeitraum von mindestens acht Monaten ab Projektbeginn.

Kreuzlingen, 12. November 2019

Stadtrat Kreuzlingen

Thomas Niederberger, Stadtpräsident

Michael Stahl, Stadtschreiber

Beilagen

1. Interpellation Green Deal für Kreuzlingen
2. Begründung der Interpellation vom 4. Juli 2019 (Gemeinderätin Fabienne Herzog)
3. Faktenblatt Energiestadt
4. Labelerteilung Energiestadt 2018
5. Stadtratsbeschluss 2019-194 vom 1. Oktober 2019
6. Kreuzlingen 2000-Watt-Ziele
7. 1.5 °C Globale Erwärmung (IPCC), Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger (Kapitel A.3, B.6, C.2 und D.3)
8. Anpassung an den Klimawandel (Kapitel 1.2, 1.3 und 4 Abb. 8)
9. Bundesrat will bis 2050 eine klimaneutrale Schweiz (Medienmitteilung BFE, 28.08.2019)
10. Energie- und Klimamanifest der Städte und Gemeinden (Entwurf 25.07.2019)

Mitteilung an

- Mitglieder des Gemeinderates
- Medien



Kreuzlingen, 09. Mai 2019

Interpellation «Green Deal für Kreuzlingen»

In den 1930er Jahren lancierte der US-Präsident Franklin D. Roosevelt den New Deal, der angesichts der schweren Wirtschaftskrise in den USA mit wirtschafts- und sozialpolitischen Massnahmen einerseits die Wirtschaft fördern, und andererseits langfristige Reformen einleiten sollte. Nach dem Vorbild der US-Amerikanischen New Deal Strategie hat sich in den letzten Jahren als Reaktion auf die vorherrschende Klimakrise die Idee eines sogenannten Green Deals entwickelt. Der Green Deal kombiniert Roosevelts Idee, die Wirtschaft zu fördern mit modernen Klimaschutzmassnahmen wie beispielsweise der Förderung erneuerbarer, sauberer Energie und Ressourceneffizienz.

Anfang Februar 2019 hat der bürgerlich geprägte Grosse Rat des Kantons Graubünden einen Vorstoss für einen Aktionsplan «Green Deal für Graubünden» mit einer 2/3 Mehrheit gutgeheissen. Der Bündner Vorstoss weist darauf hin, dass die bisherigen Bestrebungen zum Klimaschutz nicht ausreichen, um die Ziele des Pariser Klimaabkommens, welches die Klimaerwärmung auf 1.5°C beschränken will, zu erreichen. «Eine rasche Intensivierung der Klimaschutzmassnahmen auf allen staatlichen Ebenen, die deutliche Steigerung der Effizienz in der Energie- und Ressourcennutzung und umfassende Nachhaltigkeit in der Abdeckung der verbleibenden Bedürfnisse sind daher dringliche Notwendigkeit». Der Umstieg auf saubere und erneuerbare Energie hätte dabei nicht nur eine positive Auswirkung auf das Klima, sondern fördert auch die Schaffung neuer Arbeitsplätze in diesem Sektor.

Der Kanton Thurgau verfolgt seit längerem einen energiepolitischen Kurs, der stärker auf erneuerbare Energie und höhere Effizienz in der Energienutzung setzt. Dennoch ist das Potential der Energiewende im Kanton Thurgau längst nicht ausgeschöpft. Kreuzlingen könnte als zweitgrösste Stadt im Kanton Thurgau mit gutem Beispiel vorangehen und in einem «Green Deal für Kreuzlingen» wirksame Massnahmen zum Klimaschutz ausarbeiten. Mit einem «Green Deal» könnte Kreuzlingen die Chancen der Energiewende nutzen, um der Klimaerwärmung entgegenzuwirken und gleichzeitig die städtische Wirtschaft anzustossen.

Daher fordern wir den Stadtrat angesichts der vorherrschenden Bedrohung durch die Klimaerwärmung dazu auf, einen Massnahmenkatalog «Green Deal für Kreuzlingen» auszuarbeiten, der eine Intensivierung des Klimaschutzes durch konkrete Massnahmen vorsieht. Der Katalog soll auch einen möglichen Finanzierungsplan sowie gegebenenfalls die Anpassung gesetzlicher Grundlagen enthalten.

Für die Fraktion SP/GEW/ JUSO

GR Fabienne Herzog, GR Ruedi Herzog

Alto Dino

Griffes

Alf. Sulzmann

Alto

[Signature]

Begründung Interpellation „Green Deal für Kreuzlingen“**Auszug aus Wortprotokoll der Gemeinderatsitzung vom 4. Juli 2019**

Interpellationen**4. Begründung Interpellation Green Deal für Kreuzlingen**

GR F. Herzog: Aufgrund dessen, dass die Begründung der Interpellation Green Deal für Kreuzlingen an der vorletzten Sitzung ein bisschen untergegangen ist, darf ich dies im Rahmen dieser Sitzung noch nachholen. Ich glaube, sehr weit ausholen muss ich gar nicht. Ein Blick auf die Temperaturen der vergangenen Wochen – meine Meteo-App hat 32, 34 und 36 Grad angezeigt – sagt schon mehr als tausend Worte. Ähnlich alarmierende Nachrichten traten Anfang Juni auch betreffend Eisschmelze in der Arktis ans Licht. Noch nie seit Beginn der meteorologischen Aufzeichnungen gab es Anfang Juni so wenig Meereis in der Arktis wie in diesem Jahr. Laut Angaben des US-amerikanischen National Snow and Ice Data Center war die Eisschmelze in Grönland schon im April und im Mai höher als der Zehn-Jahres-Durchschnitt, nur um dann im Juni eine steile Kurve nach oben bis zu einer Schmelzrate von 40 % zu nehmen. Nur zum Vergleich: Der Zehn-Jahres-Durchschnitt bezüglich Eisschmelze liegt im Monat Juni unter 10 %. Die Differenz beträgt also gut 30 %. Mittlerweile bewegen wir uns also nicht nur sprichwörtlich, sondern leider auch tatsächlich auf dünnem Eis. Gern zitiere ich an dieser Stelle die Klimajugend: „The time ist now.“ Wir stehen jetzt an einer Kreuzung mit zwei möglichen weiterführenden Wegen. Schlagen wir den einen Weg ein, verursachen wir irreparable Schäden an unserer Atmosphäre und an unserem Ökosystem. Schlagen wir aber den anderen Weg ein, haben wir die Chance, die Kurve gleich noch zu kriegen. Für mich ist es klar, in welche Richtung wir gehen sollen, nämlich in diejenige, in der wir anfangen, etwas gegen die drohende Klimakrise zu unternehmen. Eine Möglichkeit, etwas gegen die Klimakrise zu unternehmen, ist ein Green Deal für Kreuzlingen. Der Green Deal sieht vor, die Ziele des Pariser Klimaabkommens, nämlich die Erderwärmung auf maximal 1.5°C zu beschränken, durch eine rasche Intensivierung der Klimaschutzmassnahmen zu erreichen. Die deutliche Steigerung der Effizienz in der Energie- und Ressourcennutzung, der Umstieg auf 100 % saubere und erneuerbare Energie, das Einhalten von hohen energetischen Standards bei Gebäudesanierungen oder die Förderung des öffentlichen Verkehrs sind nur wenige der möglichen Optionen, die für einen städtischen

Massnahmenkatalog infrage kämen. Die Umsetzung solcher Massnahmen schafft nebst dem Nutzen für die Umwelt auch zahlreiche Arbeitsplätze in diesen Sektoren, was sich wiederum positiv auf die städtische Wirtschaft auswirken wird. Die städtische Wirtschaft soll angekurbelt werden, aber in die richtige Richtung. Statt die Klimakrise zu verschärfen, soll sie möglichst viel zur Reduktion der Klimabelastung beitragen. Es ist also eigentlich eine Win-win-Situation und wir haben nichts zu verlieren. Der Grosse Rat des Kantons Graubünden hat einen entsprechenden Vorstoss gutgeheissen. Schauen wir den Bündner Kollegen nicht tatenlos zu. Ich würde mich sehr freuen, wenn wir uns zusammen stark machen für Massnahmen gegen den Klimawandel, der uns alle gleichermassen betrifft.

Glaubwürdige Energiepolitik

Mit über 21'500 Einwohnern ist Kreuzlingen die zweitgrösste Stadt des Kantons Thurgau und die grösste Schweizer Stadt am Bodensee. Zusammen mit der deutschen Nachbarstadt Konstanz bildet die Grenzstadt eine Agglomeration von rund 130'000 Einwohnern. Der nördliche Stadtteil bildet die Staatsgrenze zu Deutschland und verläuft mitten durch heute dicht bebautes Gebiet. Die südliche Grenze wurde vor dem zweiten Weltkrieg zur Verteidigung gegen einen möglichen Angriff der nördlichen Nachbarn genutzt.

Kreuzlingen ist seit 2004 im Programm Energiestadt dabei und seit 2006 als solche zertifiziert. Im Verlauf der Jahre hat die Stadt grosse Fortschritte gemacht und erreichte beim Re-Audit 2018 einen Erfüllungsgrad von 73 Prozent. Kreuzlingen nimmt seine Vorbildfunktion wahr und lebt eine glaubwürdige Energiepolitik vor. Seit 2005 hat die Stadt strenge Richtlinien für interne Beschaffungen in Anlehnung an EnergieSchweiz. Mit einem ausführlichen Beratungsangebot zu wärmetechnischen Sanierungen, energiegerechtem Bauen und energiebewusstem Verhalten sensibilisiert Kreuzlingen auch die Bevölkerung und private Eigentümer.

Im Aktionsplan für die nächsten vier Jahre hat sich Kreuzlingen ambitionierte Ziele auferlegt. So will sich die Stadt einerseits den Zielen der 2000-Watt-Gesellschaft verpflichten und darüber hinaus das Label «Energiestadt-GOLD» erreichen.

Die energiepolitischen Vorzeigeprojekte

- Kreuzlingen hat sich verpflichtet, Neubauten nach Minergie-A- oder Minergie-P-Standard zu realisieren.
- Die Stadt belegt mehrere Vollzeitstellen für die Bearbeitung von energierelevanten Bereichen.
- Mit dem 2015 erarbeiteten und breit abgestützten Programm fördert Kreuzlingen den Langsamverkehr und behebt Schwachstellen im Fussgängernetz.
- Kreuzlingen vermarktet den regionalen Thurgauer Naturstrom aktiv und bezieht für die kommunalen Gebäude 100 % erneuerbaren Strom.

Daten und Fakten

Stadt: Kreuzlingen
Kanton: Thurgau
Einwohnerzahl: 21'795
Fläche: 11,49 km²
Internet: www.kreuzlingen.ch

Programmeintritt Energiestadt: 2004
1. Zertifizierung: 2006 (54 %)
2. Zertifizierung: 2010 (55 %)
3. Zertifizierung: 2014 (65 %)
4. Zertifizierung: 2018 (73 %)



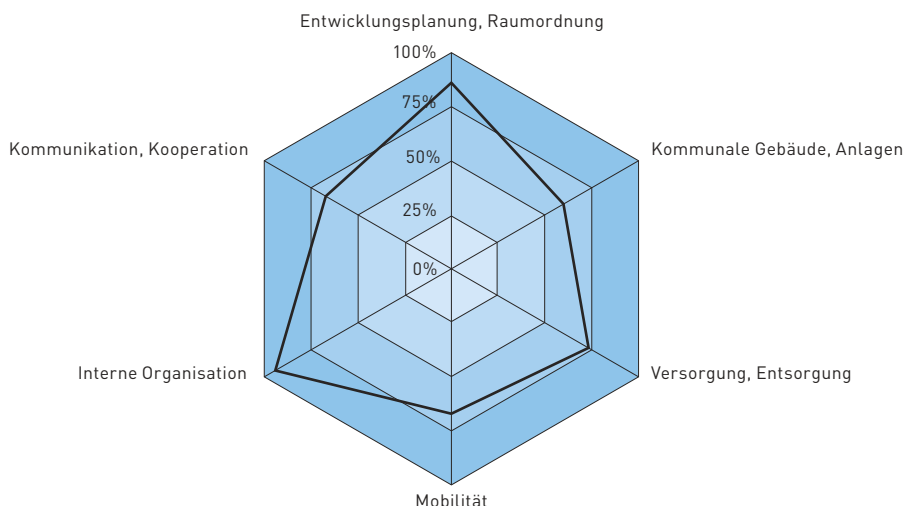


Auf dem Weg zu 2000-Watt

Kreuzlingen strebt eine nachhaltige Politik an, seit 2006 befinden wir uns auf diesem Weg. Mit dem Richtplan 2016 hat unsere Stadt das nächste Kapitel eingeleitet und einen Absenkpfad im Sinne der 2000-Watt-Gesellschaft definiert. Dabei wollen wir unseren Energieverbrauch und die CO₂-Emissionen reduzieren, die Energieeffizienz steigern sowie den Anteil erneuerbarer Energie erhöhen. Das sind unsere langfristigen Ziele. Für die nächste Zertifizierung streben wir sicherlich das GOLD-Label an. Beim Erreichen dieser Ziele wird uns auch die Zusammenarbeit mit den stadteigenen Werken TBK helfen, die Teil der Swisspower Stadtwerke sind und ihren Masterplan an der schweizerischen Energiestrategie 2050 ausgerichtet haben. Mit unserem Förderprogramm unterhalten wir auch die Beziehungen mit privaten Eigentümern und der Bevölkerung.

*Ernst Zülle,
Stadtrat, Kreuzlingen*

Energiepolitisches Profil 2018



Das Spinnendiagramm stellt dar, welchen Anteil (in %) die Stadt Kreuzlingen von ihrem energiepolitischen Handlungspotenzial ausschöpft. Um das Label «Energistadt» zu erhalten, muss eine Gemeinde 50% ihres Potenzials ausschöpfen, für das Label «European Energy Award GOLD» 75%. Die Stadt Kreuzlingen erreichte 2018 einen Anteil von 73%.

Die nächsten Schritte

Die Stadt Kreuzlingen will in den kommenden Jahren:

- die Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft anstreben;
- den Neubau der Stadtverwaltung 2000-Watt-kompatibel realisieren;
- die Massnahmen der Energie- und Verkehrsrichtpläne umsetzen;
- das Label «Energistadt-GOLD» beim Re-Audit 2022 erreichen.

Kontakt Energistadt Kreuzlingen

Gunter Maurer, Tel.: 071 677 63 84
gunter.maurer@kreuzlingen.ch

Energistadt-Berater

Kurt Plodeck, Tel.: 052 315 54 25
ecs@plodeck.ch

Weitere Informationen

www.energiestadt.ch/kreuzlingen



EnergieSchweiz ist eine vom Bundesrat ins Leben gerufene Initiative zur Umsetzung der Schweizer Energiepolitik. Das Bundesamt für Energie unterstützt über die Programme von EnergieSchweiz auch Städte, Gemeinden und Areale sowie Regionen finanziell und fachlich in ihrem Engagement für mehr Energieeffizienz und erneuerbare Energien.

Der Trägerverein vergibt das Label «**Energistadt**» an Städte, Gemeinden und Regionen, die sich kontinuierlich für eine effiziente Nutzung von Energie, den Klimaschutz und erneuerbare Energien engagieren. Die Vergabekriterien sind anspruchsvoll – was langfristig hohe Standards garantiert und das Label zu einem wertvollen Planungswerkzeug macht. Es existieren bereits über 400 «Energistädte».



Stadt Kreuzlingen

Beschluss der Labelkommission

Die Labelkommission des Trägervereins Energiestadt hat an ihrer Sitzung vom 27. März 2018 entschieden, der

Stadt Kreuzlingen
das Label Energiestadt® erneut zu erteilen.

Beurteilung

Die Beurteilung basiert auf den Statuten und dem Reglement des Trägervereins Energiestadt sowie folgender Dokumentation zum energiepolitischen Engagement:

- Antrag zur Erteilung des Labels
- Beschlüsse der zuständigen Behörde
- Portrait / allgemeine Daten
- Bestandesaufnahme mit entsprechenden Belegen
- Energiepolitisches Programm
- Auditrapport
- Positive Stellungnahme der kantonalen Energiefachstelle
- Mitgliedschaft im Trägerverein Energiestadt.

Die Stadt Kreuzlingen erhält das Label Energiestadt mit folgender Bewertung erteilt:

Von insgesamt 490 möglichen Punkten wurden deren 357.6 = 73% erreicht.

Aus der Würdigung des Auditors:

Die Stadt Kreuzlingen hat mit ihren umgesetzten Massnahmen in den letzten 4 Jahren erhebliche Verbesserungen erzielt. Eine umfassende Energieplanung mit klaren Bekenntnissen und qualitativen Zielen soll bis 2022 das Erreichen des Goldlabels ermöglichen. Die vorgesehenen Projekte wie das neue Stadthaus oder die Erneuerung des Hallenbads korrespondieren mit den Grundsätzen Energiebedarfsreduktion, Effizienzsteigerung und Realisierung der 2000W Gesellschaft. Wenn die Potentiale bei den kommunalen Gebäuden, der Mobilität und der Kommunikation genutzt werden, wird sich das Ziel in den nächsten 4 Jahren erreichen lassen. Das Hauptgewicht soll die Reduktion des fossilen Energieverbrauchs bleiben, damit der CO₂ Verbrauch wirklich sinkt.

Rechte und Pflichten

- Mit diesem Beschluss wird das Recht erteilt, die Bezeichnung "**Energiestadt®**" zu führen und diesen Begriff bei allen sinnvoll erscheinenden Anwendungen zu verwenden.
- Die Statuten des Trägervereins Energiestadt und das dazugehörige Reglement sind integraler Bestandteil dieser Bewilligung.
- Alle Angaben und Daten, welche im Rahmen der Aktivitäten um das Label zur Verfügung gestellt werden, werden vertraulich behandelt und nur mit dem Einverständnis der zuständigen Personen publiziert.
- Alle Angaben und Daten, welche im Rahmen des Zertifizierungsprozesses zur Verfügung gestellt werden, dürfen von den Verantwortlichen des Trägervereins Energiestadt und des Programms Energiestadt unter der Einhaltung des Datenschutzes im Rahmen von Zertifizierung, Eichung und Weiterentwicklung verwendet werden.
- Energiestädte sind Mitglieder des Trägervereins Energiestadt und kommen in den Genuss der entsprechenden Dienstleistungen. Sie können bei den Unterstützungs-programmen des Bundes für Energiestädte teilnehmen.
- Der Beschluss verpflichtet die zuständige Behörde, die Hinweise aus der Auditsitzung zur Kenntnis zu nehmen und diese in den kommenden Jahren mit dem energiepolitischen Programm umzusetzen.

Unterzeichnung

Ort: Zürich

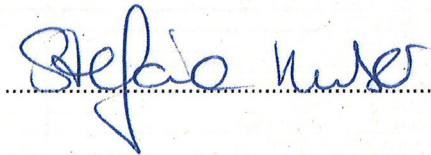
Datum: 27.03.2018

Der Vorsitzende:



.....

Die Geschäftsstelle:



.....

im Namen der Labelkommission Trägerverein Energiestadt:

Michael Casutt, Amt für Energie und Verkehr, Kanton Graubünden (Präsident)
Christoph Bläsi, Amt für Wirtschaft und Arbeit, Kanton Solothurn
Stefano Giamboni, Service de l'énergie et de l'environnement, Canton de Neuchâtel
Felix Jehle, Amt für Umweltschutz und Energie, Basel-Landschaft
Moritz Kulawik, Umwelt und Energie, Kanton Luzern
Martin Niederberger, Bauabteilung, Gemeinde Münsingen (BE)
Alex Nietlisbach, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft, Kanton Zürich
Nathalie Rossier, Energies, Commune de Vernier (GE)
Frank Rüede, Departement Bau, Verkehr und Umwelt, Kanton Aargau
Christian Dürr, Wasser-und Elektrizitätswerk Walenstadt (SG)
Marcel Knöri, Amt für Umwelt und Energie, Kanton St.Gallen

	Pot	Bewertung	%
Resultat vor Audit	490.0	357.6	73.0%
Resultat nach Audit	490.0	357.6	73.0%
Resultat nach LK	490.0	357.6	73.0%

		Bewertung im Antrag		
		Punkte		
		max.	mögl.	eff. %
1 Entwicklungsplanung, Raumordnung				
1.1.1	Energie- und Klimaziele	6	6	90%
1.1.2	Energie- und Klimakonzept respektive -strategie	6	6	90%
1.1.3	Bilanz, Indikatoren-systeme	10	10	90%
1.1.4	Anpassung an den Klimawandel	6	6	80%
1.1.5	Abfall- und Ressourcenplanung	6	6	100%
1.2.1	Räumliche Energieplanung	10	10	90%
1.2.2	Mobilitäts- und Verkehrsplanung	10	10	90%
1.3.1	Grundeigentümergebündelte Instrumente	10	10	70%
1.3.2	Submissionen und Abgaben im Baurecht durch die Gemeinde (behördenverbindliche Instrumente)	10	10	80%
1.4.1	Baubegleitung: Beratung, Prüfung, Kontrolle	10	10	90%
Total	Summe der Änderungen	84	84	86.4%
2 Kommunale Gebäude und Anlagen				
2.1.1	Standards für Bau und Bewirtschaftung öffentlicher Gebäude	6	6	50%
2.1.2	Energiebuchhaltung und Betriebsoptimierung	8	8	70%
2.1.3	Sanierungskonzept und -planung	6	6	60%
2.1.4	Vorbildliche Neubauten oder Sanierungen	6	6	60%
2.2.1	Erneuerbare Energie Wärme (Kälte)	8	8	34%
2.2.2	Erneuerbare Energie Elektrizität	8	8	50%
2.2.3	Energieeffizienz Wärme (Kälte)	8	8	56%
2.2.4	Energieeffizienz Elektrizität	8	8	72%
2.2.5	CO2- und Treibhausgasemissionen	8	8	85%
2.3.1	Öffentliche Beleuchtung	6	6	80%
2.3.2	Wassereffizienz	4	4	40%
Total	Summe der Änderungen	76	76	60.5%
3 Ver- und Entsorgung				
3.1.1	Unternehmensstrategie der Energieversorger	10	10	70%
3.1.2	Angebot, Verkauf und Nutzung von nachhaltigen Produkten und Services (Strom / Gas / Wärme / Wasser)	12	12	70%
3.2.1	Erneuerbare Strom-produktion auf dem Gemeindegebiet	15	15	65%
3.2.2	Leitungsgebundene erneuerbare Wärme (Wärme-Kraftkopplung und Abwärmenutzung)	15	15	70%
3.2.3	Erneuerbare Wärme-produktion und -nutzung auf dem Gemeindegebiet (Einzelanlagen)	10	10	60%
3.2.4	Wasserversorgung und -bewirtschaftung	8	8	90%
3.2.5	Bewirtschaftung der Grünflächen	4	4	80%
3.2.6	Abwasserbewirtschaftung und energetische Nutzung	15	10	90%
3.2.7	Abfallbewirtschaftung und energetische Nutzung	15	10	80%
Total	Summe der Änderungen	104	94	64.9%
4 Mobilität				
4.1.1	Mobilitätsstandards in der Verwaltung	8	8	50%
4.1.2	Mobilitätsstandards in der Gemeinde	4	4	0%
4.2.1	Parkplatzinfrastruktur und -bewirtschaftung	10	10	80%
4.2.2	Temporeduktion	10	10	80%
4.2.3	Lokale Güter-Versorgung	4	4	60%
4.3.1	Fusswegnetz und öffentliche Räume	15	15	70%
4.3.2	Velowegnetz und -infrastruktur	15	15	70%
4.4.1	Öffentlicher Verkehr	15	15	90%
4.4.2	Mobilitätsmanagement und kombinierte Mobilität	15	15	50%
Total	Summe der Änderungen	96	96	67.1%
5 Interne Organisation				
5.1.1	Verantwortlichkeiten, Ressourcen und Abläufe	8	8	100%
5.1.2	Finanzielle Ressourcen für Energie- und Klimapolitik	6	6	100%
5.1.3	Energiestadt-Ver-ankerung (Gremium)	4	4	100%
5.2.1	Erfolgskontrolle und jährliche Planung	10	10	100%
5.2.2	Weiterbildung und Sensibilisierung	6	6	60%
5.2.3	Vorbildfunktion im Beschaffungswesen	10	10	100%
Total	Summe der Änderungen	44	44	94.5%
6 Kommunikation, Kooperation				
6.1.1	Konzeption und Planung	4	4	70%
6.1.2	Vorbildwirkung und Corporate Identity	4	4	60%
6.1.3	Beratung- und Informationsstelle	10	10	90%
6.1.4	Finanzielle Förderung	10	10	100%
6.2.1	Regionale und über-regionale Zusammenarbeit	6	6	80%
6.2.2	Zusammenarbeit mit Schulen und Bildungsinstitutionen	8	8	80%
6.2.3	Zusammenarbeit mit Industrie, Gewerbe, Dienstleistung und Forst-/Landwirtschaft	15	15	60%
6.2.4	Zusammenarbeit mit professionellen Investoren und HauseigentümerInnen	10	10	70%
6.2.5	Kommunikation mit der breiten Bevölkerung	15	15	60%
6.2.6	Partizipation und Multiplikatoren	6	6	60%
6.3.1	Leuchtturmprojekt	8	8	0%
Total	Summe der Änderungen	96	96	66.7%
Resultat		500	490	

Änderungen				Endergebnis
Auditor	Labelkommission			
mögl.	eff. %	mögl.	eff. %	eff. Pkt.
				5.4
				5.4
				9.0
				4.8
				6.0
				9.0
				9.0
				7.0
				8.0
				9.0
84	86.4%	84	86.4%	72.6
mögl.	eff. %	mögl.	eff. %	eff. Pkt.
				3.0
				5.6
				3.6
				3.6
				2.7
				4.0
				4.5
				5.8
				6.8
				4.8
				1.6
76	60.5%	76	60.5%	46.0
mögl.	eff. %	mögl.	eff. %	eff. Pkt.
				7.0
				8.4
				9.8
				10.5
				6.0
				7.2
				3.2
				9.0
				8.0
94	73.5%	94	73.5%	69.1
mögl.	eff. %	mögl.	eff. %	eff. Pkt.
				4.0
				0.0
				8.0
				8.0
				2.4
				10.5
				10.5
				13.5
				7.5
96	67.1%	96	67.1%	64.4
mögl.	eff. %	mögl.	eff. %	eff. Pkt.
				8.0
				6.0
				4.0
				10.0
				3.6
				10.0
44	94.5%	44	94.5%	41.6
mögl.	eff. %	mögl.	eff. %	eff. Pkt.
				2.8
				2.4
				9.0
				10.0
				4.8
				6.4
				9.0
				7.0
				9.0
				3.6
				0.0
96	66.7%	96	67%	64.0
490		490		357.6

Auszug aus dem Protokoll vom 01. Oktober 2019
 Beschluss-Nr. 2019-194

6.07.02

Elektroladestationen, Biogasanteil kommunale Liegenschaften und verstärkte Massnahmen zur Steigerung der Sanierungsquote in Kreuzlingen

Im kommunalen Richtplan 2019, Kapitel E Energie, orientiert sich die Stadt Kreuzlingen an den Grundsätzen der 2000-Watt-Gesellschaft und legt darin einen Zielpfad zur Senkung des Energiebedarfs an Primärenergie und der CO₂-Emissionen innerhalb des Stadtgebiets fest. Gemäss bisherigem Verständnis der 2000-Watt-Ziele soll dadurch bis im Jahr 2100 durch Steigerung der Energieeffizienz und Reduktion der fossilen Energieanteile ein durchschnittlicher Verbrauch von maximal 17'500 kWh (entspricht 2000 Watt Dauerleistung) und eine Tonne CO₂ pro Person und Jahr erreicht werden. Das 2013 eingerichtete Energiemonitoring, basierend auf der jährlichen Erfassung sämtlicher energierelevanten Daten in Kreuzlingen, dient zur Überprüfung auf Einhaltung der Zwischenziele für die Jahre 2025, 2035 und 2050.

Beschluss Nr. E 1.1.2

Absenkpfad

Die Stadt Kreuzlingen legt mit dem Langfristziel eines Dauerverbrauchs von maximal 2'000 Watt pro Person und dem Zwischenziel von maximal 3'500 Watt pro Person bis 2050 folgenden Absenkpfad fest:

Jahr	Primärenergie		CO ₂ -Emissionen	
	Watt	% ggü. 2015	t CO ₂ -Äq.	% ggü. 2015
2015 (Ausgangsjahr)	4'838	100%	6.3	100%
2025	4'392	91%	4.7	75%
2035	3'946	82%	3.2	50%
2050	3'500	72%	1.6	25%
2000-Watt-Gesellschaft	2'000	41%	1.0	16%

Im März 2019 wurde eine externe Studie mit dem Auftrag, das Spektrum möglicher Massnahmen zur Erreichung der Zwischenziele aufzuzeigen, vom Energiestadtbetreuer K. Plodeck vorgestellt. Als Fazit sind „zusätzliche Massnahmenpakete im Bereich Gebäudesanierung und Mobilität zwingend nötig, um einigermaßen auf Kurs zu bleiben“ (Beilage-1).

In der Folge wurden in der Projektsteuerung Energie verschiedene Massnahmen als prioritär erachtet, um die Bereiche Gebäudesanierung, Reduktion fossile Energieträger und Förderung Elektromobilität verstärkt voranzubringen.

- a. Förderung Elektromobilität beim motorisierten Individualverkehr (MIV):
 Der Anteil Neuzulassungen bei den Elektrofahrzeugen nimmt stetig zu. Gemäss dem kantonalen Grundlagenbericht (2018) „Chancen der Elektromobilität für den Kanton

Thurgau“ soll der Anteil Elektrofahrzeuge im Neuwagenmarkt im Jahr 2035 zwischen 28 und 65 % liegen. Das Laden von Elektrofahrzeugen findet zum grössten Teil beim Nutzer zuhause über Nacht statt. Bei bestehenden Gebäuden sind meist keine Ladestationen vorhanden und müssen zum Ärgernis der Betroffenen bei Bedarf kostenintensiv nachgerüstet werden.

Es ist deshalb empfehlenswert, beim Erstellen von Neubauten entsprechende Leerrohre für Elektrizität und Steuerung vorzusehen. Ebenso sollte eine genügend grosse Reserveleistung für den elektrischen Hausanschluss eingeplant werden. Gemeinsam mit den Technischen Betrieben Kreuzlingen (TBK) wurde ein netzvertraglicher Vorschlag erarbeitet, der bei künftigen Bebauungen das Erstellen von elektrischen Ladestationen für Elektrofahrzeuge bei Bedarf einfach ermöglichen soll, im Wortlaut:

„Es ist planerisch zu berücksichtigen, dass mittelfristig bei mindestens 25 % der Bewohner- und Besucherparkplätze das Laden von Elektrofahrzeugen ermöglicht werden kann. Dazu sind Platz für die Ladeinfrastruktur sowie entsprechende Leerrohre für Elektrizität und Steuerung einzuplanen. Bei 10 oder weniger Parkplätzen ist mindestens eine Leistung von 11 kW, ab 11 Parkplätzen mindestens eine Leistung von 1 kW pro Parkplatz vorzusehen.“

In künftigen Gestaltungsplänen soll diese Definition als generelle Auflage erteilt werden. Bei relevanten Baubewilligungen soll auf dieselbe Regelung im Sinne einer Empfehlung hingewiesen werden.

- b. Erhöhung des Anteils erneuerbares Gas bei kommunalen Gebäuden mit Gasheizung
- Sämtliche Gasbezüglerinnen und Gasbezügler in Kreuzlingen werden von den TBK standardmässig seit 2018 mit einem Anteil von 5 % Biogas beliefert. Ab 2020 wird der Anteil auf 10% angehoben, basierend auf folgenden Argumenten:
- Gemäss Eigentümerstrategie Ziffer 2.3.a der Stadt für die TBK soll der Anteil an erneuerbarem Gas gesteigert werden.
 - Die TKB möchte gemäss ihrer Strategie bis 2025 einen Anteil von mindestens 15 % erneuerbarem Gas erreichen.
 - Die Biogasanlage in Tägerwilten wird ab 2020 grössere Mengen an Biogas direkt ins Versorgungsnetz der TBK einspeisen.
 - Ziel des Verbands Schweizerischer Gasindustrie (VSG) ist, den erneuerbaren Anteil bis 2030 auf 30 % (im Wärmesektor) zu steigern.

Durch die Steigerung des Anteils an „erneuerbarem Gas“¹ wird der CO₂-Ausstoss beim Verbrennungsprozess reduziert bzw. ein Teil davon kompensiert. Die Abwahl des Anteils an Biogas durch Kundinnen und Kunden ist per schriftliche Abbestellung jederzeit möglich (OPT OUT-Prinzip analog Stromlieferung).

¹ = Biogas aus Biogasanlagen, synthetisches erneuerbares Gas aus Prozessen wie Power-to-Gas, etc.

Die von der Stadtbehörde genutzten Liegenschaften sind mehrheitlich mit Gasheizungen ausgestattet. Im Zuge der laufenden Sanierungsmassnahmen werden diese vorzugsweise durch Wärmepumpen ersetzt, allerdings ist dies nicht bei allen Gebäuden technisch möglich oder sinnvoll. Die kommunalen Liegenschaften mit Gasheizungen werden im Sinne der Vorbildfunktion der öffentlichen Hand bereits ab 2020 mit einem Anteil von 20 % erneuerbarem Gas betrieben. Die entsprechenden Mehrkosten wurden bereits berücksichtigt und im Budget 2020 bereitgestellt.

Durch eine zusätzliche Steigerung des erneuerbaren Gasanteils wird eine Beschleunigung der CO₂-Reduktionen bewirkt. Der Energierichtplan verpflichtet uns zu CO₂-Reduktionen in grösserem Umfang als bisher und erfordert verstärkte Massnahmen. Der Handlungsspielraum bei stadteigenen Liegenschaften ist relativ gross. Der höhere Anteil an erneuerbarem Gas hilft der Stadt bei der Erreichung des Energiestadt-Gold-Labels.

Aus diesen Gründen soll der Anteil an erneuerbarem Gas ab 2020 linear um jährlich 20 % gesteigert werden (2021: 40 %, 2022: 60 %, 2023: 80 %, 2024: 100 %). Dies entspricht gegenüber dem Jahr 2020 einer Erhöhung der Energiekosten um etwa CHF 70'000.– (basierend auf heutigen Kosten und Preisen) und gesamthaft ab 2024 jährlichen Energiekosten von etwa CHF 140'000.– (Beilage-2).

Der heutige Gasbezug von 1 Mio. kWh/Jahr (stadteigene Bauten in Eigennutzung) soll als Berechnungsgrösse für den anteilmässigen Bezug von erneuerbarem Gas bis Ende 2024 dienen.

- c. Gebäudesanierung: Steigerung der Sanierungsquote durch GEAK²-Plus Förderung
Die Sanierung von Altbauten mit hohem Energiebedarf schreitet nur langsam voran. Die Sanierungsquote in Kreuzlingen liegt wie beim Kanton Thurgau bei jährlich ca. 1 %. Für die ambitionierten Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft sollten sämtliche Altbauten bis 2050 energetisch hochstehend komplett saniert werden, was eine jährliche Sanierungsquote von ca. 3 % erforderlich macht.

Der GEAK-Plus (Energieberatungsbericht mit detaillierten Sanierungsempfehlungen) (Beilage-3) hat sich schweizweit als wirksames Instrument zur umfassenden energetischen Sanierung von Altbauten herausgestellt. Die Kosten für eine Berichterstellung werden vom Kanton Thurgau zu ca. 50 % übernommen. In den Jahren 2017/2018 wurden in Kreuzlingen jährlich 25 bis 30 GEAK-Plus erstellt, was zu jährlich zwei bis drei Gesamtsanierungen auf Stadtgebiet führte. Mehr als zwei Drittel der GEAK-Besteller lösten gemäss Angaben der kantonalen Energiefachstelle zumindest eine Teilsanierung ihres Gebäudes aus (Anteile ähnlich hoch wie im gesamten Kantonsgebiet).

Durch die zusätzliche Förderung von GEAK-Plus-Berichten durch die Stadt Kreuzlingen additiv zur kantonalen Förderung wird eine Steigerung der heutigen Sanierungsquote

² Gebäudeenergieausweis der Kantone

erwartet. Wünschenswert wäre eine Verdreifachung der jährlichen Anzahl an GEAKs im Stadtgebiet Kreuzlingen, was der angestrebten Sanierungsrate von etwa 3 % entsprechen würde. Die hierzu erforderlichen finanziellen kommunalen Fördermittel belaufen sich auf maximal CHF 50'000.– pro Jahr (geschätzt 75 GEAK-Förderungen pro Jahr)

Beispielrechnung in CHF

Kosten GEAK	Anteil Kanton	Anteil Stadt	Eigenanteil Kunde
EFH ca. 1'800.–	1'000.–	600.–	200.– anstatt 800.–
MFH ca. 3'000.–	1'500.–	800.–	700.– anstatt 1'500.–

Die vorgesehene Laufzeit beträgt zehn Jahre und die Kosten gesamthaft ca. CHF 500'000.–.

- d. Gebäudesanierung: Ersatz fossiler Heizanlagen durch erneuerbare Energieträger
Die Energieberatungsstellen im Kanton Thurgau bieten zusätzlich zur kostenlosen Erstberatung seit 2018 verschiedene massgeschneiderte kostenpflichtige Impulsberatungen an. Die Kosten für den Beratungsaufwand werden den einzelnen Beratungsstellen nach Art und Anzahl erfolgter Beratungen durch den Kanton jährlich vergütet und ein Teil dieser Kosten den Kundinnen und Kunden durch den Kanton direkt in Rechnung gestellt. Bei personellen Engpässen oder Ferienabsenzen helfen sich die einzelnen Beratungsstellen gegenseitig aus.

Als wirksames Instrument zum Ersatz fossiler Heizanlagen hat sich die Impulsberatung „Heizanlagenersatz“ (Beilage 4) herausgestellt. Ausserdem wurden in mehreren Gemeinden und Städten gezielt Eigentümerinnen und Eigentümer mit älteren fossilen Heizanlagen über ein Schreiben auf das kostenpflichtige Beratungsangebot „Heizanlagenersatz“ und die Kostenübernahme durch die Stadt hingewiesen. Bei etwa der Hälfte der stattgefundenen Beratungen konnte ein Umstieg von fossiler auf erneuerbare Energieproduktion, oft kombiniert mit energetischen Sanierungsmassnahmen der Gebäudehülle, bewirkt werden.

Die Anzahl älterer Ölheizanlagen in Kreuzlingen, die kurz oder mittelfristig betriebstechnisch gesehen ersetzt werden müssen, wird auf ca. 400 – 500 geschätzt. Bei aktiver Bewerbung des obigen Angebots einer kostenlosen Impulsberatung „Heizanlagenersatz“ mit Kostenübernahme durch die Stadt Kreuzlingen wären einmalig Fördergelder in der Höhe von total etwa CHF 10'000.– erforderlich (Annahme: 20 % -Anteil Rücklauf an Antworten: 80 – 100 Beratungen à CHF 100.– verteilt auf zwei Jahre à CHF 5'000.–).

Sämtliche obigen Massnahmen wurden in der Projektsteuerung Energie diskutiert und werden zum Beschluss durch den Stadtrat empfohlen.

Erwägungen

Die Auflagen zum möglichen Erstellen von Elektro-Ladestationen bei Parkieranlagen sind verhältnismässig und im Sinn der angestrebten Mobilitätsentwicklung. In künftigen Gestaltungsplänen sollen diese als Auflage und bei relevanten Baubewilligungen ab sofort als Empfehlung erteilt werden.

Durch die Steigerung des Biogasanteils wird eine Beschleunigung der CO₂-Reduktionen erreicht. Der Energierichtplan verpflichtet uns zu CO₂-Reduktionen in grösserem Umfang als bisher und erfordert verstärkte Massnahmen. Die lineare Erhöhung auf 100 % Biogasanteil führt zur fossilsfreien Energieversorgung der kommunalen Gebäude (Netto Null kommunal) und ist ein wichtiges Signal für die Öffentlichkeit. Die Mehrkosten werden aus den für die Liegenschaften zuständigen Ressorts der TBK, des Ordnungsdienstes und der Liegenschaftsverwaltung in den Jahresbudgets bereitgestellt.

Die finanzielle Förderung der Beratungsangebote additiv zur kantonalen Förderung bietet die Möglichkeit, die Bevölkerung im grösseren Mass als bisher zu Sanierungen und somit zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Reduktion des fossilen Energiebedarfs zu motivieren. Die empfohlene Sanierungsrate von durchschnittlich 3 % ist anzustreben und die Schaffung zusätzlicher finanzieller Anreize zur verstärkten. Beratungen über einen längeren Zeitraum erscheinen als sinnvolle Massnahme. In einer ersten Phase soll für die nächsten zwei Jahre die Wirksamkeit der zusätzlichen kommunalen GEAK-Förderung erprobt und anschliessend ausgewertet werden. Eine Kostenbeteiligung von CHF 600.– (MFH) und CHF 800.– (MFH) erscheint als relativ hoch und wird halbiert. Mit gezielter Adressierung soll auf die zusätzliche Förderung hingewiesen werden. Ein Grossteil der Kosten kann aus den bestehenden Förderkonten 7690.3635.00 (Objektbeiträge an Unternehmen) und 7690.3637.00 (Objektbeiträge an Private) bereitgestellt werden. In den Jahren 2016 bis 2018 wurden durch diese beiden Konten jährlich Fördermittel in der Höhe von ca. CHF 40'000.– beansprucht. Das heutige Budget für Förderbeiträge liegt jährlich bei durchschnittlich CHF 40'000.–. Die zusätzlich notwendigen finanziellen Mittel aus den obigen Massnahmen belaufen sich auf etwa CHF 25'000.– jährlich (ohne Berücksichtigung interner Aufwände).

Berechnung in CHF

Kosten GEAK	Anteil Kanton	Anteil Stadt	Eigenanteil Kunde
EFH ca. 1'800.–	1'000.–	300.–	500.– anstatt 800.–
MFH ca. 3'000.–	1'500.–	400.–	1'100.– anstatt 1'500.–

Die voraussichtlichen Kosten der kommunalen GEAK-Förderung für die Jahre 2020 und 2021 belaufen sich gesamthaft auf maximal CHF 50'000.–.

Mit Stadtratsbeschluss vom 20. Oktober 2015 erklärte sich der Stadtrat grundsätzlich bereit, im Bedarfsfall jährliche Energiefördermittel in der Höhe von CHF 100'000.– per Nachtragskredit zu bewilligen. Allfällige Budgetüberschreitungen bis zu CHF 60'000.– (davon CHF 25'000 für eine kommunale GEAK-Förderung) können somit 2020 abgefangen werden. Ab 2021 wird aufgrund verstärkter Sanierungsaktivitäten zusätzlich ein Anstieg der kommunalen Förderbeiträge für Gebäudesanierungen um schätzungsweise CHF 60'000.– bis CHF 80'000.– erwartet.

Falls die aus aktueller Sicht vorgesehenen Massnahmen wie erwartet greifen, wird ab 2021 mit jährlichen Energieförderbeiträgen von gesamthaft CHF 120'000.– bis CHF 140'000.– gerechnet. Die höheren Fördersummen sind rechtzeitig zu budgetieren und vom Gemeinderat bewilligen zu lassen. Die bestehende Förderrichtlinie ist entsprechend zu aktualisieren.

Über die neuen Beratungsangebote wird ein geeignetes Kommunikationskonzept erstellt und mit Unterstützung der Kommunikationsabteilung veröffentlicht.

Sämtliche Massnahmen sind im Einklang mit den energiepolitischen Zielen der Stadt und werden als zielführend erachtet. Der Stadtrat ist bereit, über das Budget Fördermittel die vorgesehenen finanziellen Mittel zu bewilligen und ab 2022 im Bedarfsfall und im Rahmen seiner Finanzkompetenz jährliche Fördermittel in der Höhe von neu CHF 120'000 – 140'000 per Nachtragskredit zu gewähren.

Beschluss

1. Der Aufnahme der Bestimmungen für Elektroladestationen bei Parkieranlagen wird zugestimmt.
2. Der linearen Steigerung des Anteils erneuerbaren Gases der kommunalen Gebäude gemäss obiger Auflistung und der Berücksichtigung der ab 2021 bis 2024 jährlich schrittweise um CHF 17'000.– angehobenen Mehrkosten und somit gesamthaften Energiekosten der aufgeführten Gebäude von etwa CHF 140'000.– ab 2024 wird zugestimmt.
3. Der finanziellen Förderung zum Erstellen von GEAK-Plus Berichten mit dem Ziel der Steigerung der jährlichen Sanierungsrate von 1 auf 3 % wird über einen Zeitraum von 2 Jahren zugestimmt. Der Stadtrat ist bereit, hierfür im Jahr 2020 einen Nachtragskredit von maximal CHF 25'000.– zu bewilligen. Die voraussichtlich im Jahr 2021 insgesamt erwarteten Energieförderbeiträge von maximal CHF 120'000.– bis CHF 145'000.– (CHF 100'000.– bis CHF 120'000.– für Förderung Gebäudesanierungen und max. CHF 25'000.– für Förderung von GEAK-Berichten) sollen in die Budgetierung 2021 aufgenommen werden. Die Eigentümer der Liegenschaften mit hohem Sanierungspotential sollen gezielt schriftlich auf die kommunale GEAK-Zusatzförderung hingewiesen werden.

Der Stadtrat ist grundsätzlich bereit, ab 2022 im Bedarfsfall und im Rahmen seiner Finanzkompetenz neu jährliche Fördermittel in der Höhe von maximal CHF 140'000.– per Nachtragskredit zu bewilligen (Aufstockung um CHF 40'000.– gegenüber Stadratsbeschluss vom Oktober 2015).

4. Der finanziellen Förderung der Impulsberatungen „Heizanlagenersatz“ über einen Zeitraum von zwei Jahren gemäss Vorschlag der Projektsteuerungsgruppe Energie

wird zugestimmt. Der Stadtrat ist bereit, hierfür bei Bedarf im Jahr 2020 Förderbeiträge in der Höhe von maximal CHF 5'000.– als Nachtragskredit zu bewilligen. Ab 2021 sind die hierfür prognostizierten Förderbeiträge in die Budgetierung aufzunehmen.

5. Mitteilung an
- Gunter Maurer, Energiebeauftragter
 - Stefan Braun, Umweltbeauftragter
 - Peter Bergsteiner, Liegenschaftsverwalter
 - Kurt Affolter, Leiter Sicherheit und Häfen
 - Technische Betriebe
 - Finanzabteilung

Stadtrat Kreuzlingen

Thomas Niederberger, Stadtpräsident

Michael Stahl, Stadtschreiber

Beilagen

1. Kreuzlingen 2000 W-Ziele (Zusammenfassung ECS/ Kurt Plodeck)
2. Gebäudeauflistung Biogas-Anteil Erhöhung
3. Informationsblatt GEAK (Gebäude Energieausweis der Kantone)
4. Impulsberatung Heizanlagenersatz

Kreuzlingen 2000 W -Ziele

1. Ausgangslage

Die Energiestadt Kreuzlingen bekannte sich im Rahmen der Ortsplanungsrevision 2017 zu den Zielen der 2000 W- Vision. In diesem Zusammenhang wurde ein Absenkpfad definiert, der vorsieht bis 2050 den Primärenergieverbrauch pro Einwohner um 28% und den CO₂-Ausstoss pro Einwohner um 75% zu reduzieren.

Aufgrund der Energiebilanzen von 2003, 2012, 2016 und 2017 konnten die vergangenen Reduktionen beim Primärenergieverbrauch und CO₂-Ausstoss nachgebildet werden und die zukünftige Entwicklung, bei gleichem Engagement der Gemeinde, (= business as usual) grob prognostiziert werden

Die Ergebnisse zeigen, dass beim Szenario „business as usual“ eine Zielerreichung beim Primärenergieverbrauch im Bereich des Möglichen liegt, bei CO₂-Ausstoss pro Einwohner die Ziele sehr deutlich (um Faktor 2.5) überschritten werden.

2. Zielsetzung

Aufzeigen von Möglichkeiten und Szenarien wie Zielpfad eingehalten werden kann

3. Grobanalyse und Zusammenhänge

Eine Auswertung der Energiebilanzen von 2003, 2012, 2016 und 2017 zeigt, dass vor allem bei der Wärme (Gebäudeheizung) die grössten Fortschritte gemacht wurden. Infolge von Sanierungen und vermehrte Nutzung von erneuerbaren Energien. Somit werden im Bereich Wärme jährlich ca 0.9% der Primärenergie und ca 2.5% des CO₂-Ausstosses reduziert.

Beim Elektroverbrauch ist jedoch seit 2012 eine jährliche Zunahme von ca 2% feststellbar und bei der Mobilität eine jährliche Zunahme von ca 0.2%.

Der spezifische CO₂-Ausstoss beim Bereich Wärme macht den Hauptanteil (55%) des gesamten CO₂-Ausstosses aus, aber auch der CO₂-ausstoss der Mobilität hat mit heute 37% einen relevanten Anteil.

4. Szenarien

Es wurden 3 Szenarien ausgearbeitet, um die zukünftige Entwicklung bei der Primärenergie und CO₂-Ausstosses abzubilden:

- Business as usual (Fortsetzung des bisherigen erreichten)
 - Einbezug von stark wachsenden Wechsel zur Elektromobilität
 - Überproportional erneuerbare Wärme (MUKEN)
- Fokus Wärme (= business as usual plus:)
 - Verdoppelung der Reduktionen Wärme
- Fokus Wärme und Mobilität (= Fokus wärme plus:)
 - Mobilitätsmanagement
 - Reduktion Anzahl PW / Einwohner

4.1 Fokus Wärme

Der Fokus Wärme basiert auf einer Verdoppelung der Reduktionen Wärme gegenüber der letzten Jahre. Um dies zu erreichen ist auch eine Verdoppelung der Gebäudesanierungsquote erforderlich. Dies geschieht nicht automatisch, sondern muss durch Kommunikation und zusätzliche Anreize bewirkt werden.

Dies könnte beispielsweise erfolgen durch eine zusätzliche Förderung von GEAK-Plus. Der GEAK-Plus beinhaltet:

- Istzustandsanalyse und Potentiale
- Grobkostenschätzungen
- Mögliche Vorgehensweisen / Etappierungen
- Nutzen einer Sanierung

Der GEAK Plus ist somit ein kostengünstiger Einstieg zum Thema Sanierung und motiviert Gebäudebesitzer sich eingehender mit dem Thema aktiv auseinanderzusetzen anstelle sich nur situativ passiv sich damit abzugeben. Zwar fördert der Kanton schon mit Beiträgen den GEAK-Plus, dies wird aber immer noch zu wenig genutzt.

Grundlage für das Fokus-Wärme Szenario ist eine Sanierungsquote von 3.3%, das heisst, dass nach 30 Jahren ein Gebäude saniert wird.

Mit den verstärkten Massnahmen „Fokus Wärme“ kann der Zielpfad beim Primärenergieverbrauch eingehalten werden. Beim CO₂ liegen wir aber damit 2050 um einen Faktor von ca 2 daneben

4.2 Fokus Mobilität

Auf das Thema Elektromobilität wird hier nicht weiter eingegangen, da dies bereits im Szenario „business as usual“ abgebildet wurde. Dabei wurde davon ausgegangen, dass bis 2025 1 % aller PW jährlich durch Elektrofahrzeuge ersetzt werden. In der Periode 2025 – 2035 erhöht sich der Wert auf 2% und ab 2035 auf 5%. Umgerechnet heisst das, dass bis 2025 der Elektro-PW-Anteil ca. 8%, 2035: ca. 25% und 2050: ca. 65% beträgt.

Ein Drittel der durch die Elektromobile eingesprten Treibstoff wird dem Strom zugeschlagen, der sowohl beim PrimärEnergieverbrauch als auch beim CO₂ mit dem heutigen Strommix hochgerechnet wurde.

Ein wesentlicher Punkt beim Thema Mobilität fokussiert sich auf „Bewusste Mobilität“. Dazu braucht es ein Umdenken und eine Verhaltensänderung, die nur mittels Information, Motivation, Anreize und Investitionen in zur Verfügung stehender Infrastruktur (evtl Defizitgarantien bei stark erweitertem Car-Sharing- Angebot) Das Resultat sollte dann eine Verminderung der Kennzahl PW / Einwohner sein.

Als Zielgrösse wurde dabei angenommen, dass bis 2035 die Anzahl PW / Einwohner von Städten wie Basel oder Zürich sinkt. Dazu müsste aber auch das Car-Sharing-Angebot proportional mindestens so hoch sein wie in den obgenannten Städten. Für Kreuzlingen, bedeutet dies ca 30 Car-Sharing-Autos. Ohne eine vergleichbare Investition in die Infrastruktur, ist eine derartige Reduktion von PW / EW nicht möglich.

Flankierend sind mobilitätsspezifische Massnahmen erforderlich, die eine Verhaltensänderung folgender Zielgruppen bewirken können.

- Mobilitätsmanagement in Firmen → Reduktion Pendler
 - Gemeinde fördert dies durch grosszügige Kostenbeteiligung am individuellen Firmen-Mobilitätskonzept
- 2.-Auto-Besitzer , ältere Personen oder Bewohner im Zentrum mit sehr guter öV-Erschliessung → Reduktion von oft vermeidbarem Verkehr
 - Gemeinde fördert dies durch „Umstiegs Prämien“ bei Abgabe der Autonummer. zB Fr. 2'000 verteilt über 2 Jahre für SBB, Car-Sharing, Taxi oder Hauslieferdienst.
 - Voraussetzung Infrastruktur / Angebot Car-Sharing ausreichend vorhanden

Als zwingende Begleitmassnahme darf die stete Kommunikation, Information, Schulung (vor allem auch in Schulen), aber auch attraktive Events zum Thema Mobilität nicht fehlen.

Empfohlen wird auch in einer ersten Phase über eine Bevölkerungsbefragung die spezifischen (Firmen, Quartiere, Altersgruppen ...) das derzeitige Mobilitätsverhalten, die effektiven Mobilitätsbedürfnisse und die dazu notwendigen Anreizsysteme für allfälligen Umstieg zu ermitteln. Damit könnte dann zielgerichtet das konkrete weitere Vorgehen bestimmt werden.

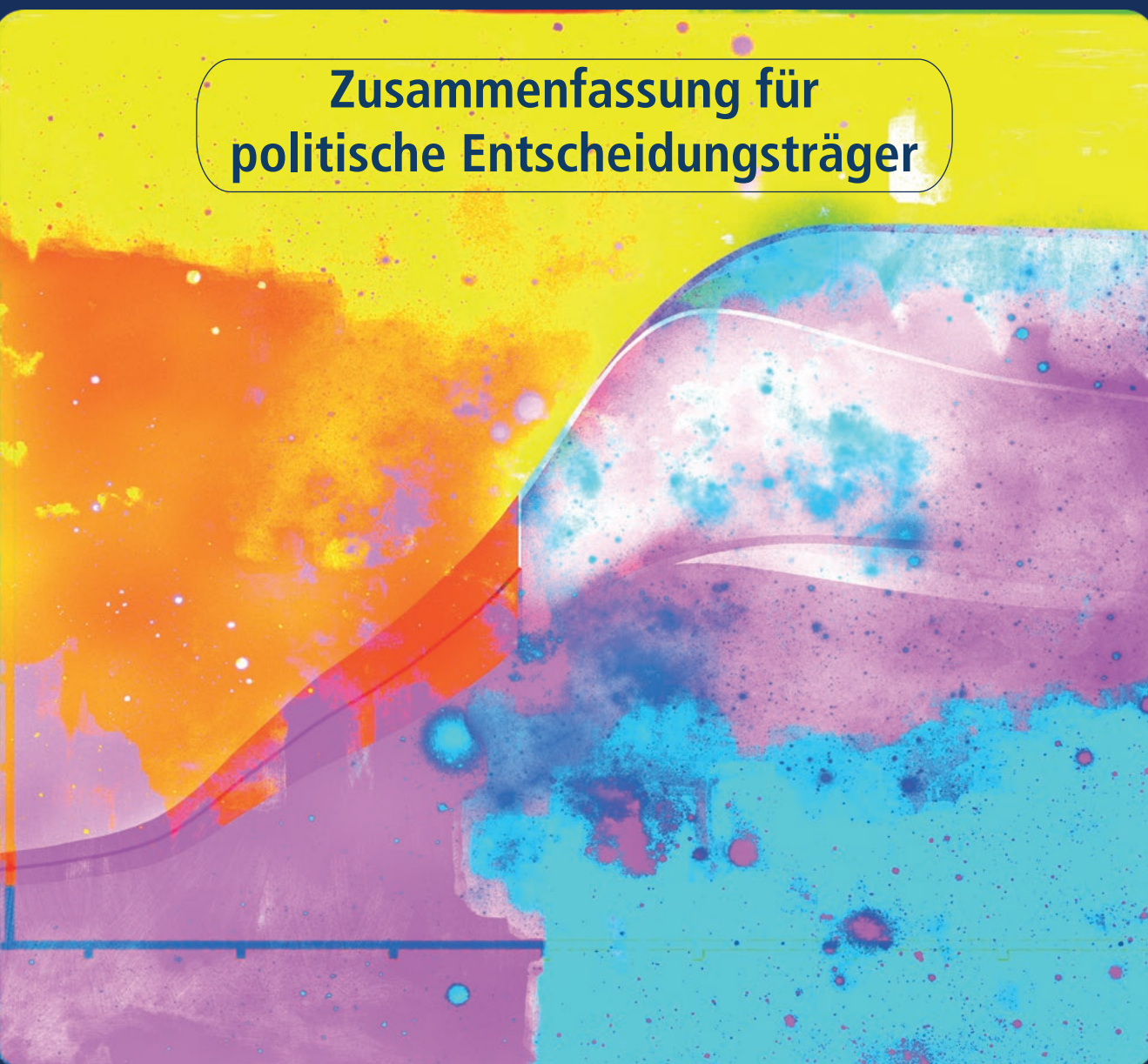
5. Fazit

Die im 2000 –Watt – Zielpfad vorgegebenen Ziele sind sehr ehrgeizig und nicht einfach (business as usual“ zu erreichen. Zusätzliche Massnahmenpakete im Bereich Gebäudesanierung und Mobilität sind zwingend nötig, um einigermassen auf Kurs zu bleiben.

1,5 °C GLOBALE ERWÄRMUNG

Ein IPCC-Sonderbericht über die Folgen einer globalen Erwärmung um 1,5 °C gegenüber vorindustriellem Niveau und die damit verbundenen globalen Treibhausgasemissionspfade im Zusammenhang mit einer Stärkung der weltweiten Reaktion auf die Bedrohung durch den Klimawandel, nachhaltiger Entwicklung und Anstrengungen zur Beseitigung von Armut

**Zusammenfassung für
politische Entscheidungsträger**



1,5 °C globale Erwärmung

Ein IPCC-Sonderbericht über die Folgen einer globalen Erwärmung um 1,5 °C gegenüber vorindustriellem Niveau und die damit verbundenen globalen Treibhausgasemissionspfade im Zusammenhang mit einer Stärkung der weltweiten Reaktion auf die Bedrohung durch den Klimawandel, nachhaltiger Entwicklung und Anstrengungen zur Beseitigung von Armut

Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger

Herausgegeben von

Valérie Masson-Delmotte

Ko-Vorsitzende von
Arbeitsgruppe I

Panmao Zhai

Ko-Vorsitzender von
Arbeitsgruppe I

Hans-Otto Pörtner

Ko-Vorsitzender von
Arbeitsgruppe II

Debra Roberts

Ko-Vorsitzende von
Arbeitsgruppe II

Jim Skea

Ko-Vorsitzender von
Arbeitsgruppe III

Priyadarshi R. Shukla

Ko-Vorsitzender von
Arbeitsgruppe III

Anna Pirani

Leiterin der WGI-Geschäftsstelle

Wilfran Moufouma-Okia

Wissenschaftlicher Leiter

Clotilde Péan

Organisatorische Leiterin

Roz Pidcock

Kommunikationsleiterin

Sarah Connors

Wissenschaftliche
Mitarbeiterin

J. B. Robin Matthews

Wissenschaftlicher
Mitarbeiter

Yang Chen

Wissenschaftlicher
Mitarbeiter

Xiao Zhou

Wissenschaftlicher
Assistent

Melissa I. Gomis

Grafik-Verantwortliche

Elisabeth Lonnoy

Projektassistentin

Tom Maycock

Wissenschaftsredakteur

Melinda Tignor

Leiterin der WGII-
Geschäftsstelle

Tim Waterfield

IT-Verantwortlicher

Geschäftsstelle von Arbeitsgruppe I

Englisches Original

© 2018 Intergovernmental Panel on Climate Change

IPCC, 2018: Summary for Policymakers. In: *Global Warming of 1.5 °C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5 °C above preindustrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* [V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H. O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P. R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J. B. R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M. I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, T. Waterfield (eds.)]. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 32 pp.

Herausgegeben von: Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen (Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC, WMO/UNEP)

Die englische Originalversion dieses Dokuments ist in elektronischer Form auf der IPCC-Webseite unter <http://ipcc.ch/report/sr15/> erhältlich.

Umschlagdesign: Nigel Hawtin

Titelbild: *Time to Choose* von Alisa Singer - www.environmentalgraphiti.org - © Intergovernmental Panel on Climate Change.

Das Kunstwerk ist durch eine Abbildung aus der SPM (Abbildung SPM.1) inspiriert.

Deutsche Übersetzung

Die vorliegende Übersetzung ist keine offizielle Übersetzung durch den IPCC. Sie wurde erstellt mit dem Ziel, die im Originaltext verwendete Sprache möglichst angemessen wiederzugeben.

Herausgeber: Deutsche IPCC-Koordinierungsstelle, DLR Projektträger
www.de-ipcc.de, de-ipcc@dlr.de



Umweltbundesamt GmbH
www.umweltbundesamt.at, publikationen@umweltbundesamt.at



ProClim, Akademie der Naturwissenschaften Schweiz.
www.proclim.ch, proclim@scnat.ch



Übersetzung: A.C.T. Fachübersetzungen GmbH unter Mitarbeit von Carola Best, Paul Bowyer, Sabine Fuss, Gerrit Hansen, Daniela Jacob, Elmar Kriegler, Katja Mintenbeck, Urs Neu, Maike Nikolai, Juliane Petersen, Jan Petzold, Hans-Otto Pörtner, Klaus Radunsky, Nora Weyer

Layout: CD Werbeagentur GmbH

Mitfinanzierung: Deutsches Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Deutsches Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU)
Schweizerisches Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BAFU)
Österreichisches Umweltbundesamt

Bezugsquellen für Übersetzungen:

Diese Übersetzung kann von den Webseiten www.de-ipcc.de, www.proclim.ch und www.umweltbundesamt.at als PDF-Datei heruntergeladen werden.

Kostenfreie Druckexemplare sind erhältlich bei der Deutschen IPCC-Koordinierungsstelle, DLR Projektträger „Umwelt und Nachhaltigkeit“, Heinrich-Konen-Str. 1, 53227 Bonn, Tel: +49 228 3821 1554; E-Mail: de-ipcc@dlr.de, www.de-ipcc.de

Als Gremium der Vereinten Nationen veröffentlicht der IPCC seine Berichte in den sechs offiziellen UN-Sprachen (Arabisch, Chinesisch, Englisch, Französisch, Russisch, Spanisch). Versionen in diesen Sprachen werden auf www.ipcc.ch zum Herunterladen zur Verfügung gestellt. Weitere Informationen erteilt das IPCC-Sekretariat (Adresse: 7bis Avenue de la Paix, C.P. 2300, 1211 Geneva 2, Schweiz; E-Mail: ipcc-sec@wmo.int).

ISBN: 978-3-89100-051-9

Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger

Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger

Autoren des Entwurfs:

Myles Allen (Vereinigtes Königreich), Mustafa Babiker (Sudan), Yang Chen (China), Heleen de Coninck (Niederlande/EU), Sarah Connors (Vereinigtes Königreich), Renee van Diemen (Niederlande), Opha Pauline Dube (Botswana), Kristie L. Ebi (USA), Francois Engelbrecht (Südafrika), Marion Ferrat (Vereinigtes Königreich/Frankreich), James Ford (Vereinigtes Königreich/Kanada), Piers Forster (Vereinigtes Königreich), Sabine Fuss (Deutschland), Tania Guillén Bolaños (Deutschland/Nicaragua), Jordan Harold (Vereinigtes Königreich), Ove Hoegh-Guldberg (Australien), Jean-Charles Hourcade (Frankreich), Daniel Huppmann (Österreich), Daniela Jacob (Deutschland), Kejun Jiang (China), Tom Gabriel Johansen (Norwegen), Mikiko Kainuma (Japan), Kiane de Kleijne (Niederlande/EU), Elmar Kriegler (Deutschland), Debora Ley (Guatemala/Mexiko), Diana Liverman (USA), Nathalie Mahowald (USA), Valérie Masson-Delmotte (Frankreich), J. B. Robin Matthews (Vereinigtes Königreich), Richard Millar (Vereinigtes Königreich), Katja Mintenbeck (Deutschland), Angela Morelli (Norwegen/Italien), Wilfran Moufouma-Okia (Frankreich/Kongo), Luis Mundaca (Schweden/Chile), Maïke Nicolai (Deutschland), Chukwumerije Okereke (Vereinigtes Königreich/Nigeria), Minal Pathak (Indien), Anthony Payne (Vereinigtes Königreich), Roz Pidcock (Vereinigtes Königreich), Anna Pirani (Italien), Elvira Poloczanska (Vereinigtes Königreich/Australien), Hans-Otto Pörtner (Deutschland), Aromar Revi (Indien), Keywan Riahi (Österreich), Debra C. Roberts (Südafrika), Joeri Rogelj (Österreich/Belgien), Joyashree Roy (Indien), Sonia I. Seneviratne (Schweiz), Priyadarshi R. Shukla (Indien), James Skea (Vereinigtes Königreich), Raphael Slade (Vereinigtes Königreich), Drew Shindell (USA), Chandni Singh (Indien), William Solecki (USA), Linda Steg (Niederlande), Michael Taylor (Jamaika), Petra Tschakert (Australien/Österreich), Henri Waisman (Frankreich), Rachel Warren (Vereinigtes Königreich), Panmao Zhai (China), Kirsten Zickfeld (Kanada).

Zitiervorschrift:

IPCC, 2018: Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger. In: *1,5 °C globale Erwärmung. Ein IPCC-Sonderbericht über die Folgen einer globalen Erwärmung um 1,5 °C gegenüber vorindustriellem Niveau und die damit verbundenen globalen Treibhausgasemissionspfade im Zusammenhang mit einer Stärkung der weltweiten Reaktion auf die Bedrohung durch den Klimawandel, nachhaltiger Entwicklung und Anstrengungen zur Beseitigung von Armut*. [V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H. O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P. R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J. B. R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M. I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, T. Waterfield (Hrsg.)]. World Meteorological Organization, Genf, Schweiz. Deutsche Übersetzung auf Basis der Version vom 14.11.2018. Deutsche IPCC-Koordinierungsstelle, ProClim/SCNAT, Österreichisches Umweltbundesamt, Bonn/Bern/Wien, November 2018.

Danksagungen

Wir sind sehr dankbar für die Expertise, die Sorgfalt und das Engagement, das die freiwilligen Koordinierenden Leitautoren* und Leitautoren mit wichtiger Unterstützung durch die vielen beitragenden Autoren gezeigt haben, während sie in jedem Kapitel des Berichts über wissenschaftliche Disziplinen hinweg gearbeitet haben. Die Begutachtungseditoren spielten eine entscheidende Rolle, indem sie den Autorenteams zur Seite standen und die Integrität des Begutachtungsprozesses sicherstellten. Wir bedanken uns aufrichtig bei allen Fach- und Regierungsgutachtern. Besonderer Dank gilt den *Chapter Scientists*[†] dieses Berichts, die alle an sie gestellten Erwartungen weit übertroffen haben: Neville Ellis, Tania Guillén Bolaños, Daniel Huppmann, Kiane de Kleijne, Richard Millar und Chandni Singh.

Wir bedanken uns auch bei den drei stellvertretenden Vorsitzenden des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (*Intergovernmental Panel on Climate Change*, IPCC), Ko Barrett, Thelma Krug und Youba Sokona sowie den Vorstandsmitgliedern der Arbeitsgruppen WGI, WGII und WGIII für ihre Unterstützung, Anleitung und Umsicht während der Erstellung des Berichtes: Amjad Abdulla, Edvin Aldrian, Carlo Carraro, Diriba Korecha Dadi, Fatima Driouech, Andreas Fischlin, Gregory Flato, Jan Fuglestad, Mark Howden, Nagmeldin G. E. Mahmoud, Carlos Mendez, Joy Jacqueline Pereira, Ramón Pichs-Madruga, Andy Reisinger, Roberto Sánchez Rodríguez, Sergey Semenov, Muhammad I. Tariq, Diana Ürge-Vorsatz, Carolina Vera, Pius Yanda, Nouredine Yassaa und Taha Zatari.

Unser aufrichtiger Dank gilt den Gastgebern und Organisatoren des *Scoping Meetings* und der vier Leitautorentreffen für den Sonderbericht über 1,5°C. Mit großem Dank würdigen wir die Unterstützung der Gastgeberländer und -institutionen: Weltorganisation für Meteorologie (WMO), Schweiz; Ministerium für Auswärtige Angelegenheiten und Nationales Institut für Weltraumforschung (INPE), Brasilien; Met Office und die Universität Exeter, Vereinigtes Königreich; Schwedisches Meteorologisches und Hydrologisches Institut (SMHI), Schweden; Ministerium für Umweltschutz und Tourismus, Nationales Komitee für Klimawandel der Abteilung für Meteorologische Dienstleistungen und das Komitee für globalen Umweltwandel an der Universität von Botswana, Botswana sowie Korea Meteorological Administration (KMA) und die Metropole Incheon, Republik Korea. Die Unterstützung durch Regierungen und Institutionen wie auch die Zuwendungen an den IPCC-Treuhandfonds werden dankbar gewürdigt, da sie die Teilnahme der Autorenteams an der Erstellung des Berichts ermöglichten. Der effiziente Einsatz der Geschäftsstelle (*Technical Support Unit*) von Arbeitsgruppe I wurde durch die großzügige finanzielle Unterstützung seitens der französischen Regierung und die Unterstützung bei Verwaltung und Informationstechnologie durch die Universität Paris-Saclay (Frankreich), das Institut Pierre Simon Laplace (IPSL) und das Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE) ermöglicht. Wir bedanken uns beim norwegischen Umweltamt für die Unterstützung bei der Erstellung der Grafiken in der Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger. Wir danken der UNEP-Bibliothek, welche die Autoren während der Entwurfserstellung durch die Bereitstellung von Literatur für den Bericht unterstützt hat.

* Anmerkung des Übersetzers: Allein aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten für beide Geschlechter.

† Anmerkung des Übersetzers: Wissenschaftler, die in speziell dafür geschaffenen Anstellungen die Koordinierenden Leitautoren bei der Berichtserstellung unterstützen.

Wir bedanken uns außerdem bei Abdalah Mokssit, Sekretär des IPCC, sowie bei den Mitarbeitern des IPCC-Sekretariats: Kerstin Stendahl, Jonathan Lynn, Sophie Schlingemann, Judith Ewa, Mxolisi Shongwe, Jesbin Baidya, Werani Zabula, Nina Peeva, Joelle Fernandez, Annie Courtin, Laura Biagioni und Oksana Ekzarho. Dank gebührt Elhousseine Gouaini, der als Organisationsverantwortlicher der 48. Plenarsitzung des IPCC fungierte.

Schließlich möchten wir unsere besondere Wertschätzung für die Geschäftsstellen der Arbeitsgruppen zum Ausdruck bringen, deren unermüdliches Engagement, Professionalität und Enthusiasmus die Anfertigung des vorliegenden Sonderberichts leitete. Dieser Bericht hätte nicht erstellt werden können ohne die Einsatzbereitschaft der Mitglieder der Geschäftsstelle von Arbeitsgruppe I, die – alle neu im IPCC – sich der beispiellosen AR6-Herausforderung gestellt haben und in jeglicher Hinsicht für die Erstellung des Berichts unverzichtbar waren: Yang Chen, Sarah Connors, Melissa Gomis, Elisabeth Lonnoy, Robin Matthews, Wilfran Moufouma-Okia, Clotilde Péan, Roz Pidcock, Anna Pirani, Nicholas Reay, Tim Waterfield und Xiao Zhou. Unser herzlichster Dank gilt der kollegialen und kooperativen Unterstützung durch Marlies Craig, Andrew Okem, Jan Petzold, Melinda Tignor und Nora Weyer der Geschäftsstelle von WGII und Bhushan Kankal, Suvadip Neogi, Joana Portugal Pereira der Geschäftsstelle von WGIII. Besonderer Dank geht an Kenny Coventry, Harmen Gudde, Irene Lorenzoni und Stuart Jenkins für ihre Hilfe mit den Abbildungen in der Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger, sowie an Nigel Hawtin für die grafische Zuarbeit für den Bericht. Darüber hinaus danken wir für folgende Beiträge: Jatinder Padda (Lektorat), Melissa Dawes (Lektorat), Marilyn Anderson (Index), Vincent Grégoire (Layout) und Sarah le Rouzic (Praktikantin).

Die Website für diesen Sonderbericht wurde von Habitat 7 entwickelt, geleitet von Jamie Herring, und der Inhalt des Berichts wurde von Nicholas Reay und Tim Waterfield für die Website aufgearbeitet. Wir sind der UN Foundation dankbar für die Unterstützung der Website-Entwicklung.

Inhalt

Danksagungen	4
Inhalt	7
A: Globale Erwärmung um 1,5 °C verstehen	8
B: Projizierte Klimaänderungen, mögliche Folgen und damit verbundene Risiken	11
C: Mit 1,5 °C globaler Erwärmung konsistente Emissionspfade und Systemübergänge	16
D: Stärkung der weltweiten Reaktion im Zusammenhang mit nachhaltiger Entwicklung und Anstrengungen zur Beseitigung von Armut	22

Einleitung

Dieser Bericht reagiert auf die Einladung an den IPCC, „...2018 einen Sonderbericht über die Folgen einer globalen Erwärmung um 1,5 °C gegenüber vorindustriellem Niveau und die damit verbundenen globalen Treibhausgasemissionspfade zur Verfügung zu stellen“, die Teil der Entscheidung der 21. Konferenz der Vertragsparteien der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen zum Klimawandel war, das Pariser Übereinkommen zu verabschieden.¹

Der IPCC nahm die Einladung im April 2016 an und beschloss die Erstellung dieses Sonderberichts über die Folgen einer globalen Erwärmung um 1,5 °C gegenüber vorindustriellem Niveau und die damit verbundenen globalen Treibhausgasemissionspfade im Zusammenhang mit einer Stärkung der weltweiten Reaktion auf die Bedrohung durch den Klimawandel, nachhaltiger Entwicklung und Anstrengungen zur Beseitigung von Armut.

Diese Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger (*Summary for Policymakers*, SPM) legt die wichtigsten Ergebnisse („Schlüssel-ergebnisse“) des Sonderberichts dar, basierend auf der Bewertung der verfügbaren wissenschaftlichen, technischen und sozioökonomischen Literatur², die im Zusammenhang mit globaler Erwärmung um 1,5 °C und für den Vergleich zwischen globaler Erwärmung um 1,5 °C und 2 °C gegenüber vorindustriellem Niveau relevant ist. Das mit jedem Schlüsselergebnis verbundene Vertrauensniveau wird gemäß der IPCC-Sprachregelung angegeben³. Die zugrundeliegende wissenschaftliche Basis jedes Schlüsselergebnisses wird über die Verweise auf Kapitelabschnitte angegeben. In der SPM werden Wissenslücken im Zusammenhang mit den zugrundeliegenden Kapiteln des Berichts angegeben.

A. Globale Erwärmung um 1,5 °C verstehen⁴

A.1 Menschliche Aktivitäten haben etwa 1,0 °C globale Erwärmung⁵ gegenüber vorindustriellem Niveau verursacht, mit einer *wahrscheinlichen* Bandbreite von 0,8 °C bis 1,2 °C. Die globale Erwärmung erreicht 1,5 °C *wahrscheinlich* zwischen 2030 und 2052, wenn sie mit der aktuellen Geschwindigkeit weiter zunimmt. (*hohes Vertrauen*) (Abbildung SPM.1) {1.2}

A.1.1 Den langfristigen Erwärmungstrend seit vorindustriellen Zeiten widerspiegelnd, lag die beobachtete mittlere globale Oberflächentemperatur in dem Jahrzehnt 2006–2015 um 0,87 °C (*wahrscheinlich* zwischen 0,75 °C und 0,99 °C)⁶ höher als der Durchschnitt für den Zeitraum 1850–1900 (*sehr hohes Vertrauen*). Die geschätzte anthropogene globale Erwärmung stimmt mit dem Ausmaß der beobachteten Erwärmung innerhalb von ± 20 % (*wahrscheinlicher Bereich*) überein. Die geschätzte anthropogene globale Erwärmung nimmt derzeit aufgrund von vergangenen und aktuellen Emissionen pro Jahrzehnt um 0,2 °C (*wahrscheinlich* zwischen 0,1 °C und 0,3 °C) zu (*hohes Vertrauen*). {1.2.1, Tabelle 1.1, 1.2.4}

¹ UNFCCC Entscheidung 1/CP.21, Absatz 21

² Der Bericht bezieht sich auf Literatur, die bis 15. Mai 2018 zur Veröffentlichung akzeptiert war.

³ Jedes Ergebnis beruht auf einer Beurteilung der zugrundeliegenden Belege und der Übereinstimmung. Ein Vertrauensniveau wird unter der Verwendung von fünf Abstufungen angegeben: sehr gering, gering, mittel, hoch und sehr hoch, und kursiv gesetzt, zum Beispiel *mittleres Vertrauen*. Folgende Begriffe wurden verwendet, um die bewertete Wahrscheinlichkeit eines Ergebnisses anzugeben: praktisch sicher 99–100 % Wahrscheinlichkeit, sehr wahrscheinlich 90–100 %, wahrscheinlich 66–100 %, etwa ebenso wahrscheinlich wie nicht 33–66 %, unwahrscheinlich 0–33 %, sehr unwahrscheinlich 0–10 %, besonders unwahrscheinlich 0–1 %. Zusätzliche Begriffe (äußerst wahrscheinlich 95–100 %, eher wahrscheinlich als nicht >50–100 %, eher unwahrscheinlich als wahrscheinlich 0–50 %, äußerst unwahrscheinlich 0–5 %) können ebenfalls verwendet werden wo angebracht. Bewertete Wahrscheinlichkeiten werden kursiv gesetzt, zum Beispiel *sehr wahrscheinlich*. Gleiches galt für den AR5.

Anmerkung des Übersetzers: In dieser Übersetzung wird der weitgefasste englische Ausdruck „evidence“ mit dem Ausdruck „Belege“ wiedergegeben, wobei damit die Summe der vorhandenen Informationen gemeint ist, die je nach Einzelfall einfache Indizien/Hinweise bis zu weitgehend gesicherten Informationen umfassen kann.

⁴ Siehe auch Box SPM.1: Für diesen Sonderbericht wichtige Kernkonzepte

⁵ Das derzeitige Niveau der globalen Erwärmung ist definiert als der Durchschnitt über den Zeitraum von 30 Jahren, in dessen Mitte 2017 liegt, unter der Annahme, dass sich die derzeitige Erwärmungsrate fortsetzt.

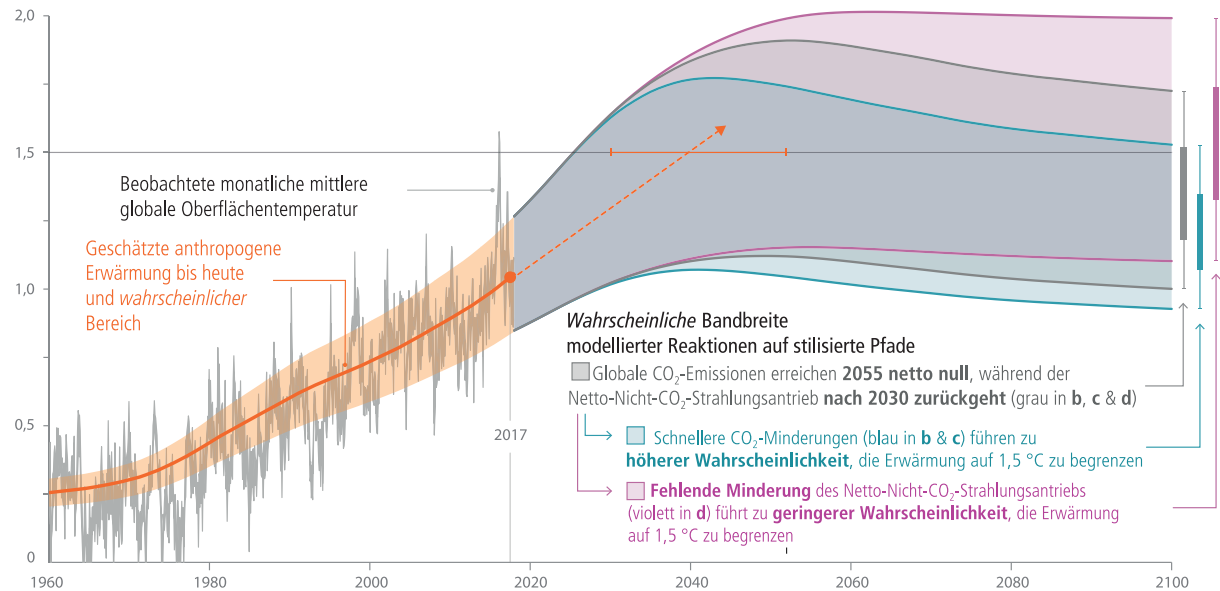
⁶ Diese Bandbreite umfasst die vier verfügbaren fachlich begutachteten Schätzungen der beobachteten Änderung der mittleren globalen Oberflächentemperatur und erfasst zugleich zusätzliche Unsicherheiten aufgrund möglicher kurzfristiger natürlicher Variabilität. {1.2.1, Tabelle 1.1.}

- A.1.2 Viele Landregionen und Jahreszeiten erfahren zurzeit eine Erwärmung, die stärker ist als der globale Jahresdurchschnitt, darunter zwei- bis dreimal höhere Werte in der Arktis. Über Land fällt die Erwärmung im Allgemeinen stärker aus als über dem Ozean. (*hohes Vertrauen*) {1.2.1, 1.2.2, Abbildung 1.1, Abbildung 1.3, 3.3.1, 3.3.2}
- A.1.3 Trends in der Intensität und Häufigkeit mancher Klima- und Wetterextreme wurden über Zeiträume hinweg nachgewiesen, in denen eine globale Erwärmung von etwa 0,5 °C erfolgte (*mittleres Vertrauen*). Diese Bewertung basiert auf mehreren Reihen von Belegen, unter anderem auf Zuordnungsstudien über Veränderungen von Extremen seit 1950. {3.3.1, 3.3.2, 3.3.3}
- A.2 Die Erwärmung durch anthropogene Emissionen seit vorindustrieller Zeit bis heute wird für Jahrhunderte bis Jahrtausende bestehen bleiben und wird weiterhin zusätzliche langfristige Änderungen im Klimasystem bewirken, wie zum Beispiel einen Meeresspiegelanstieg und damit verbundene Folgen (*hohes Vertrauen*), aber es ist *unwahrscheinlich*, dass diese Emissionen allein eine globale Erwärmung von 1,5 °C verursachen (*mittleres Vertrauen*). (Abbildung SPM.1) {1.2, 3.3, Abbildung 1.5}**
- A.2.1 Es ist *unwahrscheinlich*, dass die bis zum heutigen Zeitpunkt erfolgten anthropogenen Emissionen (einschließlich Treibhausgasen, Aerosolen und deren Vorläufersubstanzen) in den nächsten zwei bis drei Jahrzehnten (*hohes Vertrauen*) oder über Zeiträume in der Größenordnung von Jahrhunderten (*mittleres Vertrauen*) eine weitere Erwärmung von mehr als 0,5 °C verursachen. {1.2.4, Abbildung 1.5}
- A.2.2 Das Erreichen und Beibehalten von netto null anthropogenen CO₂-Emissionen sowie ein Rückgang des nicht auf CO₂ zurückzuführenden Netto-Strahlungsantriebs würden die anthropogene globale Erwärmung über Zeiträume in der Größenordnung von mehreren Jahrzehnten zum Stillstand bringen (*hohes Vertrauen*). Die erreichte Maximaltemperatur wird dann durch die kumulativen globalen anthropogenen CO₂-Nettoemissionen bis zu dem Zeitpunkt, an dem die CO₂-Emissionen netto null erreichen (*hohes Vertrauen*), sowie durch das Ausmaß des Nicht-CO₂-Strahlungsantriebs in den Jahrzehnten vor dem Erreichen der Maximaltemperaturen bestimmt (*mittleres Vertrauen*). Über längere Zeiträume können anhaltende negative globale anthropogene Netto-CO₂-Emissionen und/oder weitere Minderungen des Nicht-CO₂-Strahlungsantriebs weiterhin erforderlich sein, um eine weitere Erwärmung durch Rückkopplungen im Erdsystem zu verhindern und um die Ozeanversauerung rückgängig zu machen (*mittleres Vertrauen*); sie werden auch erforderlich sein, um den Meeresspiegelanstieg zu minimieren (*hohes Vertrauen*). {Cross-Chapter-Box 2 in Kapitel 1, 1.2.3, 1.2.4, Abbildung 1.4, 2.2.1, 2.2.2, 3.4.4.8, 3.4.5.1, 3.6.3.2}
- A.3 Die klimabedingten Risiken für natürliche und menschliche Systeme sind bei einer globalen Erwärmung um 1,5°C höher als heute, aber geringer als bei 2 °C (*hohes Vertrauen*). Diese Risiken hängen von Ausmaß und Geschwindigkeit der Erwärmung, geografischer Lage, Entwicklungsstand und Vulnerabilität sowie der Wahl und Umsetzung von Anpassungs- und Minderungsmöglichkeiten ab (*hohes Vertrauen*). (Abbildung SPM.2) {1.3, 3.3, 3.4, 5.6}**
- A.3.1 Folgen der globalen Erwärmung für natürliche und menschliche Systeme wurden bereits beobachtet (*hohes Vertrauen*). Viele Land- und Meeresökosysteme und manche der von ihnen bereitgestellten Leistungen haben sich bereits aufgrund der globalen Erwärmung verändert (*hohes Vertrauen*). (Abbildung SPM.2) {1.4, 3.4, 3.5}
- A.3.2 Zukünftige klimabedingte Risiken hängen von Geschwindigkeit, Höchstwert und Dauer der Erwärmung ab. Sie sind in ihrer Gesamtheit größer, wenn die globale Erwärmung 1,5 °C übersteigt, bevor sie bis 2100 wieder auf dieses Niveau zurückgeht, als wenn sich die globale Erwärmung allmählich bei 1,5 °C stabilisiert, insbesondere wenn die Höchsttemperatur hoch ausfällt (z. B. ungefähr 2 °C) (*hohes Vertrauen*). Manche Folgen können langanhaltend oder irreversibel sein, wie der Verlust mancher Ökosysteme (*hohes Vertrauen*). {3.2, 3.4.4, 3.6.3, Cross-Chapter-Box 8 in Kapitel 3}
- A.3.3 Anpassung und Minderung geschehen bereits (*hohes Vertrauen*). Zukünftige klimabedingte Risiken würden durch eine Ausweitung und Beschleunigung von weitreichender und sektorenübergreifender Minderung des Klimawandels auf verschiedenen Ebenen und sowohl durch schrittweise als auch durch transformative Anpassung verringert (*hohes Vertrauen*). {1.2, 1.3, Tabelle 3.5, 4.2.2, Cross-Chapter-Box 9 in Kapitel 4, Box 4.2, Box 4.3, Box 4.6, 4.3.1, 4.3.2, 4.3.3, 4.3.4, 4.3.5, 4.4.1, 4.4.4, 4.4.5, 4.5.3}

Kumulative CO₂-Emissionen und zukünftiger Strahlungsantrieb durch andere Gase bestimmen die Wahrscheinlichkeit, die Erwärmung auf 1,5 °C zu begrenzen

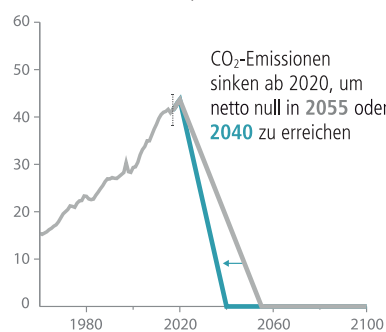
a) Beobachtete globale Temperaturänderung und modellierte Reaktionen auf stilisierte anthropogene Emissions- und Strahlungsantriebspfade

Globale Erwärmung gegenüber 1850-1900 (°C)



b) Stilisierte globale Netto-CO₂-Emissionspfade

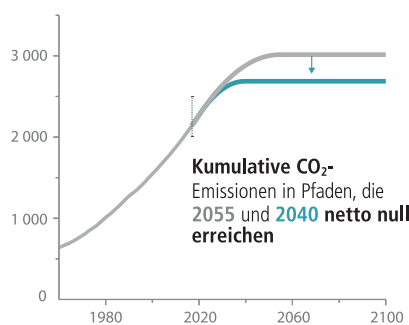
Milliarden Tonnen CO₂ pro Jahr (Gt CO₂/Jahr)



Schnellere unmittelbare CO₂-Minderungen begrenzen die in Tafel (c) gezeigten kumulativen CO₂-Emissionen.

c) Kumulative Netto-CO₂-Emissionen

Milliarden Tonnen CO₂ (Gt CO₂)



Der maximale Temperaturanstieg wird durch die kumulativen Netto-CO₂-Emissionen und den Netto-Nicht-CO₂-Strahlungsantrieb von Methan, Stickstoffdioxid, Aerosolen und anderen anthropogenen Antrieben bestimmt.

d) Nicht-CO₂-Strahlungsantriebspfade

Watt pro Quadratmeter (W/m²)

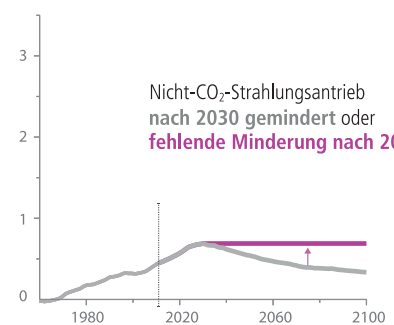


Abbildung SPM.1 | Tafel a: Beobachtete monatliche mittlere globale Oberflächentemperatur (graue Linie bis 2017 aus den HadCRUT4-, GISTEMP-, Cowtan-Way- und NOAA-Datensätzen) und geschätzte menschengemachte Erwärmung (durchgezogene orangefarbene Linie bis 2017, wobei die orangefarbene Fläche die geschätzte *wahrscheinliche* Bandbreite angibt). Der gestrichelte orangefarbene Pfeil und der waagrechte orangefarbene Fehlerbalken zeigen jeweils den Zentralwert und die *wahrscheinliche* Bandbreite des Zeitpunkts, zu dem 1,5 °C erreicht werden, wenn die derzeitige Erwärmungsgeschwindigkeit anhält. Die graue Fläche rechts in Tafel a zeigt die mit einem einfachen Klimamodell berechnete *wahrscheinliche* Bandbreite an Erwärmung in Reaktion auf einen stilisierten Pfad (hypothetische Zukunft), in dem CO₂-Emissionen (graue Linie in Tafeln b und c) von 2020 bis 2055 in einer geraden Linie auf netto null abnehmen, während der Netto-Nicht-CO₂-Strahlungsantrieb (graue Linie in Tafel d) bis zum Jahr 2030 zunimmt und dann abnimmt. Die blaue Fläche in Tafel a zeigt die Reaktion auf schnellere CO₂-Emissionsminderungen (blaue Linie in Tafel b), die netto null im Jahr 2040 erreichen, was die kumulativen CO₂-Emissionen verringert (Tafel c). Die violette Fläche zeigt die Reaktion auf Netto-CO₂-Emissionen, die im Jahr 2055 null erreichen, wobei der Netto-Nicht-CO₂-Strahlungsantrieb nach 2030 konstant bleibt. Die senkrechten Fehlerbalken rechts von Tafel a zeigen die *wahrscheinlichen* Bandbreiten (dünne Linien) und die zentralen Drittel (33.-66. Perzentile, dicke Linien) der geschätzten Erwärmungsverteilung im Jahr 2100 für diese drei stilisierten Pfade. Senkrechte gepunktete Fehlerbalken in den Tafeln b, c und d zeigen die *wahrscheinlichen* Bandbreiten historischer jährlicher und kumulativer globaler CO₂-Emissionen im Jahr 2017 (Daten aus dem *Global Carbon Project*) beziehungsweise des Netto-Nicht-CO₂-Strahlungsantriebs im Jahr 2011. Die vertikalen Achsen in den Tafeln c und d sind so skaliert, dass sie in etwa gleiche Auswirkungen auf die mittlere globale Oberflächentemperatur wiedergeben. {1.2.1, 1.2.3, 1.2.4, 2.3, Abbildung 1.2 & Kapitel 1 Zusatzmaterial, Cross-Chapter-Box 2 in Kapitel 1}

B. Projizierte Klimaänderungen, mögliche Folgen und damit verbundene Risiken

- B.1 Klimamodelle projizieren belastbare⁷ Unterschiede regionaler Klimateigenschaften zwischen heutigen Bedingungen und einer globalen Erwärmung um 1,5 °C sowie zwischen 1,5 °C und 2 °C⁸. Zu diesen Unterschieden gehören Zunahmen von: der Mitteltemperatur in den meisten Land- und Ozeangebieten (*hohes Vertrauen*), Hitzeextremen in den meisten bewohnten Regionen (*hohes Vertrauen*), Starkniederschlägen in mehreren Regionen (*mittleres Vertrauen*) und der Wahrscheinlichkeit für Dürre und Niederschlagsdefizite in manchen Regionen (*mittleres Vertrauen*). {3.3}**
- B.1.1** Belege, die Änderungen in manchen Klima- und Wetterextremen einer globalen Erwärmung um 0,5 °C zuordnen, stützen die Bewertung, dass eine Erwärmung um weitere 0,5 °C gegenüber heute mit zusätzlichen nachweisbaren Veränderungen dieser Extreme einhergeht (*mittleres Vertrauen*). Untersuchungen ergeben, dass mit einer Erwärmung von bis zu 1,5 °C gegenüber vorindustriellem Niveau einige regionale klimatische Veränderungen eintreten werden, darunter eine Erhöhung extremer Temperaturen in vielen Regionen (*hohes Vertrauen*), Zunahmen der Häufigkeit, Intensität und/oder Menge an Starkniederschlag in einigen Regionen (*hohes Vertrauen*) sowie eine Zunahme der Intensität oder Häufigkeit von Dürren in manchen Regionen (*mittleres Vertrauen*). {3.2, 3.3.1, 3.3.2, 3.3.3, 3.3.4, Tabelle 3.2}
- B.1.2** Temperaturextreme über Land werden laut Projektionen stärker ansteigen als die mittlere globale Oberflächentemperatur (*hohes Vertrauen*): Extrem heiße Tage werden in den mittleren Breiten bei 1,5 °C globaler Erwärmung um bis zu etwa 3 °C wärmer und bei 2 °C bis zu etwa 4 °C wärmer, während extrem kalte Nächte in den hohen Breiten bei 1,5 °C bis zu etwa 4,5 °C und bei 2 °C bis zu etwa 6 °C wärmer werden (*hohes Vertrauen*). Die Anzahl heißer Tage wird laut Projektionen in den meisten Landregionen zunehmen, wobei die größten Zunahmen in den Tropen projiziert werden (*hohes Vertrauen*). {3.3.1, 3.3.2, Cross-Chapter-Box 8 in Kapitel 3}
- B.1.3** Risiken durch Dürren und Niederschlagsdefizite werden laut Projektionen bei 2 °C globaler Erwärmung in manchen Regionen größer sein als bei 1,5 °C (*mittleres Vertrauen*). Risiken durch Starkniederschlagsereignisse werden laut Projektionen bei 2 °C globaler Erwärmung in einigen Regionen in den hohen Breiten und/oder hochgelegenen Regionen auf der Nordhalbkugel sowie in Ostasien und im östlichen Nordamerika größer sein als bei 1,5 °C (*mittleres Vertrauen*). Mit tropischen Wirbelstürmen verbundene Starkniederschläge werden laut Projektionen bei 2 °C globaler Erwärmung höher ausfallen als bei 1,5 °C (*mittleres Vertrauen*). Für andere Regionen besteht generell ein *geringes Vertrauen* in die projizierten Veränderungen von Starkniederschlägen bei 2 °C im Vergleich zu 1,5 °C. Global aggregiert werden Starkniederschläge laut Projektionen bei 2,0 °C globaler Erwärmung weltweit in Summe höher ausfallen als bei 1,5 °C (*mittleres Vertrauen*). Als eine Folge von Starkniederschlägen ist der Anteil der weltweiten Landfläche, der von Überflutung betroffen ist, laut Projektionen bei 2 °C globaler Erwärmung größer als bei 1,5 °C (*mittleres Vertrauen*). {3.3.1, 3.3.3, 3.3.4, 3.3.5, 3.3.6}
- B.2 Bis 2100 wird der globale mittlere Meeresspiegelanstieg laut Projektionen bei 1,5 °C globaler Erwärmung um etwa 0,1 m geringer als bei 2 °C sein (*mittleres Vertrauen*). Der Meeresspiegel wird bis weit über das Jahr 2100 hinaus weiter ansteigen (*hohes Vertrauen*), und das Ausmaß und die Geschwindigkeit dieses Anstiegs hängen von zukünftigen Emissionspfaden ab. Eine geringere Geschwindigkeit des Meeresspiegelanstiegs eröffnet größere Anpassungsmöglichkeiten für menschliche und ökologische Systeme kleiner Inseln, niedriggelegener Küstengebiete und Deltas (*mittleres Vertrauen*). {3.3, 3.4, 3.6}**
- B.2.1** Modellbasierte Projektionen des mittleren globalen Meeresspiegelanstiegs (gegenüber 1986–2005) weisen bei 1,5 °C Erwärmung auf eine indikativen Bandbreite von 0,26 bis 0,77 m bis zum Jahr 2100 hin, 0,1 m (0,04–0,16 m) weniger als bei 2 °C globaler Erwärmung (*mittleres Vertrauen*). Ausgehend von Bevölkerungszahlen im Jahr 2010 sowie der Annahme, dass keine Anpassung stattfindet, bedeutet eine Verringerung des globalen Meeresspiegelanstiegs um 0,1 m, dass bis zu 10 Millionen weniger Menschen den damit verbundenen Risiken ausgesetzt wären (*mittleres Vertrauen*). {3.4.4, 3.4.5, 4.3.2}
- B.2.2** Selbst wenn die globale Erwärmung im 21. Jahrhundert auf 1,5 °C begrenzt wird, wird der Meeresspiegelanstieg über das Jahr 2100 hinaus weiter andauern (*hohes Vertrauen*). Die Instabilität mariner Eisschilde in der Antarktis und/oder irreversible Verluste des Grönland-Eisschildes könnten einen Anstieg des Meeresspiegels um mehrere Meter über einen Zeitraum von hunderten bis tausenden von Jahren zur Folge haben. Diese Instabilitäten könnten bei einer globalen Erwärmung von ungefähr 1,5 °C bis 2 °C ausgelöst werden (*mittleres Vertrauen*). (Abbildung SPM.2) {3.3.9, 3.4.5, 3.5.2, 3.6.3, Box 3.3}

⁷ Belastbar bedeutet in diesem Zusammenhang, dass mindestens zwei Drittel der Klimamodelle das gleiche Vorzeichen der Änderungen auf Gitterpunktebene aufweisen und dass Unterschiede in großen Gebieten statistisch signifikant sind.

⁸ Projizierte Änderungen von Folgen zwischen unterschiedlichen Niveaus globaler Erwärmung werden mit Bezug auf Änderungen der globalen bodennahen Lufttemperatur bestimmt.

- B.2.3 Zunehmende Erwärmung setzt kleine Inseln, niedrig gelegene Küstengebiete und Deltas verstärkt den für viele menschliche und ökologische Systeme mit dem Meeresspiegelanstieg verbundenen Risiken aus, darunter erhöhter Salzwassereintrag, Überflutung und Schädigung von Infrastruktur (*hohes Vertrauen*). Die mit dem Meeresspiegelanstieg verbundenen Risiken sind bei 2 °C höher als bei 1,5 °C. Die geringere Geschwindigkeit des Meeresspiegelanstiegs bei 1,5 °C globaler Erwärmung senkt diese Risiken, wodurch größere Anpassungschancen eröffnet werden, darunter das Management und die Renaturierung natürlicher Küstenökosysteme und eine Stärkung der Infrastruktur (*mittleres Vertrauen*). (Abbildung SPM.2) {3.4.5, Box 3.5}
- B.3 An Land sind die Folgen für Biodiversität und Ökosysteme, einschließlich des Verlusts und des Aussterbens von Arten, laut Projektionen bei 1,5 °C globaler Erwärmung geringer als bei 2 °C. Eine Begrenzung der globalen Erwärmung auf 1,5 °C verglichen mit 2 °C verringert laut Projektionen die Folgen für Ökosysteme an Land, im Süßwasser und an Küsten und erhält mehr von deren Leistungen für den Menschen aufrecht (*hohes Vertrauen*). (Abbildung SPM.2) {3.4, 3.5, Box 3.4, Box 4.2, Cross-Chapter-Box 8 in Kapitel 3}**
- B.3.1 Von 105 000 untersuchten Arten⁹ büßen Projektionen zufolge 6 % der Insekten, 8 % der Pflanzen und 4 % der Wirbeltiere bei einer globalen Erwärmung um 1,5 °C mehr als die Hälfte ihres klimatisch bestimmten geografischen Verbreitungsgebietes ein, verglichen mit 18 % der Insekten, 16 % der Pflanzen und 8 % der Wirbeltiere bei einer globalen Erwärmung um 2 °C (*mittleres Vertrauen*). Folgen von anderen biodiversitätsbezogenen Risiken, wie Waldbränden und der Ausbreitung invasiver Arten, sind bei 1,5 °C geringer als bei 2 °C globaler Erwärmung (*hohes Vertrauen*). {3.4.3, 3.5.2}
- B.3.2 Ungefähr 4 % (Interquartilbereich 2–7 %) der globalen terrestrischen Landfläche durchlaufen laut Projektionen bei einer globalen Erwärmung um 1 °C eine Transformation der Ökosysteme von einem Typus zu einem anderen, verglichen mit 13 % (Interquartilbereich 8–20 %) bei 2 °C (*mittleres Vertrauen*). Dies deutet darauf hin, dass die gefährdete Fläche laut Projektionen bei 1,5 °C ungefähr 50 % kleiner ist als bei 2 °C (*mittleres Vertrauen*). {3.4.3.1, 3.4.3.5}
- B.3.3 Tundra und boreale Wälder in den hohen Breiten sind durch Schädigung und Verlust aufgrund des Klimawandels besonders gefährdet, wobei holzige Sträucher bereits jetzt in die Tundra eindringen (*hohes Vertrauen*) und dies bei zusätzlicher Erwärmung weiter tun werden. Eine Begrenzung der globalen Erwärmung auf 1,5 °C statt 2 °C wird laut Projektionen das Jahrhunderte andauernde Tauen einer Permafrostfläche von 1,5 bis 2,5 Millionen km² verhindern (*mittleres Vertrauen*). {3.3.2, 3.4.3, 3.5.5}
- B.4 Eine Begrenzung der globalen Erwärmung auf 1,5 °C verglichen mit 2 °C verringert laut Projektionen Anstiege der Ozeantemperatur sowie eine damit einhergehende Ozeanversauerung und Abnahmen des Sauerstoffgehalts im Ozean (*hohes Vertrauen*). Infolgedessen verringert laut Projektionen eine Begrenzung der Erwärmung auf 1,5 °C die Risiken für marine Biodiversität, Fischerei und Ökosysteme sowie deren Funktionen und Leistungen für den Menschen. Dies wird durch die jüngsten Änderungen von Ökosystemen des arktischen Meereises und der Warmwasserkorallenriffe verdeutlicht (*hohes Vertrauen*). {3.3, 3.4, 3.5, Box 3.4, Box 3.5}**
- B.4.1 Es besteht *hohes Vertrauen*, dass die Wahrscheinlichkeit eines meereisfreien arktischen Ozeans im Sommer bei 1,5 °C globaler Erwärmung wesentlich geringer ist als bei 2 °C. Bei einer globalen Erwärmung um 1,5 °C wird ein meereisfreier arktischer Sommer pro Jahrhundert projiziert. Diese Wahrscheinlichkeit wird bei 2 °C globaler Erwärmung auf mindestens einen eisfreien Sommer pro Jahrzehnt erhöht. Die Auswirkungen einer Temperaturüberschreitung sind für die arktische Meereisbedeckung in Zeiträumen von Jahrzehnten umkehrbar (*hohes Vertrauen*). {3.3.8, 3.4.4.7}
- B.4.2 Eine globale Erwärmung um 1,5 °C wird laut Projektionen die Verbreitungsgebiete vieler mariner Arten in Richtung höherer Breiten verlagern sowie das Ausmaß des Schadens an vielen Ökosystemen vergrößern. Darüber hinaus wird erwartet, dass sie den Verlust von Ressourcen an Küsten antreibt und die Produktivität von Fischerei und Aquakultur verringert (insbesondere in niedrigen Breiten). Die Risiken klimabedingter Folgen sind laut Projektionen bei 2 °C höher als diejenigen bei einer globalen Erwärmung um 1,5 °C (*hohes Vertrauen*). Zum Beispiel werden Korallenriffe laut Projektionen bei 1,5 °C um weitere 70–90 % zurückgehen (*hohes Vertrauen*), mit höheren Verlusten (>99 %) bei 2 °C (*sehr hohes Vertrauen*). Das Risiko irreversibler Verluste vieler Meeres- und Küstenökosysteme nimmt mit der globalen Erwärmung zu, insbesondere bei 2 °C oder mehr (*hohes Vertrauen*). {3.4.4, Box 3.4}
- B.4.3 Der Grad der Ozeanversauerung durch steigende CO₂-Konzentrationen im Zusammenhang mit einer globalen Erwärmung um 1,5 °C wird laut Projektionen die nachteiligen Auswirkungen der Erwärmung verstärken, und dies noch mehr bei 2 °C, wodurch

⁹ Wie auch in früheren Studien wurden veranschaulichende Zahlen einer einzelnen, kürzlich erschienenen Metastudie entnommen.

Wachstum, Entwicklung, Kalkbildung, Überleben und somit die Bestandsdichte einer Vielzahl von Arten beeinträchtigt werden, zum Beispiel von Algen bis hin zu Fischen (*hohes Vertrauen*). {3.3.10, 3.4.4}

- B.4.4 Die Folgen des Klimawandels in den Ozeanen erhöhen die Risiken für Fischerei und Aquakultur durch Folgen für die Physiologie, das Überleben, den Lebensraum, die Fortpflanzung, das Auftreten von Krankheiten und das Risiko invasiver Arten (*mittleres Vertrauen*), sind jedoch laut Projektionen bei 1,5 °C globaler Erwärmung geringer als bei 2 °C. Ein globales Fischereimodell projiziert beispielsweise eine Abnahme des weltweiten jährlichen Ertrags der Meeresfischerei um circa 1,5 Millionen Tonnen bei 1,5 °C globaler Erwärmung verglichen mit einem Verlust von mehr als 3 Millionen Tonnen bei 2 °C globaler Erwärmung (*mittleres Vertrauen*). {3.4.4, Box 3.4}

B.5 Klimabedingte Risiken für Gesundheit, Lebensgrundlagen, Ernährungssicherheit und Wasserversorgung, menschliche Sicherheit und Wirtschaftswachstum werden laut Projektionen bei einer Erwärmung um 1,5 °C zunehmen und bei 2 °C noch weiter ansteigen. (SPM Abbildung 2) {3.4, 3.5, 5.2, Box 3.2, Box 3.3, Box 3.5, Box 3.6, Cross-Chapter-Box 6 in Kapitel 3, Cross-Chapter-Box 9 in Kapitel 4, Cross-Chapter-Box 12 in Kapitel 5, 5.2}

- B.5.1 Zu den Bevölkerungsgruppen, die einem überproportional hohen Risiko nachteiliger Konsequenzen einer globalen Erwärmung um 1,5 °C und mehr ausgesetzt sind, zählen benachteiligte und verwundbare Bevölkerungsgruppen, manche indigene Völker sowie lokale, von landwirtschaftlichen oder küstengeprägten Lebensgrundlagen abhängige Gemeinschaften (*hohes Vertrauen*). Zu den überproportional gefährdeten Regionen gehören arktische Ökosysteme, Trockengebiete, kleine Inselentwicklungsländer und die am wenigsten entwickelten Länder (*hohes Vertrauen*). Armut und Benachteiligung werden in manchen Bevölkerungsgruppen mit zunehmender Erwärmung voraussichtlich zunehmen; eine Begrenzung der Erwärmung auf 1,5 °C könnte im Vergleich zu 2 °C die Anzahl der Menschen, die sowohl klimabedingten Risiken ausgesetzt als auch armutsgefährdet sind, bis zum Jahr 2050 um mehrere hundert Millionen senken (*mittleres Vertrauen*). {3.4.10, 3.4.11, Box 3.5, Cross-Chapter-Box 6 in Kapitel 3, Cross-Chapter-Box 9 in Kapitel 4, Cross-Chapter-Box 12 in Kapitel 5, 4.2.2.2, 5.2.1, 5.2.2, 5.2.3, 5.6.3}
- B.5.2 Jegliche Zunahme der globalen Erwärmung wird sich laut Projektionen auf die menschliche Gesundheit auswirken, mit überwiegend negativen Folgen (*hohes Vertrauen*). Bei 1,5 °C sind die Risiken im Hinblick auf hitzebedingte Erkrankungshäufigkeit und Sterblichkeit geringer als bei 2 °C (*sehr hohes Vertrauen*), ebenso für die ozonbedingte Sterblichkeit, falls die für die Ozonbildung erforderlichen Emissionen hoch bleiben (*hohes Vertrauen*). Städtische Wärmeinseln verstärken oft die Folgen von Hitzewellen in Städten (*hohes Vertrauen*). Risiken durch manche vektorübertragene Erkrankungen wie Malaria und Denguefieber werden laut Projektionen mit einer Erwärmung von 1,5 °C auf 2 °C zunehmen, einschließlich potenzieller Verlagerungen ihres geografischen Verbreitungsgebiets (*hohes Vertrauen*). {3.4.7, 3.4.8, 3.5.5.8}
- B.5.3 Eine Begrenzung der Erwärmung auf 1,5 °C wird verglichen mit 2 °C laut Projektionen zu geringeren Nettorückgängen des Ertrags bei Mais, Reis, Weizen und möglicherweise anderen Getreidepflanzen führen, insbesondere in Afrika südlich der Sahara, Südostasien und Zentral- und Südamerika, sowie zu geringeren Rückgängen des CO₂-abhängigen Nährwertgehalts von Reis und Weizen (*hohes Vertrauen*). Rückgänge der projizierten Verfügbarkeit von Nahrungsmitteln sind in der Sahelzone, im südlichen Afrika, im Mittelmeerraum, in Mitteleuropa und im Amazonasgebiet bei 2 °C globaler Erwärmung größer als bei 1,5 °C (*mittleres Vertrauen*). Nutztiere werden laut Projektionen durch steigende Temperaturen beeinträchtigt, je nach Ausmaß der Änderungen bezüglich Futtermittelqualität, Krankheitsausbreitung und Wasserverfügbarkeit (*hohes Vertrauen*). {3.4.6, 3.5.4, 3.5.5, Box 3.1, Cross-Chapter-Box 6 in Kapitel 3, Cross-Chapter-Box 9 in Kapitel 4}
- B.5.4 Abhängig von den zukünftigen sozioökonomischen Bedingungen kann eine Begrenzung der globalen Erwärmung auf 1,5 °C gegenüber 2 °C den Anteil der Weltbevölkerung, der aufgrund des Klimawandels zunehmendem Wasserstress ausgesetzt ist, um bis zu 50 % reduzieren, auch wenn diesbezüglich erhebliche Unterschiede zwischen Regionen bestehen (*mittleres Vertrauen*). Viele kleine Inselentwicklungsländer wären infolge der projizierten Änderungen der Aridität geringerem Wasserstress ausgesetzt, wenn die globale Erwärmung auf 1,5 °C anstatt auf 2 °C begrenzt wird (*mittleres Vertrauen*). {3.3.5, 3.4.2, 3.4.8, 3.5.5, Box 3.2, Box 3.5, Cross-Chapter-Box 9 in Kapitel 4}
- B.5.5 Die Risiken für das global aggregierte Wirtschaftswachstum aufgrund von Folgen des Klimawandels werden laut Projektionen bis Ende dieses Jahrhunderts bei 1,5 °C geringer sein als bei 2 °C¹⁰ (*mittleres Vertrauen*). Hiervon ausgenommen sind die Kosten für Minderung, Anpassungsinvestitionen und die Vorteile durch Anpassung. Sollte die globale Erwärmung von 1,5 °C auf 2 °C ansteigen, werden laut Projektionen Länder in den Tropen und Subtropen der Südhalbkugel die größten Folgen für das Wirtschaftswachstum aufgrund des Klimawandels erfahren (*mittleres Vertrauen*). {3.5.2, 3.5.3}

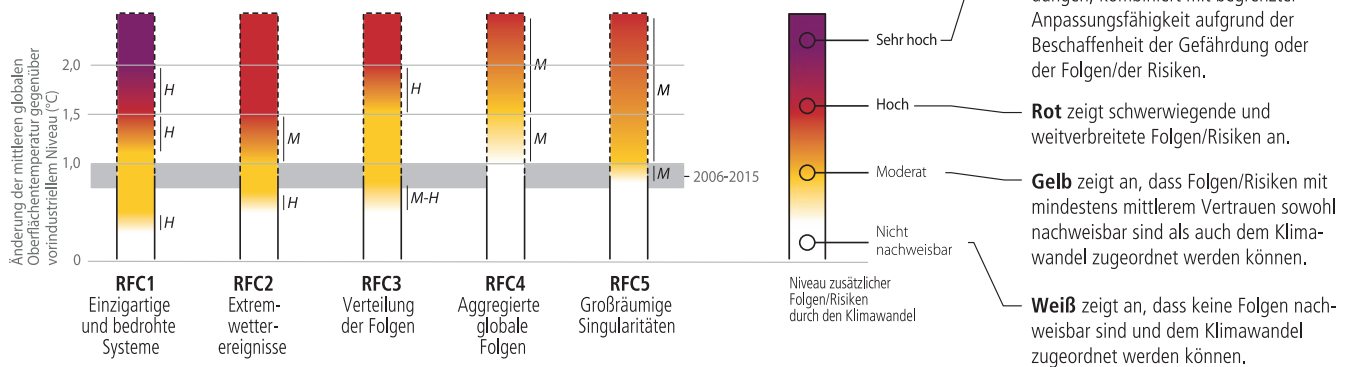
¹⁰ An dieser Stelle beziehen sich Folgen für das Wirtschaftswachstum auf Veränderungen des Bruttoinlandsprodukts (BIP). Viele Folgen, wie der Verlust von Menschenleben, kulturellem Erbe und Ökosystemleistungen, sind schwer zu bewerten und zu monetarisieren.

- B.5.6 Die Exposition gegenüber vielfachen und zusammen wirkenden klimabezogenen Risiken nimmt von 1,5 °C auf 2 °C globale Erwärmung zu, wobei in Afrika und Asien größere Bevölkerungsanteile entsprechend exponiert und armutsgefährdet sind (*hohes Vertrauen*). Bei einer globalen Erwärmung von 1,5 °C bis 2 °C könnten sich die Risiken in den Sektoren Energie, Ernährung und Wasser räumlich und zeitlich überschneiden, wodurch bereits bestehende Gefährdungen, Expositionen und Verwundbarkeiten verschärft und neue entstehen würden, die eine zunehmende Zahl an Menschen und Regionen betreffen könnten (*mittleres Vertrauen*). {Box 3.5, 3.3.1, 3.4.5.3, 3.4.5.6, 3.4.11, 3.5.4.9}
- B.5.7 Es gibt mehrere Reihen von Belegen dafür, dass die Risikoniveaus für vier der fünf „Gründe zur Besorgnis“ (*Reasons for Concern*, RFCs) seit dem AR5 höher bewertet werden (*hohes Vertrauen*). Die Risikoübergänge je nach Ausmaß der globalen Erwärmung sind nun: von hoch auf sehr hoch zwischen 1,5 °C und 2 °C für RFC1 (Einzigartige und bedrohte Systeme) (*hohes Vertrauen*); von moderat auf hoch zwischen 1,0 °C und 1,5 °C für RFC2 (Extremwetterereignisse) (*mittleres Vertrauen*); von moderat auf hoch zwischen 1,5 °C und 2 °C für RFC3 (Verteilung der Folgen) (*hohes Vertrauen*); von moderat auf hoch zwischen 1,5 °C und 2,5 °C für RFC4 (Aggregierte globale Folgen) (*mittleres Vertrauen*) und von moderat auf hoch zwischen 1 °C und 2,5 °C für RFC5 (Großräumige Singularitäten) (*mittleres Vertrauen*). (Abbildung SPM.2) {3.4.13, 3.5, 3.5.2}
- B.6 Der Anpassungsbedarf wird bei einer globalen Erwärmung um 1,5 °C in den meisten Fällen geringer sein als bei 2 °C (*hohes Vertrauen*). Es gibt eine große Auswahl an Anpassungsmöglichkeiten, welche die Risiken des Klimawandels verringern können (*hohes Vertrauen*). Bei globaler Erwärmung um 1,5 °C gibt es Grenzen der Anpassung und der Anpassungskapazität mancher menschlicher und natürlicher Systeme und damit verbundene Verluste (*mittleres Vertrauen*). Die Anzahl und Verfügbarkeit von Anpassungsmöglichkeiten unterscheiden sich je nach Sektor (*mittleres Vertrauen*). {Tabelle 3.5, 4.3, 4.5, Cross-Chapter-Box 9 in Kapitel 4, Cross-Chapter-Box 12 in Kapitel 5}**
- B.6.1 Es ist eine große Auswahl an Anpassungsmöglichkeiten verfügbar zur Verringerung der Risiken für natürliche und bewirtschaftete Ökosysteme (z. B. durch ökosystembasierte Anpassung, Renaturierung von Ökosystemen und vermiedene Schädigung und Entwaldung, Biodiversitätsmanagement, nachhaltige Aquakultur sowie lokales Wissen und indigenes Wissen), der Risiken durch Meeresspiegelanstieg (z. B. durch Küstenschutz und -stabilisierung) sowie der Risiken für Gesundheit, Lebensgrundlagen, Ernährung, Wasser und Wirtschaftswachstum, insbesondere in ländlichen Räumen (z. B. durch effiziente Bewässerung, soziale Sicherheitsnetze, Katastrophenrisikomanagement, Risikostreuung und -aufteilung, gemeindebasierte Anpassung) und städtischen Gebieten (z. B. durch grüne Infrastruktur, nachhaltige Landnutzung und -planung und nachhaltige Wasserwirtschaft) (*mittleres Vertrauen*). {4.3.1, 4.3.2, 4.3.3, 4.3.5, 4.5.3, 4.5.4, 5.3.2, Box 4.2, Box 4.3, Box 4.6, Cross-Chapter-Box 9 in Kapitel 4}
- B.6.2 Anpassung wird für Ökosysteme, Ernährungs- und Gesundheitssysteme bei 2 °C globaler Erwärmung voraussichtlich eine größere Herausforderung darstellen als bei 1,5 °C (*mittleres Vertrauen*). Manche verwundbare Regionen wie kleine Inseln und die am wenigsten entwickelten Länder werden laut Projektionen sogar bei 1,5 °C globaler Erwärmung hohen vielfachen und ineinandergreifenden Klimarisiken ausgesetzt sein (*hohes Vertrauen*). {3.3.1, 3.4.5, Box 3.5, Tabelle 3.5, Cross-Chapter-Box 9 in Kapitel 4, 5.6, Cross-Chapter-Box 12 in Kapitel 5, Box 5.3}
- B.6.3 Grenzen der Anpassungsfähigkeit bestehen bei 1,5 °C globaler Erwärmung, werden bei höheren Erwärmungsniveaus deutlicher und unterscheiden sich je nach Sektor, wobei ortsspezifische Auswirkungen auf verwundbare Regionen, Ökosysteme und die menschliche Gesundheit bestehen (*mittleres Vertrauen*). {Cross-Chapter-Box 12 in Kapitel 5, Box 3.5, Tabelle 3.5}

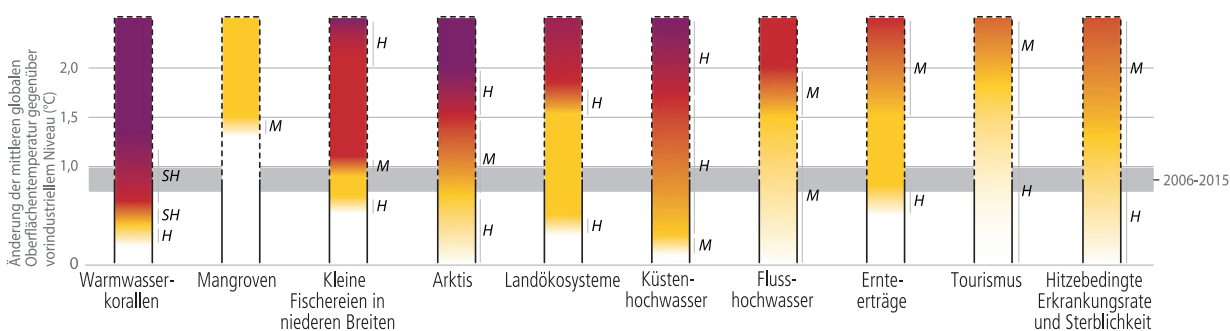
Wie das Niveau der globalen Erwärmung die mit den Gründen zur Besorgnis (*Reasons for Concern*, RFCs) verbundenen Risiken sowie bestimmte natürliche, bewirtschaftete und menschliche Systeme beeinflusst

Fünf Gründe zur Besorgnis (RFCs) stellen die Folgen und Risiken unterschiedlicher Erwärmungsniveaus für Menschen, Wirtschafts- und Ökosysteme über Sektoren und Regionen hinweg dar.

Mit den Gründen zur Besorgnis (RFCs) verbundene Folgen und Risiken



Folgen und Risiken für bestimmte natürliche, bewirtschaftete und menschliche Systeme



Vertrauensniveau für Übergang: G = Gering, M = Mittel, H = Hoch und SH = Sehr hoch

Abbildung SPM.2 | Fünf Gründe zur Besorgnis (*Reasons for Concern*, RFCs) liefern einen Rahmen für die Zusammenfassung von Schlüsselfolgen und -risiken über Sektoren und Regionen hinweg; sie wurden im Dritten IPCC-Sachstandsbericht eingeführt. RFCs veranschaulichen die Auswirkungen der globalen Erwärmung für Menschen, Wirtschafts- und Ökosysteme. Folgen und/oder Risiken für jeden RFC beruhen auf der Bewertung der neu erschienenen Literatur. Wie im AR5 wurde diese Literatur genutzt, um zu Expertenbeurteilungen über die Niveaus globaler Erwärmung zu kommen, bei denen das Ausmaß an Folgen und/oder Risiken jeweils nicht nachweisbar, moderat, hoch oder sehr hoch sind. Die Auswahl von Folgen und Risiken für natürliche, bewirtschaftete und menschliche Systeme im unteren Teil der Abbildung ist beispielhaft und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. {3.4, 3.5, 3.5.2.1, 3.5.2.2, 3.5.2.3, 3.5.2.4, 3.5.2.5, 5.4.1, 5.5.3, 5.6.1, Box 3.4}

RFC1 Einzigartige und bedrohte Systeme: ökologische und menschliche Systeme, deren begrenzte geografische Ausbreitung durch klimabedingte Umstände eingeschränkt ist, und die hohen Endemismus oder andere einzigartige Eigenschaften aufweisen. Beispiele sind unter anderem Korallenriffe, die Arktis und ihre indigenen Einwohner, Gebirgsgletscher und Hotspots biologischer Vielfalt.

RFC2 Extremwetterereignisse: Risiken/Folgen für menschliche Gesundheit, Lebensgrundlagen, Vermögenswerte und Ökosysteme durch Extremwetterereignisse wie zum Beispiel Hitzewellen, Starkregen, Dürre und damit verbundene Wald- und Flächenbrände sowie Überflutung von Küstenregionen.

RFC3 Verteilung der Folgen: Risiken/Folgen, die bestimmte Gruppen überproportional beeinträchtigen, da physische Gefährdungen durch den Klimawandel, Exposition oder Verwundbarkeit ungleich verteilt sind.

RFC4 Aggregierte globale Folgen: globaler finanzieller Schaden, Zerstörung und Verlust von Ökosystemen und biologischer Vielfalt in globalem Maßstab.

RFC5 Großräumige Singularitäten: durch globale Erwärmung verursachte relativ große, abrupte und bisweilen irreversible Änderungen in Systemen. Ein Beispiel ist unter anderem der Zerfall der Eisschilde Grönlands und der Antarktis.

C. Mit 1,5 °C globaler Erwärmung konsistente Emissionspfade und Systemübergänge

- C.1 In modellierten Pfaden ohne oder mit geringer Überschreitung von 1,5 °C nehmen die globalen anthropogenen Netto-CO₂-Emissionen bis 2030 um etwa 45 % gegenüber dem Niveau von 2010 ab (Interquartilbereich 40–60%) und erreichen um das Jahr 2050 (Interquartilbereich 2045–2055) netto null. Bei einer Begrenzung der globalen Erwärmung auf unter 2 °C¹¹ projizieren die meisten Pfade eine Abnahme der CO₂-Emissionen bis 2030 um etwa 25 % (Interquartilbereich 10–30%) und das Erreichen von netto null um das Jahr 2070 (Interquartilbereich 2065–2080). In Pfaden, welche die globale Erwärmung auf 1,5 °C begrenzen, zeigen Nicht-CO₂-Emissionen einschneidende Minderungen, die denjenigen in Pfaden, welche die Erwärmung auf 2 °C begrenzen, ähnlich sind. (*hohes Vertrauen*) (Abbildung SPM.3a) {2.1, 2.3, Tabelle 2.4}**
- C.1.1** CO₂-Emissionsminderungen, welche die globale Erwärmung ohne oder mit geringer Überschreitung auf 1,5 °C begrenzen, können auf unterschiedlichen Portfolios von Minderungsmaßnahmen beruhen, die jeweils unterschiedlich starkes Gewicht auf die Verringerung der Energie- und Ressourcenintensität, den Grad der Dekarbonisierung und die Abhängigkeit von Kohlendioxidentnahme legen. Unterschiedliche Portfolios gehen mit unterschiedlichen Herausforderungen bei der Umsetzung und unterschiedlichen potenziellen Synergien und Zielkonflikten bezüglich nachhaltiger Entwicklung einher. (*hohes Vertrauen*) (Abbildung SPM.3b) {2.3.2, 2.3.4, 2.4, 2.5.3}
- C.1.2** Modellierte Pfade, welche die globale Erwärmung ohne oder mit geringer Überschreitung auf 1,5 °C begrenzen, sind mit einschneidenden Minderungen der Emissionen von Methan und Ruß (*black carbon*) verbunden (35 % oder mehr bei beiden gegenüber 2010 bis zum Jahr 2050). Diese Pfade reduzieren auch die meisten kühlenden Aerosole, wodurch die Minderungseffekte für zwei bis drei Jahrzehnte zum Teil ausgeglichen werden. Nicht-CO₂-Emissionen¹² können durch umfassende Minderungsmaßnahmen im Energiesektor gesenkt werden. Darüber hinaus können gezielte Nicht-CO₂-Minderungsmaßnahmen Lachgas und Methan aus der Landwirtschaft, Methan aus der Abfallwirtschaft, manche Rußquellen und teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe reduzieren. Ein hoher Bedarf an Bioenergie kann auf manchen 1,5 °C-Pfaden die Lachgasemissionen erhöhen, was die Bedeutung geeigneter Managementansätze unterstreicht. Eine verbesserte Luftqualität aufgrund der projizierten Minderungen vieler Nicht-CO₂-Emissionen hat bei allen 1,5 °C-Modellpfaden direkte und unmittelbare Vorteile für die Gesundheit der Bevölkerung. (*hohes Vertrauen*) (Abbildung SPM.3a) {2.2.1, 2.3.3, 2.4.4, 2.5.3, 4.3.6, 5.4.2}
- C.1.3** Die Begrenzung der globalen Erwärmung setzt eine Begrenzung der gesamten kumulativen globalen anthropogenen CO₂-Emissionen seit dem vorindustriellen Zeitalter voraus, d. h. das Einhalten eines CO₂-Gesamtbudgets (*hohes Vertrauen*).¹³ Schätzungen zufolge haben anthropogene CO₂-Emissionen seit dem vorindustriellen Zeitalter das CO₂-Gesamtbudget für 1,5 °C bis Ende des Jahres 2017 um ungefähr 2 200 ± 320 Gt CO₂ verringert (*mittleres Vertrauen*). Das entsprechende verbleibende Budget wird derzeit durch aktuelle Emissionen von jährlich 42 ± 3 Gt CO₂ aufgebraucht (*hohes Vertrauen*). Die Wahl des Maßes für die globale Temperatur beeinflusst das geschätzte verbleibende CO₂-Budget. Die Verwendung der globalen mittleren Lufttemperatur in Bodennähe wie in AR5 ergibt eine Schätzung des verbleibenden CO₂-Budgets von 580 Gt CO₂ für eine 50-prozentige Wahrscheinlichkeit, die Erwärmung auf 1,5°C zu begrenzen und von 420 Gt CO₂ für eine 66-prozentige Wahrscheinlichkeit (*mittleres Vertrauen*).¹⁴ Wird alternativ die mittlere globale Oberflächentemperatur zugrunde gelegt, ergeben sich für die 50-prozentige und die 66-prozentige Wahrscheinlichkeit jeweils Schätzungen von 770 Gt CO₂ beziehungsweise 570 Gt CO₂¹⁵ (*mittleres Vertrauen*). Die Unsicherheiten bezüglich des Umfangs dieser geschätzten verbleibenden CO₂-Budgets sind erheblich und von mehreren Größen abhängig. Unsicherheiten bezüglich der Klimareaktion auf CO₂- und Nicht-CO₂-Emissionen tragen ±400 Gt CO₂ dazu bei und der Grad der historischen Erwärmung ±250 Gt CO₂ (*mittleres Vertrauen*). Eine potenzielle zusätzliche Freisetzung von Kohlenstoff durch künftiges Tauen von Permafrost und Methanfreisetzung aus Feuchtgebieten würde die Budgets um bis zu 100 Gt CO₂ im

¹¹ Verweise auf Pfade, welche die globale Erwärmung auf 2 °C begrenzen, basieren auf einer 66-prozentigen Wahrscheinlichkeit, unterhalb von 2 °C zu bleiben.

¹² In diesem Bericht erwähnte Nicht-CO₂-Emissionen stellen alle anthropogenen Emissionen außer CO₂ dar, die zu einem Strahlungsantrieb führen. Dazu zählen kurzlebige klimawirksame Substanzen wie Methan, manche Fluorgase, Ozonvorläufersubstanzen, Aerosole oder Aerosolvorläufersubstanzen wie Ruß und Schwefeldioxid sowie langlebige Treibhausgase wie Lachgas oder manche Fluorgase. Der mit Nicht-CO₂-Emissionen und Änderungen der Oberflächenalbedo verbundene Strahlungsantrieb wird als Nicht-CO₂-Strahlungsantrieb bezeichnet. {2.2.1}

¹³ Es existiert eine eindeutige, wissenschaftliche Grundlage für ein CO₂-Gesamtbudget in Übereinstimmung mit einer Begrenzung der globalen Erwärmung auf 1,5 °C. Jedoch wurden weder dieses CO₂-Gesamtbudget noch der durch vergangene Emissionen davon aufgebrauchte Anteil in diesem Bericht untersucht.

¹⁴ Unabhängig vom angewandten Maß für die globale Temperatur haben ein aktualisiertes Verständnis und weitere methodische Fortschritte zu einer Erhöhung des geschätzten verbleibenden CO₂-Budgets gegenüber dem AR5 um etwa 300 Gt CO₂ geführt (*mittleres Vertrauen*). {2.2.2}

¹⁵ Diese Schätzungen nutzen die beobachtete mittlere globale Oberflächentemperatur der Jahre 2006 bis 2015 und schätzen zukünftige Temperaturänderungen auf der Grundlage von oberflächennahen Lufttemperaturen.

Verlauf dieses Jahrhunderts und anschließend weiter reduzieren (*mittleres Vertrauen*). Darüber hinaus könnte das Ausmaß der künftigen Nicht-CO₂-Minderung das verbleibende CO₂-Budget um 250 Gt CO₂ in beide Richtungen ändern (*mittleres Vertrauen*). {1.2.4, 2.2.2, 2.6.1, Tabelle 2.2, Kapitel 2 Zusatzmaterial}

- C.1.4 Maßnahmen zur Veränderung der Sonneneinstrahlung (*Solar Radiation Modification, SRM*) wurden in keinem der zur Verfügung stehenden bewerteten Pfade berücksichtigt. Auch wenn manche SRM-Maßnahmen theoretisch eine Überschreitung effektiv mindern könnten, sind sie mit großen Unsicherheiten und Wissenslücken behaftet sowie mit erheblichen Risiken und institutionellen und sozialen Einschränkungen bezüglich ihres Einsatzes, die mit Regierungshandeln, Ethik und den Folgen für nachhaltige Entwicklung zusammenhängen. Außerdem mindern sie die Versauerung der Ozeane nicht. (*mittleres Vertrauen*) {4.3.8, Cross-Chapter-Box 10 in Kapitel 4}

Eigenschaften von globalen Emissionspfaden

Allgemeine Eigenschaften der Entwicklung anthropogener Netto-CO₂-Emissionen und der Gesamtemissionen von Methan, Ruß (black carbon) und Lachgas in Modellpfaden, welche die globale Erwärmung ohne oder mit geringer Überschreitung auf 1,5 °C begrenzen. Netto-Emissionen sind definiert als durch anthropogene Entnahme reduzierte anthropogene Emissionen. Minderungen der Netto-Emissionen können mit unterschiedlichen Portfolios von Minderungsmaßnahmen erreicht werden, die in Abbildung SPM.3b dargestellt sind.

Gesamte globale Netto-CO₂-Emissionen

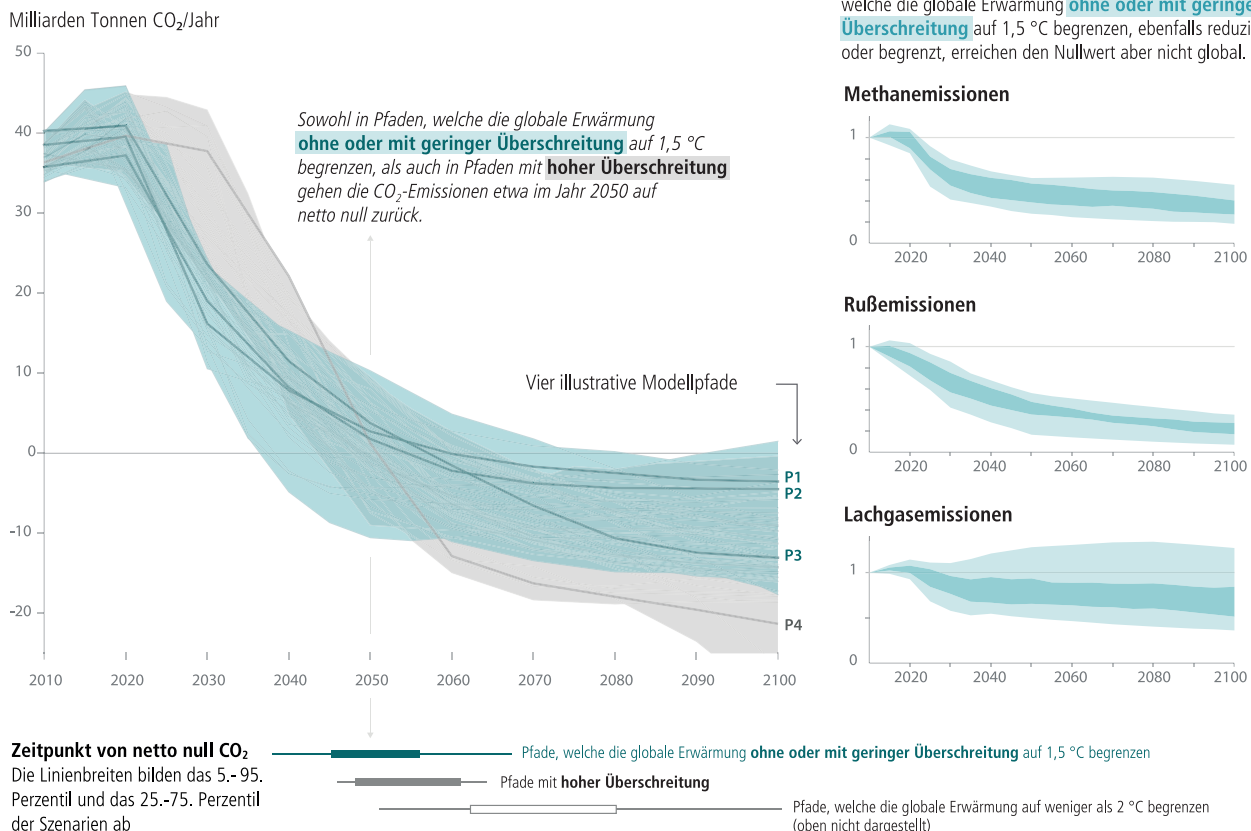


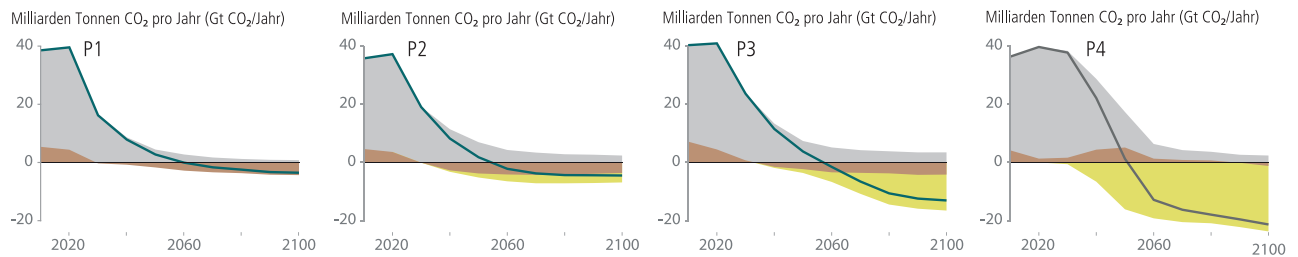
Abbildung SPM.3a | Eigenschaften globaler Emissionspfade. Die Haupttafel zeigt die globalen anthropogenen Netto-CO₂-Emissionen in Pfaden, welche die globale Erwärmung ohne oder mit geringer (weniger als 0,1 °C) Überschreitung auf 1,5 °C begrenzen, sowie in Pfaden mit höherer Überschreitung. Die farbige Fläche zeigt die gesamte Bandbreite der in diesem Bericht analysierten Pfade. Die Tafeln rechts zeigen die Bandbreiten der Nicht-CO₂-Emissionen von drei Stoffen mit historisch großem Strahlungsantrieb und mit einem wesentlichen Anteil der Emissionen aus Quellen, die sich von denjenigen, die für die CO₂-Minderung von zentraler Bedeutung sind, klar unterscheiden. Die farbigen Flächen in diesen Tafeln zeigen die 5- bis 95-Prozent-Bereiche (helle Färbung) und den Interquartilbereich (dunkle Färbung) der Pfade, welche die globale Erwärmung ohne oder mit geringer Überschreitung auf 1,5 °C begrenzen. Die Box-Whisker-Plots unten in der Abbildung zeigen den Zeitpunkt, zu dem die Pfade global netto null CO₂-Emissionen erreichen, und einen Vergleich mit Pfaden, welche die globale Erwärmung mit mindestens 66-prozentiger Wahrscheinlichkeit auf 2 °C begrenzen. In der Haupttafel werden vier illustrative Modellpfade hervorgehoben und als P1, P2, P3 und P4 bezeichnet; diese entsprechen den Pfaden LED, S1, S2 und S5 in Kapitel 2. Beschreibungen und Eigenschaften dieser Pfade sind in Abbildung SPM.3b zu finden. {2.1, 2.2, 2.3, Abbildung 2.5, Abbildung 2.10, Abbildung 2.11}

Eigenschaften von vier illustrativen Modellpfaden

Unterschiedliche Minderungsstrategien können die Netto-Emissionsminderungen erzielen, die erforderlich wären, um einem Pfad zu folgen, der die globale Erwärmung ohne oder mit geringer Überschreitung auf 1,5 °C begrenzt. Alle Pfade nutzen die Entnahme von Kohlendioxid (CDR), jedoch variiert der Umfang je nach Pfad, wie auch die relativen Beiträge von Bioenergie mit Kohlendioxidabscheidung und -speicherung (BECCS) und der Entnahme durch den Sektor Landwirtschaft, Forstwirtschaft und andere Landnutzung (AFOLU). Das hat Auswirkungen auf die Emissionen und einige andere Pfadeigenschaften.

Aufschlüsselung der Beiträge zu globalen Netto-CO₂-Emissionen in vier illustrativen Modellpfaden

● Fossile Brennstoffe und Industrie ● AFOLU ● BECCS



P1: Ein Szenario, in dem soziale, gewerbliche und technologische Innovationen zu geringerem Energiebedarf bis 2050 führen, während die Lebensstandards steigen, insbesondere im globalen Süden. Ein reduzierter Energiesektor ermöglicht eine schnelle Dekarbonisierung der Energieversorgung. Aufforstung wird als einzige CDR-Option berücksichtigt; weder fossile Brennstoffe mit CCS noch BECCS werden angewandt.

P2: Ein Szenario mit einem breiten Fokus auf Nachhaltigkeit, einschließlich Energieintensität, Entwicklung, wirtschaftlicher Annäherung und internationaler Zusammenarbeit, sowie auf einer Verlagerung hin zu nachhaltigen und gesunden Konsummustern, Niedrig-CO₂-Technologieinnovation und gut bewirtschafteten Landsystemen mit begrenzter gesellschaftlicher Akzeptanz von BECCS.

P3: Ein Mittelweg-Szenario, in dem gesellschaftliche sowie technologische Entwicklung historischen Mustern folgen. Emissionsminderungen werden hauptsächlich durch Änderungen der Art der Energie- und Produktherstellung erzielt und weniger durch Nachfragerückgänge.

P4: Ein ressourcen- und energieintensives Szenario, in dem Wirtschaftswachstum und Globalisierung zu weitverbreiteter Aneignung treibhausgasintensiver Lebensstile führen, einschließlich einem hohen Bedarf an Kraftstoffen für den Verkehr und Erzeugnissen aus Tierhaltung. Emissionsminderungen werden hauptsächlich mit technologischen Mitteln erzielt, wobei durch den Einsatz von BECCS stark von CDR-Methoden Gebrauch gemacht wird.

Globale Indikatoren	P1	P2	P3	P4	Interquartilbereich
Pfadklassifizierung	Keine/geringe Überschreitung	Keine/geringe Überschreitung	Keine/geringe Überschreitung	Hohe Überschreitung	Keine/geringe Überschreitung
CO ₂ -Emissionsänderung in 2030 (% gegenüber 2010)	-58	-47	-41	4	(-58, -40)
↳ in 2050 (% gegenüber 2010)	-93	-95	-91	-97	(-107, -94)
Kyoto-THG-Emissionen* in 2030 (% gegenüber 2010)	-50	-49	-35	-2	(-51, -39)
↳ in 2050 (% gegenüber 2010)	-82	-89	-78	-80	(-93, -81)
Endenergiebedarf** in 2030 (% gegenüber 2010)	-15	-5	17	39	(-12, 7)
↳ in 2050 (% gegenüber 2010)	-32	2	21	44	(-11, 22)
Anteil Erneuerbare an Stromversorgung in 2030 (%)	60	58	48	25	(47, 65)
↳ in 2050 (%)	77	81	63	70	(69, 86)
Primärenergie aus Kohle in 2030 (% gegenüber 2010)	-78	-61	-75	-59	(-78, -59)
↳ in 2050 (% gegenüber 2010)	-97	-77	-73	-97	(-95, -74)
aus Öl in 2030 (% gegenüber 2010)	-37	-13	-3	86	(-34, 3)
↳ in 2050 (% gegenüber 2010)	-87	-50	-81	-32	(-78, -31)
aus Gas in 2030 (% gegenüber 2010)	-25	-20	33	37	(-26, 21)
↳ in 2050 (% gegenüber 2010)	-74	-53	21	-48	(-56, 6)
aus Kernenergie in 2030 (% gegenüber 2010)	59	83	98	106	(44, 102)
↳ in 2050 (% gegenüber 2010)	150	98	501	468	(91, 190)
aus Biomasse in 2030 (% gegenüber 2010)	-11	0	36	-1	(29, 80)
↳ in 2050 (% gegenüber 2010)	-16	49	121	418	(123, 261)
aus Erneuerbaren (nicht Biomasse) in 2030 (% gegenüber 2010)	430	470	315	110	(245, 436)
↳ in 2050 (% gegenüber 2010)	833	1327	878	1137	(576, 1299)
Kumulative CCS bis 2100 (Gt CO ₂)	0	348	687	1218	(550, 1017)
↳ davon BECCS (Gt CO ₂)	0	151	414	1191	(364, 662)
Landfläche für Bioenergieanbau in 2050 (Mio. Hektar)	22	93	283	724	(151, 320)
CH ₄ -Emissionen aus Landwirtschaft in 2030 (% gegenüber 2010)	-24	-48	1	14	(-30, -11)
↳ in 2050 (% gegenüber 2010)	-33	-69	-23	2	(-47, -24)
N ₂ O-Emissionen aus Landwirtschaft in 2030 (% gegenüber 2010)	5	-26	15	3	(-21, 3)
↳ in 2050 (% gegenüber 2010)	6	-26	0	39	(-26, 1)

HINWEIS: Indikatorauswahl erfolgte für die Darstellung globaler Trends, die in Kapitel 2 identifiziert wurden. Nationale und sektorale Eigenschaften können wesentlich von den oben gezeigten globalen Trends abweichen.

* Kyoto-Gas-Emissionen beruhen auf GWP-100 aus dem Zweiten IPCC-Sachstandsbericht.

** Änderungen des Energiebedarfs stehen in Zusammenhang mit Verbesserungen der Energieeffizienz und Verhaltensänderungen.

Abbildung SPM.3b | Eigenschaften von vier – in Abbildung SPM.3a erstmals dargestellten – illustrativen Modellpfaden bezogen auf eine globale Erwärmung um 1,5 °C. Diese Pfade wurden ausgewählt, um eine Bandbreite potenzieller Minderungsansätze aufzuzeigen, und sie unterscheiden sich stark hinsichtlich ihrer projizierten Energie- und Landnutzung sowie ihrer Annahmen bezüglich der zukünftigen sozioökonomischen Entwicklung einschließlich des Wirtschafts- und Bevölkerungswachstums, von Gleichstellung und Nachhaltigkeit. Die globalen anthropogenen Netto-CO₂-Emissionen sind in die CO₂-Emissionsanteile von fossilen Brennstoffen und Industrie, Landwirtschaft, Forstwirtschaft und anderer Landnutzung (*Agriculture, Forestry and Other Land Use*, AFOLU) sowie Bioenergie mit Kohlendioxidabscheidung und -speicherung (*Bioenergy with Carbon Capture and Storage*, BECCS) aufgeschlüsselt. Die hier dargelegten AFOLU-Schätzungen sind nicht notwendigerweise mit den durch die Länder eingereichten Schätzungen vergleichbar. Weitere Eigenschaften der einzelnen Pfade sind unter jedem Pfad aufgeführt. Diese Pfade veranschaulichen die relativen globalen Unterschiede von Minderungsstrategien, stellen jedoch weder Mittelwerte noch einzelstaatliche Strategien dar und benennen keine Notwendigkeiten. Zum Vergleich zeigt die Spalte rechts außen die Interquartilbereiche für alle Pfade ohne oder mit geringer Überschreitung von 1,5 °C. Die Pfade P1, P2, P3 und P4 entsprechen den in Kapitel 2 betrachteten Pfaden LED, S1, S2 und S5 (Abbildung SPM.3a). {2.2.1, 2.3.1, 2.3.2, 2.3.3, 2.3.4, 2.4.1, 2.4.2, 2.4.4, 2.5.3, Abbildung 2.5, Abbildung 2.6, Abbildung 2.9, Abbildung 2.10, Abbildung 2.11, Abbildung 2.14, Abbildung 2.15, Abbildung 2.16, Abbildung 2.17, Abbildung 2.24, Abbildung 2.25, Tabelle 2.4, Tabelle 2.6, Tabelle 2.7, Tabelle 2.9, Tabelle 4.1}

C.2 Pfade, welche die globale Erwärmung ohne oder mit geringer Überschreitung auf 1,5 °C begrenzen, würden schnelle und weitreichende Systemübergänge in Energie-, Land-, Stadt- und Infrastruktur- (einschließlich Verkehr und Gebäude) sowie in Industriesystemen erfordern (*hohes Vertrauen*). Diese Systemübergänge sind beispiellos bezüglich ihres Ausmaßes, aber nicht unbedingt bezüglich der Geschwindigkeit, und setzen einschneidende Emissionsminderungen in allen Sektoren, ein breites Portfolio von Minderungsmöglichkeiten und ein bedeutendes Anwachsen der Investitionen in diese Optionen voraus (*mittleres Vertrauen*). {2.3, 2.4, 2.5, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5}

C.2.1 Pfade, welche die globale Erwärmung ohne oder mit geringer Überschreitung auf 1,5 °C begrenzen, weisen zügigere und deutlichere Systemveränderungen im Verlauf der nächsten zwei Jahrzehnte auf als 2 °C-Pfade (*hohes Vertrauen*). Die Geschwindigkeiten der Systemveränderungen, die mit einer Begrenzung der globalen Erwärmung auf 1,5 °C ohne oder mit geringer Überschreitung verbunden sind, sind in der Vergangenheit innerhalb bestimmter Branchen-, Technologie- und räumlicher Kontexte schon vorgekommen, doch gibt es kein dokumentiertes historisches Vorbild im Hinblick auf ihre Größenordnung (*mittleres Vertrauen*). {2.3.3, 2.3.4, 2.4, 2.5, 4.2.1, 4.2.2, Cross-Chapter-Box 11 in Kapitel 4}

C.2.2 Im Hinblick auf Energiesysteme decken die modellierten globalen (in der Literatur betrachteten) Pfade, welche die globale Erwärmung ohne oder mit geringer Überschreitung auf 1,5 °C begrenzen (siehe Abbildung SPM.3b für mehr Details), die Nachfrage nach Energiedienstleistungen bei geringerer Energienutzung grundsätzlich ab, unter anderem durch eine verbesserte Energieeffizienz, und zeigen eine schnellere Elektrifizierung der Endenergienutzung als 2 °C-Pfade (*hohes Vertrauen*). In 1,5 °C-Pfaden ohne oder mit geringer Überschreitung haben emissionsarme Energiequellen laut Projektionen einen größeren Anteil als in 2 °C-Pfaden, insbesondere vor 2050 (*hohes Vertrauen*). In 1,5 °C-Pfaden ohne oder mit geringer Überschreitung liefern erneuerbare Energien im Jahr 2050 laut Projektionen 70–85 % (Interquartilbereich) des Stroms (*hohes Vertrauen*). Bei der Stromerzeugung steigen in den Modellen die Anteile von Atomenergie und fossilen Brennstoffen mit Kohlendioxidabscheidung und -speicherung (*Carbon Dioxide Capture and Storage*, CCS) auf den meisten 1,5 °C-Pfaden ohne oder mit geringer Überschreitung an. In modellierten 1,5 °C-Pfaden ohne oder mit geringer Überschreitung würde die Anwendung von CCS einen Anteil von Gas an der Stromerzeugung von ungefähr 8 % (3–11 % Interquartilbereich) der weltweiten Stromerzeugung im Jahr 2050 ermöglichen, während die Kohlenutzung in allen Pfaden stark zurückgeht und auf einen Anteil an der Stromerzeugung von fast 0 % reduziert werden würde (0–2 %) (*hohes Vertrauen*). Auch wenn Herausforderungen und Unterschiede zwischen den Optionen und den nationalen Rahmenbedingungen zu verzeichnen sind, hat sich die politische, wirtschaftliche, gesellschaftliche und technische Machbarkeit von Sonnenenergie, Windenergie und von Stromspeichertechnologien in den vergangenen Jahren erheblich verbessert (*hohes Vertrauen*). Diese Verbesserungen zeigen einen potenziellen Systemübergang in der Stromerzeugung an. (Abbildung SPM.3b) {2.4.1, 2.4.2, Abbildung 2.1, Tabelle 2.6, Tabelle 2.7, Cross-Chapter-Box 6 in Kapitel 3, 4.2.1, 4.3.1, 4.3.3, 4.5.2}

C.2.3 CO₂-Emissionen aus der Industrie werden laut Projektionen auf Pfaden, welche die globale Erwärmung ohne oder mit geringer Überschreitung auf 1,5 °C begrenzen, im Jahr 2050 circa 65–90 % (Interquartilbereich) geringer sein als 2010, verglichen mit 50–80 % in 2 °C-Pfaden (*mittleres Vertrauen*). Solche Minderungen können durch Kombinationen von neuen und bestehenden Technologien und Methoden erzielt werden, wie zum Beispiel Elektrifizierung, Wasserstoff, nachhaltige biobasierte Rohstoffe, Produktersatz und Kohlendioxidabscheidung, -nutzung und -speicherung (*Carbon Capture, Utilization and Storage*, CCUS). Diese

Optionen sind in verschiedenen Ausbaustufen technisch erprobt, ihr großräumiger Einsatz kann aber durch wirtschaftliche, finanzielle und menschliche Kapazitäten, institutionelle Einschränkungen in bestimmten Kontexten und durch spezifische Eigenschaften großmaßstäblicher Industrieanlagen begrenzt werden. In der Industrie sind Emissionsminderungen durch Energie- und Verfahrenseffizienz allein unzureichend für eine Begrenzung der Erwärmung auf 1,5 °C ohne oder mit geringer Überschreitung (*hohes Vertrauen*). {2.4.3, 4.2.1, Tabelle 4.1, Tabelle 4.3, 4.3.3, 4.3.4, 4.5.2}

- C.2.4** Der städtische und infrastrukturelle Systemübergang, der mit einer Begrenzung der globalen Erwärmung auf 1,5 °C ohne oder mit geringer Überschreitung konsistent wäre, würde Veränderungen zum Beispiel in der Raum- und Stadtplanung sowie einschneidendere Emissionsminderungen bei Verkehr und Gebäuden voraussetzen als Pfade, auf denen die globale Erwärmung unter 2 °C begrenzt wird (*mittleres Vertrauen*). Zu den technischen Maßnahmen und Methoden, die einschneidende Emissionsminderungen ermöglichen, gehören verschiedene Energieeffizienzoptionen. In Pfaden, welche die globale Erwärmung ohne oder mit geringer Überschreitung auf 1,5 °C begrenzen, läge der Stromanteil des Energiebedarfs von Gebäuden im Jahr 2050 bei 55–75 % verglichen mit 50–70 % im Jahr 2050 in 2 °C-Pfaden (*mittleres Vertrauen*). Im Verkehrssektor würde der Anteil emissionsarmer Endenergie von weniger als 5 % im Jahr 2020 auf circa 35–65 % im Jahr 2050 ansteigen, verglichen mit 25–45 % bei 2 °C globaler Erwärmung (*mittleres Vertrauen*). Je nach nationalen, regionalen und lokalen Gegebenheiten, Möglichkeiten und der Verfügbarkeit von Kapital können wirtschaftliche, institutionelle und soziokulturelle Hemmnisse diesen städtischen und infrastrukturellen Systemübergängen entgegenstehen (*hohes Vertrauen*). {2.3.4, 2.4.3, 4.2.1, Tabelle 4.1, 4.3.3, 4.5.2}
- C.2.5** Umstellungen in der globalen und regionalen Landnutzung sind in allen Pfaden zu finden, die die globale Erwärmung ohne oder mit geringer Überschreitung auf 1,5 °C begrenzen, ihr Ausmaß hängt aber vom umgesetzten Minderungsportfolio ab. Modellpfade, welche die globale Erwärmung ohne oder mit geringer Überschreitung auf 1,5 °C begrenzen, projizieren eine Änderung der Anbaufläche für Nahrungsmittel und Futterpflanzen zwischen einer Abnahme um 4 Mio. km² und einer Zunahme um 2,5 Mio. km² und eine Abnahme der Weidefläche um 0,5–11 Mio. km². Diese Änderungen sollen umgewandelt werden in eine Zunahme der Anbaufläche für Energiepflanzen um 0–6 Mio. km² sowie eine Änderung der Waldfläche zwischen einer Abnahme um 2 Mio. km² bis hin zu einer Zunahme um 9,5 Mio. km² im Jahr 2050 gegenüber 2010 (*mittleres Vertrauen*).¹⁶ Landnutzungsumstellungen ähnlichen Ausmaßes können in modellierten 2 °C-Pfaden beobachtet werden (*mittleres Vertrauen*). Solche umfangreichen Umstellungen stellen große Herausforderungen für ein nachhaltiges Management der unterschiedlichen Bedarfe an Landfläche für menschliche Siedlungen, Nahrungsmittel, Nutztierfutter, Faserpflanzen, Bioenergie, Kohlenstoffspeicherung, biologische Vielfalt und andere Ökosystemleistungen dar (*hohes Vertrauen*). Zu Minderungsoptionen, welche die Nachfrage nach Land einschränken, gehören unter anderem die nachhaltige Intensivierung von Landnutzungspraktiken, die Renaturierung von Ökosystemen und Umstellungen auf weniger ressourcenintensive Ernährungsweisen (*hohes Vertrauen*). Die Umsetzung landbasierter Minderungsoptionen würde die Überwindung von sozioökonomischen, institutionellen, technologischen, finanziellen und ökologischen Barrieren voraussetzen, die sich je nach Region unterscheiden (*hohes Vertrauen*). {2.4.4, Abbildung 2.24, 4.3.2, 4.3.7, 4.5.2, Cross-Chapter-Box 7 in Kapitel 3}
- C.2.6** Die durchschnittlichen Zusatzinvestitionen in energiebezogene Minderungsmaßnahmen in Pfaden, welche die Erwärmung auf 1,5 °C begrenzen, gegenüber solchen ohne neue Klimapolitik über die heutige hinaus, werden für den Zeitraum 2016 bis 2050 auf etwa 830 Milliarden USD₂₀₁₀ pro Jahr geschätzt (Bandbreite von 150 bis 1700 Milliarden USD₂₀₁₀ über sechs Modelle¹⁷). Dies steht im Vergleich zu durchschnittlichen Gesamtinvestitionen in die Energieversorgung in 1,5 °C-Pfaden in Höhe von 1460 bis 3510 Milliarden USD₂₀₁₀ pro Jahr und durchschnittlichen energiebezogenen Gesamtinvestitionen auf der Nachfrageseite in Höhe von 640 bis 910 Milliarden USD₂₀₁₀ pro Jahr im Zeitraum von 2016 bis 2050. Die energiebezogenen Gesamtinvestitionen nehmen in 1,5 °C-Pfaden gegenüber 2 °C-Pfaden um circa 12 % (Bandbreite von 3 bis 24 %) zu. Die durchschnittlichen jährlichen Investitionen in kohlenstoffarme Energietechnologien und Energieeffizienz werden bis zum Jahr 2050 gegenüber 2015 etwa um den Faktor 6 ausgebaut (Bandbreite des Faktors zwischen 4 und 10) (*mittleres Vertrauen*). {2.5.2, Box 4.8, Abbildung 2.27}
- C.2.7** Modellierte Pfade, welche die globale Erwärmung ohne oder mit geringer Überschreitung auf 1,5 °C begrenzen, projizieren für das 21. Jahrhundert eine große Bandbreite an mittleren globalen diskontierten Grenzvermeidungskosten. Sie sind ungefähr drei bis vier Mal höher als in Pfaden, welche die globale Erwärmung auf unter 2 °C begrenzen (*hohes Vertrauen*). In der Wirtschaftsliteratur wird zwischen Grenzvermeidungskosten und gesamtwirtschaftlichen Minderungskosten unterschieden. Die Literatur zu gesamtwirtschaftlichen Kosten von 1,5 °C-Minderungspfaden ist begrenzt und wurde in diesem Bericht nicht bewertet. Es bestehen nach wie vor Wissenslücken in der integrierten Bewertung der gesamtwirtschaftlichen Kosten und Nutzen von Minderung in dem Umfang, wie er in Pfaden, welche die Erwärmung auf 1,5 °C begrenzen, enthalten ist. {2.5.2, 2.6, Abbildung 2.26}

¹⁶ Die dargestellten projizierten Landnutzungsänderungen werden in keinem der Pfade gleichzeitig bis an die jeweilige Obergrenze ausgereizt.

¹⁷ Einschließlich zweier Pfade, die die Erwärmung ohne oder mit geringer Überschreitung auf 1,5 °C begrenzen, und von vier Pfaden mit hoher Überschreitung.

- C.3 Alle Pfade, welche die globale Erwärmung ohne oder mit geringer Überschreitung auf 1,5 °C begrenzen, projizieren die Nutzung von Kohlendioxidentnahme (*Carbon Dioxide Removal, CDR*) in einer Größenordnung von 100–1 000 Gt CO₂ im Verlauf des 21. Jahrhunderts. CDR würde genutzt werden, um verbleibende Emissionen auszugleichen, und um – in den meisten Fällen – netto negative Emissionen zu erzielen, um die globale Erwärmung nach einem Höchststand wieder auf 1,5 °C zurückzubringen (*hohes Vertrauen*). Der Einsatz von CDR für mehrere hundert Gt CO₂ unterliegt vielfältigen Einschränkungen bezüglich Machbarkeit und Nachhaltigkeit (*hohes Vertrauen*). Bedeutende Emissionsminderungen in der nahen Zukunft und Maßnahmen zur Senkung von Energie- und Landbedarf können den CDR-Einsatz ohne Abhängigkeit von Bioenergie mit Kohlendioxidabscheidung und -speicherung (*Bioenergy With Carbon Capture and Storage, BECCS*) auf ein paar hundert Gt CO₂ begrenzen (*hohes Vertrauen*). {2.3, 2.4, 3.6.2, 4.3, 5.4}**
- C.3.1** Zu bestehenden und potenziellen CDR-Maßnahmen gehören unter anderem Aufforstung und Wiederaufforstung, Landrenaturierung und Kohlenstoffsequestrierung in Böden, BECCS, direkte Abscheidung von Kohlendioxid aus der Luft mit anschließender Speicherung (*Direct Air Carbon Capture and Storage, DACCS*) sowie beschleunigte Verwitterung und Ozean-Alkalisierung. Diese Maßnahmen unterscheiden sich stark hinsichtlich der technologischen Ausreifung, des Potenzials, der Kosten, der Risiken, positiver Nebeneffekte und von Zielkonflikten (*hohes Vertrauen*). Bislang beziehen nur wenige veröffentlichte Pfade andere CDR-Maßnahmen als Aufforstung und BECCS ein. {2.3.4, 3.6.2, 4.3.2, 4.3.7}
- C.3.2** In Pfaden, welche die globale Erwärmung ohne oder mit geringer Überschreitung auf 1,5 °C begrenzen, wird der Einsatz von BECCS in den Jahren 2030, 2050 und 2100 Projektionen zufolge jeweils 0–1, 0–8 bzw. 0–16 Gt CO₂/Jahr betragen, während CDR-Maßnahmen im Zusammenhang mit Landwirtschaft, Forstwirtschaft und anderer Landnutzung (AFOLU) laut Projektionen in diesen Jahren 0–5, 1–11 bzw. 1–5 Gt CO₂/Jahr entnehmen werden (*mittleres Vertrauen*). Das obere Ende dieser Einsatzbandbreiten überschreitet bis Mitte des Jahrhunderts das anhand jüngster Literatur bewertete BECCS-Potenzial von bis zu 5 Gt CO₂/Jahr und das Aufforstungspotenzial von bis zu 3,6 Gt CO₂/Jahr (*mittleres Vertrauen*). Manche Pfade vermeiden den Einsatz von BECCS vollständig über nachfrageseitige Maßnahmen und eine größere Abhängigkeit von AFOLU-bezogenen CDR-Maßnahmen (*mittleres Vertrauen*). Die Nutzung von Bioenergie kann aufgrund ihres Potenzials als Ersatz für fossile Brennstoffe in allen Sektoren bei einem Ausschluss von BECCS ebenso hoch oder sogar noch höher ausfallen als unter Einbezug von BECCS (*hohes Vertrauen*). (Abbildung SPM.3b) {2.3.3, 2.3.4, 2.4.2, 3.6.2, 4.3.1, 4.2.3, 4.3.2, 4.3.7, 4.4.3, Tabelle 2.4}
- C.3.3** Pfade mit Überschreitung von 1,5 °C globaler Erwärmung sind darauf angewiesen, dass CDR die verbleibenden CO₂-Emissionen später in diesem Jahrhundert übersteigt, um bis zum Jahr 2100 wieder auf unter 1,5 °C zu sinken, wobei größere Überschreitungen mehr CDR benötigen (Abbildung SPM.3) (*hohes Vertrauen*). Einschränkungen bezüglich der Geschwindigkeit, des Ausmaßes und der gesellschaftlichen Akzeptanz eines CDR-Einsatzes bestimmen die Fähigkeit, die globale Erwärmung nach einer Überschreitung wieder auf unter 1,5 °C herabzusetzen. Die Kenntnisse über den Kohlenstoffzyklus und das Klimasystem sind hinsichtlich der Wirksamkeit von netto negativen Emissionen zur erneuten Senkung von Temperaturen nach einem Höchststand immer noch begrenzt (*hohes Vertrauen*). {2.2, 2.3.4, 2.3.5, 2.6, 4.3.7, 4.5.2, Tabelle 4.11}
- C.3.4** Die meisten aktuellen und potenziellen CDR-Maßnahmen könnten im Falle eines umfangreichen Einsatzes bedeutende Folgen für Land, Energie, Wasser oder Nährstoffe haben (*hohes Vertrauen*). Aufforstung und Bioenergie können mit anderen Landnutzungen konkurrieren und erhebliche Folgen für Landwirtschafts- und Ernährungssysteme, biologische Vielfalt sowie andere Ökosystemfunktionen und -leistungen haben (*hohes Vertrauen*). Eine effektive Steuerung ist erforderlich, um solche Zielkonflikte zu begrenzen und die Beständigkeit der Kohlenstoffentnahme und permanente Speicherung in terrestrischen, geologischen und ozeanischen Reservoirs sicherzustellen (*hohes Vertrauen*). Machbarkeit und Nachhaltigkeit von CDR-Nutzung könnten gesteigert werden, indem ein Portfolio an Optionen in zwar wesentlichen, jedoch geringeren Maßstäben umgesetzt würde statt einer einzelnen Option in sehr großem Umfang (*hohes Vertrauen*). (Abbildung SPM.3b) {2.3.4, 2.4.4, 2.5.3, 2.6, 3.6.2, 4.3.2, 4.3.7, 4.5.2, 5.4.1, 5.4.2; Cross-Chapter-Boxen 7 und 8 in Kapitel 3, Tabelle 4.11, Tabelle 5.3, Abbildung 5.3}
- C.3.5** Manche AFOLU-bezogene CDR-Maßnahmen wie die Renaturierung natürlicher Ökosysteme und die Kohlenstoffsequestrierung in Böden könnten positive Nebeneffekte wie gesteigerte biologische Vielfalt, Bodenqualität und lokale Ernährungssicherheit bieten. Im Falle eines umfangreichen Einsatzes würden sie Regulierungssysteme benötigen, die ein nachhaltiges Landmanagement ermöglichen, um Kohlenstoffbestände an Land und andere Ökosystemfunktionen und -leistungen zu erhalten und zu schützen (*mittleres Vertrauen*). (Abbildung SPM.4) {2.3.3, 2.3.4, 2.4.2, 2.4.4, 3.6.2, 5.4.1, Cross-Chapter-Boxen 3 in Kapitel 1 und 7 in Kapitel 3, 4.3.2, 4.3.7, 4.4.1, 4.5.2, Tabelle 2.4}

D. Stärkung der weltweiten Reaktion im Zusammenhang mit nachhaltiger Entwicklung und Anstrengungen zur Beseitigung von Armut

- D.1 Schätzungen der globalen Emissionen infolge der derzeitigen national festgelegten Minderungsziele, wie im Rahmen des Pariser Abkommens eingereicht, legen für das Jahr 2030 globale Treibhausgasemissionen¹⁸ von 52–58 Gt CO₂-Äq pro Jahr nahe (*mittleres Vertrauen*). Pfade, die diese Ziele widerspiegeln, würden die globale Erwärmung nicht auf 1,5 °C begrenzen, selbst wenn sie nach 2030 durch sehr anspruchsvolle Steigerungen des Umfangs und der Ziele der Emissionsminderungen ergänzt würden (*hohes Vertrauen*). Eine Überschreitung und Abhängigkeit von zukünftig großflächigem Einsatz von Kohlendioxidentnahme (CDR) kann nur vermieden werden, wenn die globalen CO₂-Emissionen lange vor 2030 zu sinken beginnen (*hohes Vertrauen*). {1.2, 2.3, 3.3, 3.4, 4.2, 4.4, Cross-Chapter-Box 11 in Kapitel 4}**
- D.1.1** Pfade, welche die globale Erwärmung ohne oder mit geringer Überschreitung auf 1,5 °C begrenzen, weisen bis zum Jahr 2030 eindeutige Emissionsminderungen auf (*hohes Vertrauen*). Alle bis auf einen zeigen einen Rückgang der globalen Treibhausgasemissionen auf weniger als 35 Gt CO₂-Äq/Jahr im Jahr 2030, und die Hälfte der zur Verfügung stehenden Pfade liegt im Bereich zwischen 25 und 30 Gt CO₂-Äq/Jahr (Interquartilbereich), ein Rückgang um 40–50 % gegenüber den Werten im Jahr 2010 (*hohes Vertrauen*). Pfade, welche die aktuellen national festgelegten Minderungsziele bis 2030 widerspiegeln, stimmen grob mit kosten effektiven Pfaden überein, die zu einer globalen Erwärmung von etwa 3 °C bis zum Jahr 2100 und weiterer Erwärmung danach führen (*mittleres Vertrauen*). {2.3.3, 2.3.5, Cross-Chapter-Box 11 in Kapitel 4, 5.5.3.2}
- D.1.2** Entwicklungsverläufe mit Überschreitung führen zu größeren Folgen und damit verbundenen Herausforderungen als Pfade, welche die globale Erwärmung ohne oder mit geringer Überschreitung auf 1,5 °C begrenzen (*hohes Vertrauen*). Die Erwärmung nach einer Überschreitung von 0,2 °C oder mehr in diesem Jahrhundert umzukehren, würde einen Ausbau und Einsatz von CDR mit einer Geschwindigkeit und in einem Ausmaß voraussetzen, die angesichts der beträchtlichen Herausforderungen bei der Umsetzung womöglich nicht erreichbar sind (*mittleres Vertrauen*). {1.3.3, 2.3.4, 2.3.5, 2.5.1, 3.3, 4.3.7, Cross-Chapter-Box 8 in Kapitel 3, Cross-Chapter-Box 11 in Kapitel 4}
- D.1.3** Je geringer die Emissionen im Jahr 2030, desto geringer die Schwierigkeit einer Begrenzung der globalen Erwärmung auf 1,5 °C ohne oder mit geringer Überschreitung nach 2030 (*hohes Vertrauen*). Zu den Herausforderungen, die durch verzögerte Maßnahmen zur Minderung von Treibhausgasemissionen entstehen, gehören das Risiko einer Kosteneskalation, ein Anbindeeffekt (*lock-in*) an CO₂-emittierende Infrastruktur, „gestrandete Vermögenswerte“ (*stranded assets*) und eine mittel- bis langfristig geringere Flexibilität bezüglich zukünftiger Reaktionsmöglichkeiten (*hohes Vertrauen*). Diese Herausforderungen verstärken möglicherweise unausgewogene Verteilungseffekte zwischen einzelnen Ländern in unterschiedlichen Entwicklungsstadien (*mittleres Vertrauen*). {2.3.5, 4.4.5, 5.4.2}
- D.2 Die vermiedenen Folgen des Klimawandels für nachhaltige Entwicklung, Armutsbeseitigung und Verringerung von Ungleichheiten wären größer, wenn die globale Erwärmung auf 1,5 °C begrenzt würde statt auf 2 °C, falls Minderungs- und Anpassungssynergien maximiert und gleichzeitig Zielkonflikte minimiert werden (*hohes Vertrauen*). {1.1, 1.4, 2.5, 3.3, 3.4, 5.2, Tabelle 5.1}**
- D.2.1** Klimawandelfolgen und -reaktionen sind eng mit nachhaltiger Entwicklung verbunden, die das gesellschaftliche Wohl, wirtschaftlichen Wohlstand und Umweltschutz miteinander in Einklang bringt. Die 2015 verabschiedeten Ziele für nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen (*United Nations Sustainable Development Goals*, SDGs) bieten einen anerkannten Rahmen zur Bewertung der Verknüpfungen zwischen einer globalen Erwärmung um 1,5 °C oder 2 °C und den Entwicklungszielen, zu denen die Armutsbeseitigung, die Verringerung von Ungleichheiten und der Klimaschutz gehören. (*hohes Vertrauen*) {Cross-Chapter-Box 4 in Kapitel 1, 1.4, 5.1}
- D.2.2** Die Berücksichtigung von Ethik und Gleichstellung kann helfen, die ungleiche Verteilung nachteiliger Folgen einer globalen Erwärmung um 1,5 °C oder höher anzugehen, wie auch derjenigen von Minderung und Anpassung, insbesondere für arme und benachteiligte Bevölkerungsgruppen in allen Gesellschaften (*hohes Vertrauen*). {1.1.1, 1.1.2, 1.4.3, 2.5.3, 3.4.10, 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, Cross-Chapter-Box 4 in Kapitel 1, Cross-Chapter-Boxen 6 und 8 in Kapitel 3 und Cross-Chapter-Box 12 in Kapitel 5}
- D.2.3** Minderung und Anpassung im Einklang mit einer Begrenzung der globalen Erwärmung auf 1,5 °C werden durch begünstigende Rahmenbedingungen unterstützt, wie sie im SR1.5 für alle geophysikalischen, ökologischen, technologischen, ökonomischen, soziokulturellen und institutionellen Dimensionen der Machbarkeit untersucht wurden. Gestärkte mehrstufige politische Steuerung

¹⁸ Die Treibhausgasemissionen wurden mit den 100-Jahres-GWP-Werten (*Global Warming Potential*), wie im Zweiten Sachstandsbericht des IPCC eingeführt, aggregiert.

und Koordination, institutionelle Kapazitäten, politische Instrumente, technologische Innovationen und Transfer und Mobilisierung von finanziellen Mitteln sowie Veränderungen in menschlichem Verhalten und Lebensstilen stellen begünstigende Rahmenbedingungen dar, welche die Machbarkeit von Minderungs- und Anpassungsoptionen für Systemübergänge im Einklang mit 1,5 °C steigern. (*hohes Vertrauen*) {1.4, Cross-Chapter-Box 3 in Kapitel 1, 4.4, 4.5, 5.6}

D.3 Anpassungsmöglichkeiten, die den nationalen Kontext berücksichtigen, werden – falls mitsamt förderlicher Bedingungen sorgfältig ausgewählt – bei einer globalen Erwärmung von 1,5°C Vorteile für nachhaltige Entwicklung und die Armutsbekämpfung haben, auch wenn Zielkonflikte möglich sind (*hohes Vertrauen*). {1.4, 4.3, 4.5}

D.3.1 Anpassungsoptionen, welche die Verwundbarkeit von menschlichen und natürlichen Systemen verringern, haben – falls gut organisiert – viele Synergien mit nachhaltiger Entwicklung, wie die Gewährleistung von Ernährungssicherheit und Wasserversorgung, die Senkung des Katastrophenrisikos, die Verbesserung des Gesundheitszustands, die Aufrechterhaltung von Ökosystemleistungen und die Verringerung von Armut und Ungleichheit (*hohes Vertrauen*). Steigende Investitionen in physische und gesellschaftliche Infrastruktur stellen eine Schlüsselbedingung für die Förderung der Resilienz und des Anpassungsvermögens von Gesellschaften dar. Diese Vorteile können sich bei einer Anpassung an eine globale Erwärmung um 1,5 °C in den meisten Regionen ergeben (*hohes Vertrauen*). {1.4.3, 4.2.2, 4.3.1, 4.3.2, 4.3.3, 4.3.5, 4.4.1, 4.4.3, 4.5.3, 5.3.1, 5.3.2}

D.3.2 Anpassung an 1,5 °C globale Erwärmung kann auch in Zielkonflikte oder Fehlanpassungen mit schädlichen Folgen für die nachhaltige Entwicklung münden. Zum Beispiel können Anpassungsprojekte in vielen Sektoren – falls schlecht konzipiert oder umgesetzt – Treibhausgasemissionen und den Wasserverbrauch erhöhen, Ungleichheiten zwischen Geschlechtern und sozialen Schichten verstärken, den Gesundheitszustand untergraben und natürliche Ökosysteme beeinträchtigen (*hohes Vertrauen*). Diese Zielkonflikte können durch Anpassungen verringert werden, in denen Armut und nachhaltiger Entwicklung Aufmerksamkeit gewidmet wird (*hohes Vertrauen*). {4.3.2, 4.3.3, 4.5.4, 5.3.2; Cross-Chapter-Boxen 6 und 7 in Kapitel 3}

D.3.3 Eine Mischung von Anpassungs- und Minderungsoptionen zur Begrenzung der globalen Erwärmung auf 1,5 °C kann – wenn partizipativ und integrativ durchgeführt – zügige Systemübergänge in städtischen und ländlichen Räumen ermöglichen (*hohes Vertrauen*). Diese sind am effektivsten, wenn sie an wirtschaftlicher und nachhaltiger Entwicklung ausgerichtet sind, und wenn lokale und regionale Regierungen und Entscheidungsträger durch die nationalen Regierungen unterstützt werden (*mittleres Vertrauen*). {4.3.2, 4.3.3, 4.4.1, 4.4.2}

D.3.4 Anpassungsoptionen, die zugleich Emissionen mindern, können Synergien und Kosteneinsparungen in den meisten Sektoren und Systemübergängen mit sich bringen, beispielsweise wenn Landmanagement die Emissionen und das Katastrophenrisiko senkt, oder wenn kohlenstoffarme Gebäude auch für effiziente Kühlung konstruiert sind. Zielkonflikte zwischen Minderung und Anpassung können bei der Begrenzung der globalen Erwärmung auf 1,5 °C die Ernährungssicherheit, Lebensgrundlagen, Ökosystemfunktionen und -leistungen sowie andere Aspekte einer nachhaltigen Entwicklung untergraben, zum Beispiel wenn Bioenergiepflanzen, Aufforstung und Wiederaufforstung auf Landflächen übergreifen, die für landwirtschaftliche Anpassung benötigt werden. (*hohes Vertrauen*) {3.4.3, 4.3.2, 4.3.4, 4.4.1, 4.5.2, 4.5.3, 4.5.4}

D.4 Minderungsmöglichkeiten im Einklang mit 1,5 °C-Pfaden sind mit zahlreichen Synergien und Zielkonflikten in Bezug auf die Ziele für nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen (*Sustainable Development Goals*, SDGs) verbunden. Während die Gesamtzahl der möglichen Synergien die Anzahl der Zielkonflikte übersteigt, wird ihre Nettowirkung von Geschwindigkeit und Ausmaß der Veränderungen, der Zusammensetzung des Minderungsportfolios und der Handhabung des Systemübergangs abhängen. (*hohes Vertrauen*) (Abbildung SPM.4) {2.5, 4.5, 5.4}

D.4.1 1,5 °C-Pfade bieten belastbare Synergien insbesondere im Hinblick auf die SDGs 3 (Gesundheit), 7 (Saubere Energie), 11 (Städte und Gemeinden), 12 (Nachhaltigen Konsum und Produktion) und 14 (Ozeane) (*sehr hohes Vertrauen*). Manche 1,5 °C-Pfade weisen im Hinblick auf die SDGs 1 (Armut), 2 (Hunger), 6 (Wasser) und 7 (Energiezugang) potenzielle Zielkonflikte mit Minderung auf, falls sie nicht sorgfältig gehandhabt werden (*hohes Vertrauen*). (Abbildung SPM.4) {5.4.2.; Abbildung 5.4, Cross-Chapter-Boxen 7 und 8 in Kapitel 3}

D.4.2 1,5 °C-Pfade, die einen geringen Energiebedarf (siehe exemplarisch P1 in Abbildungen SPM.3a und SPM.3b), einen niedrigen Materialverbrauch und einen geringen Konsum treibhausgasintensiver Lebensmittel vorsehen, weisen die deutlichsten Synergien und die niedrigste Anzahl an Zielkonflikten bezüglich nachhaltiger Entwicklung und der SDGs auf (*hohes Vertrauen*). Solche Pfade würden die Abhängigkeit von CDR verringern. In modellierten Pfaden können nachhaltige Entwicklung, Armutsbeseitigung und die Verringerung von Ungleichheit die Begrenzung der Erwärmung auf 1,5 °C unterstützen (*hohes Vertrauen*). (Abbildung SPM.3b, Abbildung SPM.4) {2.4.3, 2.5.1, 2.5.3, Abbildung 2.4, Abbildung 2.28, 5.4.1, 5.4.2, Abbildung 5.4}

Indikative Verknüpfungen zwischen Minderungsoptionen und nachhaltiger Entwicklung unter Verwendung der Sustainable Development Goals (SDGs) (Die Verknüpfungen zeigen keine Kosten und Nutzen)

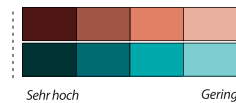
In jedem Sektor können die angewendeten Minderungsoptionen mit möglichen positiven Auswirkungen (Synergien) oder negativen Auswirkungen (Zielkonflikte) bezüglich der Ziele für nachhaltige Entwicklung (SDGs) verbunden sein. Inwieweit dieses Potenzial verwirklicht wird, wird von dem gewählten Portfolio an Minderungsoptionen, der Gestaltung der politischen Minderungsstrategie und von lokalen Gegebenheiten und Kontext abhängen. Insbesondere im Energiebedarfssektor ist das Potenzial für Synergien größer als für Zielkonflikte. Die Balken gruppieren einzeln bewertete Optionen nach Vertrauensniveau und berücksichtigen die relative Stärke der bewerteten Verknüpfungen zwischen Minderung und SDG.

Länge zeigt Verbindungsstärke



Die gesamte **Größe der farbigen Balken** stellt das **relative Potenzial** für Synergien und Zielkonflikte zwischen den sektoralen Minderungsoptionen und den SDGs dar.

Schattierung zeigt Vertrauensniveau



Die Schattierungen stellen das **Vertrauensniveau** des bewerteten Potenzials für **Zielkonflikte/Synergien** dar.

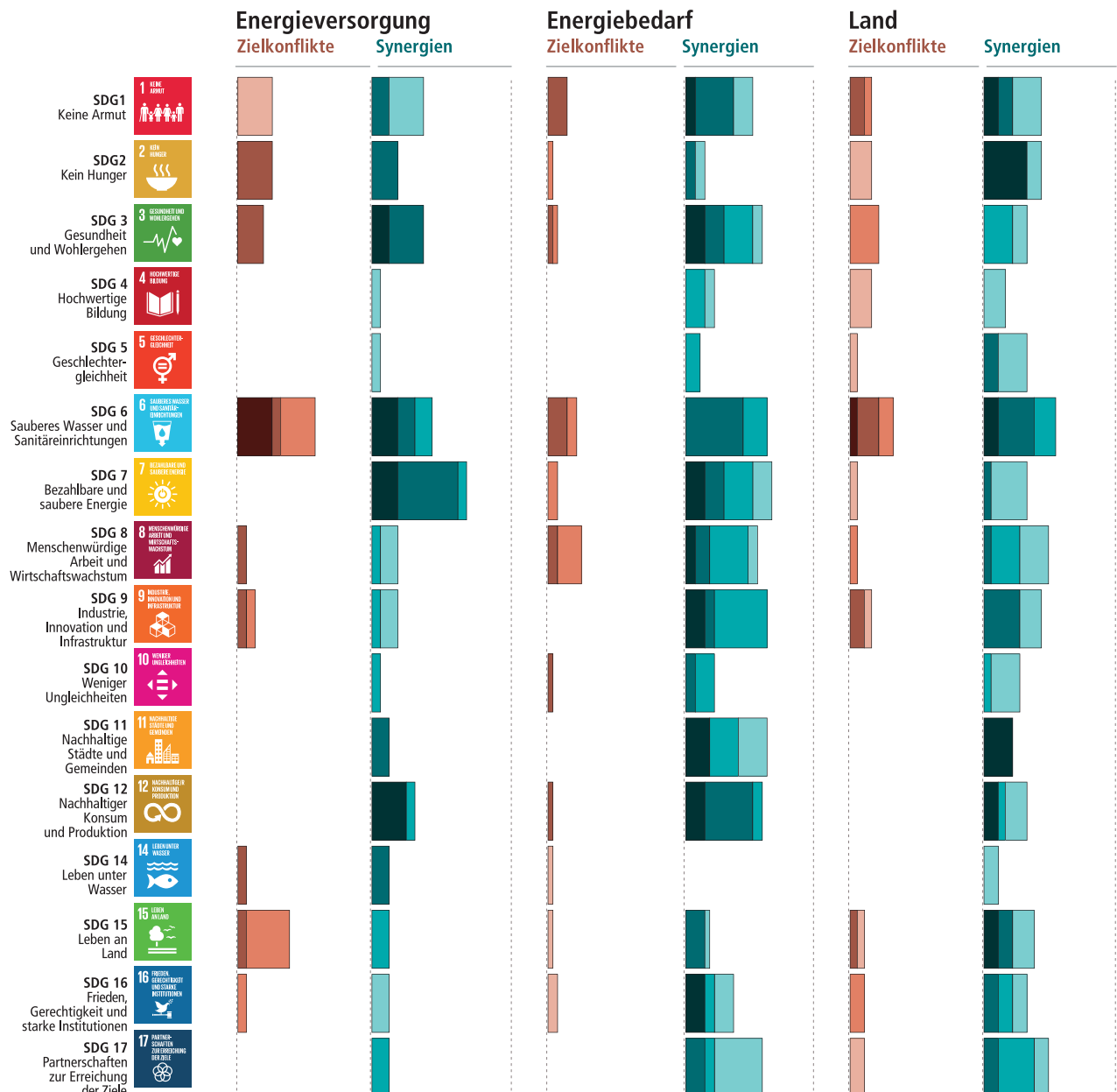


Abbildung SPM.4 | Potenzielle Synergien und Zielkonflikte zwischen den branchenspezifischen Portfolios an Optionen zur Minderung des Klimawandels und den Zielen für nachhaltige Entwicklung (*Sustainable Development Goals*, SDGs). Die SDGs dienen als Analyserahmen für die Bewertung der verschiedenen Dimensionen nachhaltiger Entwicklung, die über den Zeitrahmen der SDG-Ziele für 2030 hinausgehen. Die Bewertung beruht auf Literatur zu Minderungsoptionen, die als relevant bezüglich 1,5 °C erachtet werden. Die Einschätzung der Stärke der SDG-Wechselwirkungen fußt auf der qualitativen und quantitativen Bewertung einzelner Minderungsoptionen, die in Tabelle 5.2 aufgeführt sind. Für jede Minderungsoption wurden die Stärke der SDG-Verknüpfung sowie das entsprechende Vertrauen in der zugrundeliegenden Literatur (Grün- und Rottöne) bewertet. Die Stärke von positiven (Synergien) und negativen Verknüpfungen (Zielkonflikten) aller Einzeloptionen innerhalb eines Sektors (siehe Tabelle 5.2) werden für das gesamte Minderungsportfolio zu sektoralen Potenzialen zusammengefasst. Die (weißen) Flächen außerhalb der Balken, die keine Wechselwirkungen anzeigen, weisen aufgrund der Unsicherheit und begrenzten Anzahl an Studien, die indirekte Auswirkungen untersuchen, ein *geringes Vertrauen* auf. Die Stärke der Verknüpfung berücksichtigt nur die Auswirkungen von Minderung und bezieht keinerlei Nutzen vermiedener Folgen mit ein. SDG 13 (Klimaschutz) ist nicht aufgeführt, da Minderung in Bezug auf Wechselwirkungen mit den SDGs betrachtet wird und nicht umgekehrt. Die Balken zeigen die Stärke der Verknüpfung an und berücksichtigen das Ausmaß der Folgen für die SDGs nicht. Der Sektor „Energiebedarf“ umfasst Verhaltensänderungen, Brennstoffumstellung und Effizienzoptionen in den Sektoren Verkehr, Industrie und Bau sowie Kohlendioxidabscheidungsoptionen im Industriesektor. Zu den bewerteten Optionen aus dem Energieversorgungssektor gehören erneuerbare Energien (Biomasse und Nicht-Biomasse), Kernenergie, CCS mit Bioenergie und CCS mit fossilen Brennstoffen. Optionen im Landsektor umfassen land- und forstwirtschaftliche Optionen, nachhaltige Ernährung und geringere Lebensmittelverschwendung, Sequestrierung im Boden, Nutztierhaltung und Düngewirtschaft, geringere Abholzung, Aufforstung und Wiederaufforstung sowie verantwortungsbewusste Beschaffung. Zusätzlich zu dieser Abbildung werden Optionen im Ozeansektor im zugrundeliegenden Bericht behandelt. [5.4, Tabelle 5.2, Abbildung 5.2]

Informationen über die Nettofolgen von Minderung für nachhaltige Entwicklung in 1,5 °C-Pfaden stehen nur für eine begrenzte Anzahl an SDGs und Minderungsoptionen zur Verfügung. Nur wenige Studien haben die Nutzen vermiedener Klimafolgen von 1,5 °C-Pfaden für die SDGs oder die Nebeneffekte von Anpassung auf Minderung und die SDGs untersucht. Die Bewertung der indikativen Minderungspotenziale in Abbildung SPM.4 stellt gegenüber dem AR5 einen Schritt weiter hin zu einer umfassenderen und integrierten Bewertung in der Zukunft dar.

- D.4.3** Modellierter 1,5 °C- und 2 °C-Pfade setzen oft den Einsatz großflächiger landbasierte Maßnahmen wie Aufforstung und Bereitstellung von Bioenergie voraus, die – wenn mangelhaft durchgeführt – mit der Lebensmittelproduktion konkurrieren und daher Bedenken im Hinblick auf die Ernährungssicherheit auslösen können (*hohes Vertrauen*). Die Folgen von Optionen zur Kohlendioxidentnahme (*Carbon Dioxide Removal*, CDR) für die SDGs hängen von der Art der Optionen und dem Ausmaß ihres Einsatzes ab (*hohes Vertrauen*). Falls sie mangelhaft umgesetzt würden, hätten CDR-Optionen wie BECCS- und AFOLU-Optionen Zielkonflikte zur Folge. Kontextbezogene Gestaltung und Umsetzung müssen die Bedürfnisse der Bevölkerung, der biologischen Vielfalt und anderer Dimensionen der nachhaltigen Entwicklung berücksichtigen (*sehr hohes Vertrauen*). (Abbildung SPM.4) {5.4.1.3, Cross-Chapter-Box 7 in Kapitel 3}
- D.4.4** Minderung im Einklang mit 1,5 °C-Pfaden schafft Risiken für die nachhaltige Entwicklung in Regionen mit hoher Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen zur Einkommensgenerierung und zur Schaffung von Arbeitsplätzen (*hohes Vertrauen*). Politische Strategien, die eine Diversifizierung des Wirtschafts- und des Energiesektors fördern, können die damit verbundenen Herausforderungen angehen (*hohes Vertrauen*). {5.4.1.2, Box 5.2}
- D.4.5** Politikmaßnahmen, die über Sektoren und Bevölkerungsgruppen hinweg Verteilungseffekte adressieren, um Arme und Verwundbare zu schützen, können Zielkonflikte für eine Reihe von SDGs, insbesondere Hunger, Armut und Energiezugang, auflösen. Der Investitionsbedarf für solche begleitenden Programme stellt nur einen kleinen Bruchteil der gesamten Minderungsinvestitionen in 1,5 °C-Pfaden dar. (*hohes Vertrauen*) {2.4.3, 5.4.2, Abbildung 5.5}
- D.5 Die Begrenzung der Risiken einer globalen Erwärmung um 1,5 °C im Zusammenhang mit nachhaltiger Entwicklung und Armutsbeseitigung setzt Systemübergänge voraus, die durch eine Erhöhung der Anpassungs- und Minderungsinvestitionen, politische Instrumente, die Beschleunigung von Technologieinnovation und Verhaltensänderungen ermöglicht werden können (*hohes Vertrauen*). {2.3, 2.4, 2.5, 3.2, 4.2, 4.4, 4.5, 5.2, 5.5, 5.6}**
- D.5.1** Eine Umlenkung finanzieller Mittel in Richtung von Investitionen in Infrastruktur für Minderung und Anpassung könnte zusätzliche Ressourcen bereitstellen. Hierfür könnten private Mittel durch institutionelle Investoren, Vermögensverwalter und Entwicklungs- oder Anlagebanken mobilisiert oder auch öffentliche Gelder bereitgestellt werden. Eine Regierungspolitik, die das Risiko von Investitionen in emissionsarme Optionen und Anpassung senkt, kann die Mobilisierung von privaten Mitteln fördern und die Wirksamkeit anderer öffentlicher Programme stärken. Studien weisen auf mehrere Herausforderungen hin, darunter den Zugang zu Finanzierung und die Mobilisierung von Mitteln. (*hohes Vertrauen*) {2.5.2, 4.4.5}
- D.5.2** Anpassungsfinanzierung im Einklang mit einer globalen Erwärmung um 1,5 °C ist schwer zu beziffern und schwer mit 2 °C zu vergleichen. Zu den Wissenslücken gehören unzureichende Daten für die Berechnung von spezifischen Investitionen zur Verbesserung der Klimaresilienz aus der Bereitstellung derzeit unterfinanzierter Basisinfrastruktur. Schätzungen der Anpassungskosten könnten für eine Erwärmung von 1,5 °C geringer ausfallen als bei 2 °C. Bislang wurden Anpassungsbedarfe üblicherweise durch Quellen aus dem öffentlichen Sektor wie nationalen und subnationalen Regierungshaushalten unterstützt, beziehungsweise in

Entwicklungsländern zusammen mit Unterstützung durch Entwicklungshilfe, multilaterale Entwicklungsbanken und UNFCCC-Kanäle (*mittleres Vertrauen*). In jüngerer Zeit wächst das Verständnis über das Ausmaß und die Zunahme von Förderung durch Nichtregierungsorganisationen und private Mittel in manchen Regionen (*mittleres Vertrauen*). Hemmnisse sind unter anderem das Ausmaß an Anpassungsfinanzierung, begrenzte Kapazitäten und Zugang zu Anpassungsfinanzierung (*mittleres Vertrauen*). {4.4.5, 4.6}

- D.5.3** Globale Modellpfade, welche die globale Erwärmung auf 1,5 °C begrenzen, beinhalten Projektionen zufolge einen durchschnittlichen jährlichen Investitionsbedarf in das Energiesystem von etwa 2,4 Billionen USD₂₀₁₀ zwischen 2016 und 2035, was etwa 2,5 % des weltweiten BIP entspricht (*mittleres Vertrauen*). {4.4.5, Box 4.8}
- D.5.4** Politikinstrumente können dabei helfen, wachsende Ressourcen zu mobilisieren, unter anderem durch die Umschichtung von globalen Investitionen und Sparanlagen und durch markt- und nichtmarktbasierte Instrumente sowie durch begleitende Maßnahmen zur Sicherung eines gerechten Übergangs, unter Anerkennung der mit der Umsetzung verbundenen Herausforderungen, wie zum Beispiel Energiekosten, Wertminderung von Vermögen und Folgen für den internationalen Wettbewerb, und dem Ausschöpfen von Gelegenheiten zur Maximierung der Zusatznutzen (*hohes Vertrauen*). {1.3.3, 2.3.4, 2.3.5, 2.5.1, 2.5.2, Cross-Chapter-Box 8 in Kapitel 3, Cross-Chapter-Box 11 in Kapitel 4, 4.4.5, 5.5.2}
- D.5.5** Die Systemübergänge im Einklang mit der Anpassung an die und der Begrenzung der globalen Erwärmung auf 1,5 °C beinhalten die weitverbreitete Anwendung neuer und möglicherweise disruptiver Technologien und Methoden und eine verstärkte klimatriebene Innovation. Diese bedingen verstärktes technologisches Innovationsvermögen, auch in Industrie und Finanzwesen. Sowohl nationale Innovationskonzepte als auch internationale Zusammenarbeit können zur Entwicklung, Kommerzialisierung und der weitverbreiteten Anwendung von Minderungs- und Anpassungstechnologien beitragen. Innovationsprogramme können noch effektiver sein, wenn sie öffentliche Unterstützung für Forschung und Entwicklung mit unterschiedlichen Programmen kombinieren, die Anreize für die Verbreitung von Technologien bieten. (*hohes Vertrauen*) {4.4.4, 4.4.5}
- D.5.6** Bildungs-, Informations- und gemeindebasierte Ansätze, einschließlich derer, die auf indigenes Wissen und lokales Wissen zurückgreifen, können die umfassenden Verhaltensänderungen beschleunigen, die mit der Anpassung an die und der Begrenzung der globalen Erwärmung auf 1,5 °C im Einklang stehen. Diese Ansätze sind effektiver, wenn sie mit anderen Programmen kombiniert und auf die Motivationen, Fähigkeiten und Ressourcen der spezifischen Akteure und Kontexte zugeschnitten werden (*hohes Vertrauen*). Die öffentliche Akzeptanz kann die Umsetzung von politischen Strategien und Maßnahmen zur Begrenzung der globalen Erwärmung auf 1,5 °C und zur Anpassung an die Konsequenzen ermöglichen oder verhindern. Die öffentliche Akzeptanz hängt von der Beurteilung der erwarteten Konsequenzen der Strategien, der wahrgenommenen Fairness bei der Verteilung dieser Konsequenzen und der wahrgenommenen Fairness in den Entscheidungsverfahren durch jeden Einzelnen ab (*hohes Vertrauen*). {1.1, 1.5, 4.3.5, 4.4.1, 4.4.3, Box 4.3, 5.5.3, 5.6.5}
- D.6 Nachhaltige Entwicklung unterstützt und ermöglicht oft erst die grundlegenden Übergänge und Transformationen von Gesellschaften und Systemen, die helfen, die globale Erwärmung auf 1,5°C zu begrenzen. Solche Veränderungen erleichtern die Verfolgung klimaresilienter Entwicklungspfade, die in Verbindung mit der Armutsbeseitigung und Anstrengungen zur Verringerung von Ungleichheiten zu ehrgeiziger Minderung und Anpassung führen (*hohes Vertrauen*). {Box 1.1, 1.4.3, Abbildung 5.1, 5.5.3, Box 5.3}**
- D.6.1** Soziale Gerechtigkeit und Gleichstellung sind zwei Kernaspekte klimaresilienter Entwicklungspfade, die darauf abzielen, die globale Erwärmung auf 1,5 °C zu begrenzen, da sie Herausforderungen und unvermeidbare Zielkonflikte angehen, Möglichkeiten ausweiten und gewährleisten, dass Optionen, Visionen und Werte erwogen werden, zwischen und auch innerhalb von einzelnen Ländern und Gemeinschaften, ohne die Armen und Benachteiligten schlechter zu stellen (*hohes Vertrauen*). {5.5.2, 5.5.3, Box 5.3, Abbildung 5.1, Abbildung 5.6, Cross-Chapter-Boxen 12 und 13 in Kapitel 5}
- D.6.2** Das Potenzial für klimaresiliente Entwicklungspfade unterscheidet sich aufgrund verschiedener Entwicklungskontexte und systemischer Verwundbarkeiten je nach Region und Nation (*sehr hohes Vertrauen*). Anstrengungen entlang solcher Pfade wurden bislang nur begrenzt unternommen (*mittleres Vertrauen*), und gesteigerte Anstrengungen würden von allen Ländern und nicht-staatlichen Akteuren stärkeres und rechtzeitiges Handeln erfordern (*hohes Vertrauen*). {5.5.1, 5.5.3, Abbildung 5.1}

- D.6.3 Pfade, die mit nachhaltiger Entwicklung in Einklang stehen, weisen geringere Minderungs- und Anpassungsschwierigkeiten auf und sind mit geringeren Minderungskosten verbunden. Die große Mehrheit an Modellstudien konnte keine Pfade konstruieren, die sowohl von einem Mangel an internationaler Zusammenarbeit, von Ungleichheit und von Armut geprägt waren als auch die globale Erwärmung auf 1,5 °C begrenzen konnten. (*hohes Vertrauen*) {2.3.1, 2.5.1, 2.5.3, 5.5.2}
- D.7 Die Stärkung der Kapazitäten nationaler und subnationaler Behörden, der Zivilgesellschaft, des Privatsektors, indigener Völker und lokaler Gemeinschaften für Maßnahmen zum Umgang mit dem Klimawandel kann die Umsetzung ehrgeiziger Maßnahmen unterstützen, welche für die Begrenzung der globalen Erwärmung auf 1,5 °C erforderlich sind (*hohes Vertrauen*). Internationale Zusammenarbeit kann ein unterstützendes Umfeld schaffen, damit dies in allen Ländern und für alle Menschen im Kontext nachhaltiger Entwicklung erreicht werden kann. Internationale Zusammenarbeit stellt einen kritischen Befähigungsfaktor für Entwicklungsländer und verwundbare Regionen dar (*hohes Vertrauen*). {1.4, 2.3, 2.5, 4.2, 4.4, 4.5, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 5, Box 4.1, Box 4.2, Box 4.7, Box 5.3, Cross-Chapter-Box 9 in Kapitel 4, Cross-Chapter-Box 13 in Kapitel 5}**
- D.7.1 Partnerschaften unter nichtstaatlichen öffentlichen und privaten Akteuren, institutionellen Investoren, dem Bankensystem, der Zivilgesellschaft und wissenschaftlichen Einrichtungen würden Maßnahmen und Reaktionen fördern, die mit einer Begrenzung der globalen Erwärmung auf 1,5 °C im Einklang stehen (*sehr hohes Vertrauen*). {1.4, 4.4.1, 4.2.2, 4.4.3, 4.4.5, 4.5.3, 5.4.1, 5.6.2, Box 5.3}
- D.7.2 Zusammenarbeit bei einer gestärkten rechenschaftspflichtigen, mehrstufigen politischen Steuerung und Koordination, die nichtstaatliche Akteure wie die Industrie, die Zivilgesellschaft und wissenschaftliche Einrichtungen mit einschließt, sowie bei koordinierten sektoralen und sektorübergreifenden Programmen auf verschiedenen Verwaltungsebenen, geschlechtersensiblen Regelungen, Finanzierung einschließlich innovativer Finanzierung und von Zusammenarbeit in der Technologieentwicklung und -verbreitung, kann Teilnahme, Transparenz, Kapazitätsaufbau und Lernprozesse unter verschiedenen Akteuren gewährleisten (*hohes Vertrauen*). {2.5.1, 2.5.2, 4.2.2, 4.4.1, 4.4.2, 4.4.3, 4.4.4, 4.4.5, 4.5.3, Cross-Chapter-Box 9 in Kapitel 4, 5.3.1, 4.4.5, 5.5.3, Cross-Chapter-Box 13 in Kapitel 5, 5.6.1, 5.6.3}
- D.7.3 Internationale Zusammenarbeit stellt eine wesentliche Voraussetzung für Entwicklungsländer und verwundbare Regionen dar, um deren Maßnahmen zur Umsetzung von 1,5 °C-konsistenten Reaktionen auf den Klimawandel zu stärken, zum Beispiel durch Verbesserung des Zugangs zu Finanzierung und Technologie und durch die Stärkung nationaler Kapazitäten unter Berücksichtigung der nationalen und lokalen Gegebenheiten und Bedürfnisse (*hohes Vertrauen*). {2.3.1, 2.5.1, 4.4.1, 4.4.2, 4.4.4, 4.4.5, 5.4.1, 5.5.3, 5.6.1, Box 4.1, Box 4.2, Box 4.7}
- D.7.4 Gemeinsame Anstrengungen auf allen Ebenen in Richtung einer Begrenzung der globalen Erwärmung auf 1,5 °C, deren Realisierung verschiedene Umstände und Fähigkeiten reflektiert, können unter Berücksichtigung sowohl von Gleichstellung als auch von Wirksamkeit zur Stärkung der globalen Reaktion auf den Klimawandel, zum Erzielen von nachhaltiger Entwicklung und zur Beseitigung von Armut beitragen (*hohes Vertrauen*). {1.4.2, 2.3.1, 2.5.1, 2.5.2, 2.5.3, 4.2.2, 4.4.1, 4.4.2, 4.4.3, 4.4.4, 4.4.5, 4.5.3, 5.3.1, 5.4.1, 5.5.3, 5.6.1, 5.6.2, 5.6.3}

Box SPM.1: Für diesen Sonderbericht wichtige Kernkonzepte

Mittlere globale Oberflächentemperatur: Geschätzter globaler Durchschnitt der oberflächennahen Lufttemperatur über Land und Meereis und der Meeresoberflächentemperaturen über eisfreien Ozeanregionen, wobei Änderungen normalerweise als Abweichungen von einem Wert über einen bestimmten Referenzzeitraum ausgedrückt werden. Für die Abschätzung von Änderungen der mittleren globalen Oberflächentemperatur werden auch Änderungen der oberflächennahen Lufttemperatur über Land und Ozean verwendet.¹⁹ {1.2.1.1}

Vorindustriell: Der mehrere Jahrhunderte umfassende Zeitraum vor Beginn industrieller Aktivitäten im großen Maßstab um 1750. Der Bezugszeitraum 1850–1900 wird als Annäherung für die vorindustrielle mittlere globale Oberflächentemperatur genutzt. {1.2.1.2}

Globale Erwärmung: Die geschätzte Zunahme der mittleren globalen Oberflächentemperatur, gemittelt über einen Zeitraum von 30 Jahren, oder über einen Zeitraum von 30 Jahren, in dessen Mitte ein bestimmtes Jahr oder Jahrzehnt liegt, ausgedrückt relativ zum vorindustriellen Niveau, falls nicht anders angegeben. Für 30-Jahres-Zeiträume, die sich über vergangene und zukünftige Jahre erstrecken, wird davon ausgegangen, dass sich der aktuelle, über mehrere Jahrzehnte beobachtete Erwärmungstrend fortsetzt. {1.2.1}

Netto null CO₂-Emissionen: Netto null Kohlendioxid-(CO₂-)Emissionen sind erreicht, wenn die anthropogenen CO₂-Emissionen global durch anthropogene CO₂-Entnahmen über einen bestimmten Zeitraum ausgeglichen werden.

Kohlendioxidentnahme (Carbon Dioxide Removal, CDR): Anthropogene Aktivitäten, die der Atmosphäre CO₂ entnehmen und es dauerhaft in geologischen, terrestrischen oder ozeanischen Reservoirs oder in Produkten lagern. Dazu gehören die bestehende und die potenzielle anthropogene Verstärkung biologischer oder geochemischer Senken und die direkte Abscheidung von Kohlendioxid aus der Luft mit anschließender Speicherung, nicht jedoch die natürliche Aufnahme von CO₂, die keine direkte Folge menschlicher Aktivitäten ist.

Gesamtes Kohlenstoffbudget: Geschätzte kumulative globale anthropogene Netto-CO₂-Emissionen seit vorindustrieller Zeit bis zu dem Zeitpunkt, an dem anthropogene CO₂-Emissionen netto null erreichen, die mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit und unter Berücksichtigung der Folgen anderer anthropogener Emissionen zu einer Begrenzung der globalen Erwärmung auf ein bestimmtes Niveau führen würden. {2.2.2}

Verbleibendes Kohlenstoffbudget: Geschätzte kumulative globale anthropogene Netto-CO₂-Emissionen von einem bestimmten Anfangszeitpunkt bis zu dem Zeitpunkt, an dem anthropogene CO₂-Emissionen netto null erreichen, die mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit und unter Berücksichtigung der Folgen anderer anthropogener Emissionen zu einer Begrenzung der globalen Erwärmung auf ein bestimmtes Niveau führen würden. {2.2.2}

Temperaturüberschreitung (temperature overshoot): Die zeitweise Überschreitung eines bestimmten Niveaus globaler Erwärmung.

Emissionspfade: In dieser Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger werden die modellierten Entwicklungsverläufe der globalen anthropogenen Emissionen über das 21. Jahrhundert hinweg als Emissionspfade bezeichnet. Emissionspfade werden nach ihrem Temperaturverlauf im 21. Jahrhundert klassifiziert: Pfade, die basierend auf dem aktuellen Wissen die globale Erwärmung mit einer Wahrscheinlichkeit von mindestens 50 % auf unter 1,5 °C begrenzen, werden als „ohne Überschreitung“ klassifiziert, diejenigen, welche die Erwärmung auf unter 1,6 °C begrenzen und bis 2100 auf 1,5 °C zurückkehren, werden als „geringe Überschreitung“ klassifiziert, während solche, die über 1,6 °C hinausgehen, aber bis 2100 immer noch auf 1,5 °C zurückkehren, als „höhere Überschreitung“ klassifiziert werden.

Folgen: Wirkungen des Klimawandels auf menschliche und natürliche Systeme. Folgen können vorteilhafte oder nachteilige Auswirkungen auf Lebensgrundlagen, Gesundheit und Wohlergehen, Ökosysteme und Arten, Dienstleistungen, Infrastrukturen sowie wirtschaftliche, soziale und kulturelle Güter haben.

¹⁹ Frühere IPCC-Berichte haben basierend auf der Literatur eine Vielzahl von ungefähr gleichwertigen Maßsystemen für die Änderung der mittleren globalen Oberflächentemperatur verwendet.

Risiko: Das Potenzial für nachteilige Konsequenzen für natürliche und menschliche Systeme durch eine klimabedingte Gefährdung, das sich aus den Wechselwirkungen der Gefährdung mit der Vulnerabilität und Exposition des betroffenen Systems ergibt. Risiko integriert die Wahrscheinlichkeit, einer Gefährdung ausgesetzt zu sein, und das Ausmaß von deren Folgen. Risiko kann auch das Potenzial für nachteilige Auswirkungen von Anpassungs- oder Minderungsmaßnahmen als Reaktion auf den Klimawandel beschreiben.

Klimaresiliente Entwicklungspfade: Entwicklungsverläufe, welche die nachhaltige Entwicklung auf mehreren Ebenen und die Anstrengungen zur Armutsbeseitigung durch gerechte Übergänge bzw. Transformationen von Gesellschaften und Systemen stärken und gleichzeitig die Bedrohung durch den Klimawandel durch ehrgeizige Minderung, Anpassung und Klimaresilienz reduzieren.

> Anpassung an den Klimawandel

Bedeutung der Strategie des Bundesrates für die Kantone



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU

> Anpassung an den Klimawandel

Bedeutung der Strategie des Bundesrates für die Kantone

Impressum

Herausgeber

Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

Redaktion

Felix Walter und Sarah Werner, Ecoplan, Forschung und Beratung in Wirtschaft und Politik, Bern & Altdorf; Frédéric Quiquerez, ecopo (Konzeptionsphase)

Arbeitsgruppe BAFU

Roland Hohmann, Pamela Köllner, Thomas Probst, Martina Zoller, Carla Gross

Arbeitsgruppe Kantone

Tobias Andres, Kt. BE; Andreas Herold, Kt. SG; Martin Heeb, Kt. SO; Norbert Kräuchi, Kt. AG; Tristan Mariethoz, Kt. VD; Franziska Schwager, Kt. BS; Kuno Strassmann, Kt. ZH; Georg Thomann, Kt. GR; Christian Wüthrich, Kt. UR; Rémy Zinder, Kt. GE

Zitierung

BAFU (Hrsg.) 2015: Anpassung an den Klimawandel. Bedeutung der Strategie des Bundesrates für die Kantone. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1509: 47 S.

Gestaltung

Karin Nöthiger, Niederrohrdorf

Titelbild

Sommerhitze am Genfersee

© KEYSTONE/Salvatore Di Nolfi

PDF-Download

www.bafu.admin.ch/uw-1509-d

(eine gedruckte Fassung liegt nicht vor)

Diese Publikation ist auch in französischer und italienischer Sprache verfügbar.

© BAFU 2015

> Inhalt

Abstracts	5
Vorwort	7
1 Warum diese Arbeitshilfe?	8
1.1 Der Klimawandel ist bereits spürbar	8
1.2 Der Klimawandel stellt auch die Schweiz vor grosse Herausforderungen	9
1.3 Mit gezielten Massnahmen Risiken vermindern und Chancen nutzen	9
1.4 Ziel und Zielpublikum dieser Arbeitshilfe	9
2 Was macht der Bund? Die Strategie zur Anpassung an den Klimawandel	11
2.1 Verminderung und Anpassung – zwei Antworten auf den Klimawandel	11
2.2 Strategie zur Anpassung an den Klimawandel	11
2.3 Einbettung der Strategie	12
2.4 Der Bund möchte die Strategie zusammen mit den Kantonen umsetzen	14
3 Welche Rolle haben die Kantone?	15
3.1 Welche Veränderungen werden erwartet?	15
3.2 Was sind die Risiken, Chancen und Handlungsfelder?	16
3.3 Was kann ein Kanton konkret tun?	17
3.4 Wie kann ein Kanton diese Aufgabe angehen?	18
4 Wie geht es weiter?	20

Werkzeugkasten für die Kantone	21
Teil 1: Welche Veränderungen werden erwartet?	21
Teil 2: Was sind die Risiken, Chancen und Handlungsfelder?	23
Teil 3: Was kann ein Kanton konkret tun?	30
Teil 4: Wie kann ein Kanton diese Aufgabe angehen?	32
Anhang	36
A1 Praxisbeispiele aus den Kantonen	36
A2 Sektorale Massnahmen: Rolle der Kantone, Koordinationsgefässe und Arbeitsschritte 2015+	41
Literatur	47
Verzeichnisse	47

> Abstracts

This guide is intended for specialists dealing with adaptation to climate change at the cantonal level. It was developed by the FOEN in close collaboration with the cantons to enable coordinated action between the federal and cantonal governments in adaptation to climate change. The guide deals with adaptation at a cross-sectorial level. It focuses on four key questions asked by the cantons: (1.) What changes are expected? (2.) What are the risks, opportunities and areas of action? (3.) What can a canton do in concrete terms? (4.) How can a canton approach this task? To answer these key questions, tools and concrete examples are presented in the *Toolbox for cantons*.

Die vorliegende Arbeitshilfe richtet sich an Fachpersonen, die sich auf kantonaler Ebene mit der Anpassung an den Klimawandel beschäftigen. Sie wurde vom BAFU in enger Zusammenarbeit mit den Kantonen erarbeitet, um ein abgestimmtes Vorgehen zwischen Bund und Kantonen bei der Anpassung an den Klimawandel zu ermöglichen. Die Arbeitshilfe behandelt die Anpassung auf einer sektorenübergreifenden Ebene. Im Zentrum stehen vier Schlüsselfragen, die sich den Kantonen stellen: (1.) Welche Veränderungen werden erwartet? (2.) Was sind die Risiken, Chancen und Handlungsfelder? (3.) Was kann ein Kanton konkret tun? (4.) Wie kann ein Kanton diese Aufgabe angehen? Zu diesen Schlüsselfragen sind im *Werkzeugkasten für die Kantone* Instrumente und konkrete Anwendungsbeispiele dargestellt.

Le présent guide s'adresse aux spécialistes chargés au plan cantonal de l'adaptation aux changements climatiques. Il a été élaboré par l'OFEV en étroite collaboration avec les cantons afin de permettre une procédure coordonnée entre la Confédération et les cantons dans le cadre de l'adaptation intersectorielle aux changements climatiques. Ce guide répond à quatre questions clés que se posent les cantons: (1.) Quels sont les changements attendus? (2.) Quels sont les risques, les opportunités et les champs d'action? (3.) Que peuvent faire concrètement les cantons? (4.) Comment les cantons peuvent-ils aborder cette tâche? Le guide présente la *boîte à outils pour les cantons* qui comprend des instruments et des exemples pratiques concrets pour répondre à ces questions.

Il presente documento ausiliare si rivolge agli specialisti che si occupano a livello cantonale dell'adattamento ai cambiamenti climatici. Questa pubblicazione è stata elaborata dall'UFAM in collaborazione con i Cantoni, per consentire a Confederazione e Cantoni di coordinare le loro attività di adattamento ai cambiamenti climatici. Il documento ausiliare tratta l'adattamento ai cambiamenti climatici a livello intersettoriale ed esamina in primo luogo i quattro aspetti principali che i Cantoni devono affrontare: (1.) Quali sono i cambiamenti attesi? (2.) Quali sono i rischi, le opportunità e i campi d'intervento? (3.) Come può agire concretamente un Cantone? (4.) In che modo può un Cantone svolgere questi compiti? Per rispondere alle domande elencate lo *strumentario dei Cantoni* illustra strumenti e applicazioni concrete.

Keywords:

Adaptation, climate change,
Switzerland, cantons, guide

Stichwörter:

Anpassung, Klimawandel,
Schweiz, Kantone, Arbeitshilfe

Mots-clés:

adaptation,
changements climatiques,
Suisse, cantons, guide

Parole chiave:

adattamento, cambiamenti
climatici, Svizzera, Cantoni,
documento ausiliare

> Vorwort

Der Klimawandel hat hierzulande in den vergangenen Jahrzehnten zu spürbaren Veränderungen geführt. Gemäss den neuesten Klimaszenarien muss in Zukunft mit noch stärkeren Veränderungen gerechnet werden. Es stellt sich die Frage, wie die Politik frühzeitig und am besten den Risiken begegnen und die Chancen nutzen kann.

Der Bund beschäftigt sich schon seit einigen Jahren mit der Anpassung an den Klimawandel. Gemäss Artikel 8 des CO₂-Gesetzes hat er die Aufgabe, Massnahmen zur Anpassung an den Klimawandel zu koordinieren und dafür zu sorgen, dass die benötigten Grundlagen bereitgestellt werden. Zur Umsetzung dieses Auftrags hat der Bundesrat die Strategie *Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz* erarbeitet. Den dazugehörigen Aktionsplan hat er am 9. April 2014 verabschiedet.

Bei der Anpassung an den Klimawandel sind fast alle Politikbereiche betroffen, zum Beispiel die Energie-, Landwirtschafts-, Umwelt – und Gesundheitspolitik. Und in fast all diesen Politikbereichen sind neben dem Bund auch die Kantone und Gemeinden gefordert. Viele Kantone befassen sich bereits in der einen oder anderen Weise mit den Herausforderungen des Klimawandels – einige haben auch bereits eigene Strategien entwickelt oder werden dies demnächst tun. Auch der Bundesrat hat in seiner Anpassungsstrategie an die Kantone gedacht, die für die Umsetzung vieler Massnahmen wichtig sind.

Was bedeutet die Strategie des Bundesrates für die Kantone? Was müssen sie tun und was können sie tun? Um diese Fragen zu klären und die Kantone zu unterstützen, hat das BAFU in enger Zusammenarbeit mit den Kantonen diesen Leitfaden erarbeitet. Er richtet sich in erster Linie an alle, die in den Kantonen und auch in den Gemeinden mit der Anpassung an den Klimawandel und der Koordination der vielfältigen Aktivitäten zu tun haben. Er vermittelt einen ersten Überblick und dient als Einstiegshilfe mit vielen Wegweisern zu vertiefenden Informationen.

Wir freuen uns, dass diese Arbeitshilfe nun vorliegt. Bereits die Erarbeitung war ein weiteres Beispiel der fruchtbaren Zusammenarbeit von Bund und Kantonen – und in der Umsetzung wird diese Zusammenarbeit noch verstärkt und mit weiteren Bausteinen ergänzt. Wir freuen uns darauf und wir hoffen, dass dieser Leitfaden einige Bausteine enthält, die auch Ihnen dabei helfen, die Herausforderungen des Klimawandels zu meistern.

Karine Siegwart
Vizedirektorin

Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Marc Chardonens
Präsident
Konferenz der Vorsteher der
Umweltschutzämter der Schweiz (KVU)

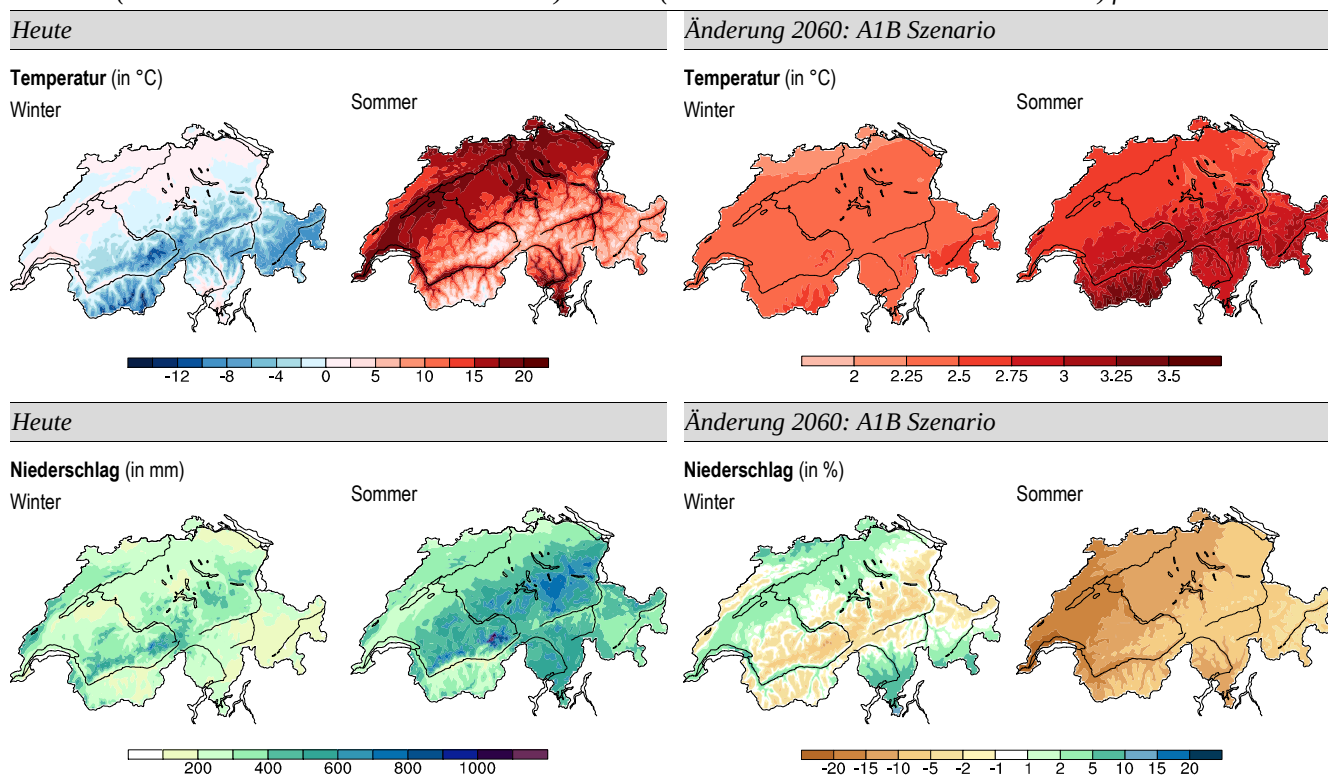
1 > Warum diese Arbeitshilfe?

1.1 Der Klimawandel ist bereits spürbar

Der Klimawandel findet statt und vielerorts sind die Auswirkungen bereits heute deutlich spürbar. In Zukunft wird sich das Klima auch in der Schweiz weiter verändern. Das Ausmass des Klimawandels hängt stark von der künftigen Entwicklung der globalen Treibhausgasemissionen ab. Je höher die Emissionen sind, desto stärker werden die Veränderungen sein. Aber selbst bei einer starken Reduktion der globalen Emissionen werden die Temperaturen hierzulande in den kommenden Jahrzehnten in allen Landesteilen und Jahreszeiten steigen. Vor allem in der zweiten Hälfte des 21. Jahrhunderts ist auch mit einer deutlichen Abnahme der Sommerniederschläge zu rechnen. Diese klimatischen Veränderungen wirken sich auf die Gesellschaft, die Wirtschaft und die Umwelt aus.

Abb. 1 > Klimawandel im Winter und Sommer, von heute bis 2060

Die Abbildung zeigt die absolute Änderung der Temperatur [°C] und relative Niederschlagsänderung [%] im Winter und Sommer von heute (Durchschnittswert der Periode 1980–2009) bis 2060 (Durchschnittswert der Periode 2045–2074) für das A1B-Szenario.



Quelle: Meteoschweiz (2014): Klimaszenarien Schweiz – eine regionale Übersicht

1.2 Der Klimawandel stellt auch die Schweiz vor grosse Herausforderungen

Die Auswirkungen des Klimawandels stellen die Schweiz vor Herausforderungen, die je nach Region unterschiedlich ausgeprägt sind:^[1]

- > Die Hitzebelastung in den Agglomerationen und Städten nimmt zu.
- > Trockenperioden werden im Sommer häufiger, länger und intensiver.
- > Das Hochwasserrisiko steigt.
- > In den Alpen, Voralpen und im Jura werden Erdbeben, Steinschlag, Felsstürze und Murgängen häufiger.
- > Die Schneefallgrenze steigt.
- > Die Wasser-, Boden- und Luftqualität werden beeinträchtigt.
- > Die Lebensräume, die Zusammensetzung der Arten und auch die Landschaft verändern sich.
- > Die Gefahr steigt, dass sich Schadorganismen, Krankheiten und invasive gebietsfremde Arten ausbreiten.

1.3 Mit gezielten Massnahmen Risiken vermindern und Chancen nutzen

Die wichtigste Massnahme im Kampf gegen den Klimawandel und dessen Auswirkungen ist die Verminderung des Treibhausgasausstosses. Es sind aber auch Anpassungen an die unvermeidlichen Folgen des Klimawandels erforderlich. Dabei liegt es auf der Hand, dass sich rechtzeitiges und vorausschauendes Handeln lohnt. Denn gezielte Anpassungen in den heutigen Aktivitäten verursachen geringere Kosten als das spätere Beheben von klimabedingten Schäden. Zudem werden die Massnahmen aufwändiger und schwieriger umsetzbar, je länger gewartet wird und je weiter der Klimawandel voranschreitet. Der Klimawandel bringt aber nicht nur Risiken mit sich, er bietet auch Chancen, die durch eine vorausschauende Planung genutzt werden können. *Anpassung* bedeutet also nicht *resignieren*, sondern *zukunftsorientiert und nachhaltig handeln*.

1.4 Ziel und Zielpublikum dieser Arbeitshilfe

Der Bundesrat hat seine Anpassungsstrategie in zwei Teilen ^{[1] [2]} verabschiedet. Viele Massnahmen im Aktionsplan kann der Bund nur in Zusammenarbeit mit den Kantonen umsetzen. Es ist aber auch im Interesse der Kantone, eigene Massnahmen zu planen und umzusetzen. Dies macht eine Koordination der Aktivitäten von Bund und Kantonen und eine Rollenklärung notwendig. Aus diesem Grund hat das BAFU zusammen mit den Kantonen die vorliegende Arbeitshilfe entwickelt.

Das *Zielpublikum* dieser Arbeitshilfe sind Fachpersonen, die sich auf kantonaler Ebene mit der Anpassung an den Klimawandel beschäftigen und die entsprechende Aktivitäten innerhalb eines Kantons koordinieren.

Das *Ziel* dieser Arbeitshilfe ist es, die Arbeit dieser Fachpersonen zu unterstützen, die Rollen und Verantwortlichkeiten zu klären, die Koordination zwischen Bund und Kantonen zu verbessern und die Zusammenarbeit weiter zu entwickeln. Die Vorgehensvorschläge in dieser Arbeitshilfe sind nicht verpflichtend.

Die Arbeitshilfe setzt sich vor allem mit möglichen Vorgehensweisen und Methoden für die Kantone auf einer sektorenübergreifenden Ebene auseinander. Fachfragen aus einzelnen Sektoren, wie z. B. aus der Landwirtschaft oder dem Biodiversitätsmanagement, werden nicht hier, sondern im Rahmen der sektorspezifischen Fachkonferenzen behandelt, zum Beispiel in der Konferenz der Landwirtschaftsämtler Schweiz (KOLAS) oder der Konferenz der kantonalen Beauftragten für Natur- und Landschaftsschutz (KBNL).

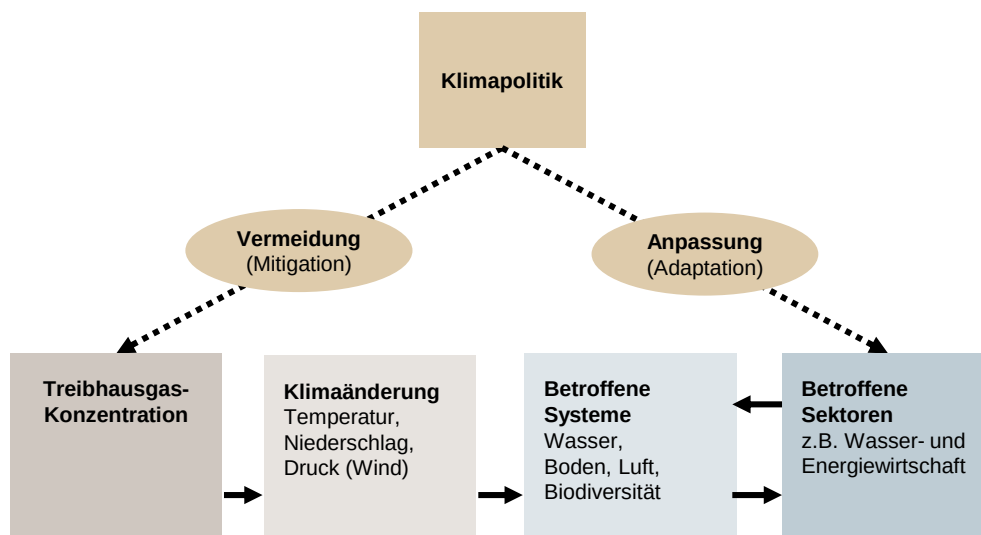
Zum Aufbau: Die Arbeitshilfe zeigt in den Kapiteln 2, 3 und 4 das Wichtigste in aller Kürze. Eine Sammlung von Instrumenten und Beispielen ist im *Werkzeugkasten* (ab S. 21) enthalten.

2 > Was macht der Bund? Die Strategie zur Anpassung an den Klimawandel

2.1 Verminderung und Anpassung – zwei Antworten auf den Klimawandel

Auf den Klimawandel und seine Folgen reagiert die Schweiz mit zwei komplementären Strategien: Zum einen muss der Klimawandel durch geeignete Massnahmen gebremst werden. Die dafür notwendige Verminderung der Treibhausgasemissionen ist im revidierten CO₂-Gesetz, das Anfang 2013 in Kraft getreten ist, geregelt. Zum anderen werden Anpassungen an die unvermeidlichen Veränderungen immer wichtiger. Das CO₂-Gesetz beinhaltet darum die Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels als zweiten, komplementären Bestandteil der Schweizer Klimapolitik. In Artikel 8 erhält der Bund den Auftrag, Massnahmen zur Anpassung an den Klimawandel zu koordinieren und für die Bereitstellung der für die Anpassung notwendigen Grundlagen zu sorgen. Der Bundesrat möchte diesen Auftrag mit seiner Strategie *Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz* umsetzen.

Abb. 2 > Verminderung und Anpassung – zwei komplementäre Ansätze



2.2 Strategie zur Anpassung an den Klimawandel

Die Strategie des Bundesrates zur *Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz* setzt den Rahmen für das koordinierte Vorgehen der Bundesämter bei der Anpassung an den Klimawandel. Im ersten Teil der Strategie^[1] werden *Ziele* formuliert, *Herausforderungen* beschrieben und *Handlungsfelder* definiert. Das übergeordnete Ziel der Anpassung hat der Bundesrat wie folgt formuliert: Die Schweiz soll die Chancen des Klimawandels nutzen.

dels nutzen, die Risiken des Klimawandels minimieren und die Anpassungsfähigkeit von Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt steigern.

Der zweite Teil der Strategie ^[2] ist der *Aktionsplan* mit insgesamt 63 Massnahmen, mit denen der Bund die Anpassungsziele erreichen und die Herausforderungen bewältigen will:

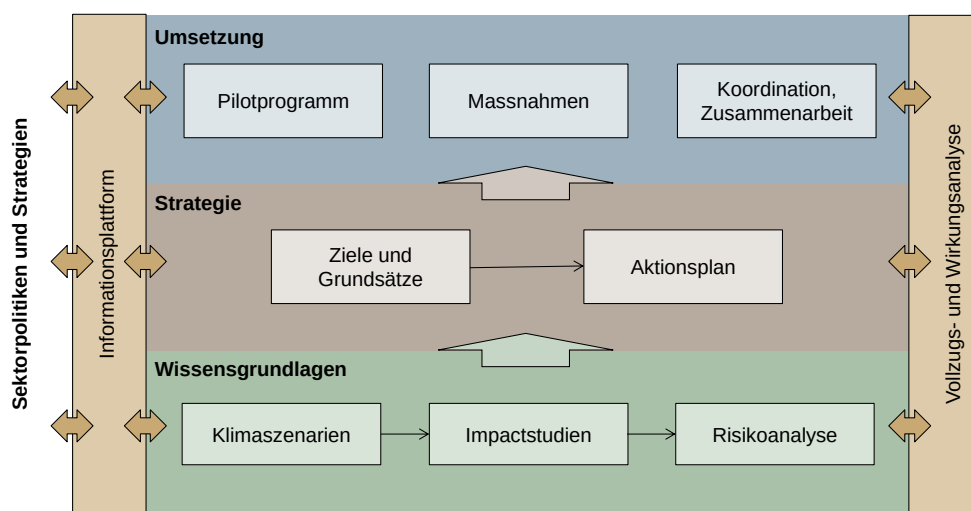
- > 54 Massnahmen betreffen die Sektoren Wasserwirtschaft, Umgang mit Naturgefahren, Landwirtschaft, Waldwirtschaft, Energie, Tourismus, Biodiversitätsmanagement, Gesundheit und Raumentwicklung. Die Massnahmen werden im Rahmen der jeweiligen Sektorpolitik erarbeitet und umgesetzt.
- > Neun sektorenübergreifende Massnahmen haben zum Ziel, die Wissensgrundlagen zu verbessern und Anpassungsaktivitäten zu unterstützen und zu koordinieren. Unter anderem sollen Klimaszenarien und hydrologische Szenarien regelmässig aufdatiert und schweizweit die Risiken und Chancen des Klimawandels analysiert werden. Weiter soll die Zusammenarbeit von Bund, Kantonen, Städten und Gemeinden entwickelt werden.

2.3

Einbettung der Strategie

Die Strategie ist das Herzstück der Bestrebungen des Bundes zur Anpassung an den Klimawandel. Das Zusammenspiel der verschiedenen Aktivitäten ist in Abb. 3 dargestellt. Die Ebenen *Wissensgrundlagen* und *Umsetzung* sowie die *Vollzugs- und Wirkungsanalyse* und das Zusammenspiel der Anpassungsstrategie mit anderen *Sektorpolitiken und Strategien* werden nachstehend kurz beschrieben.

Abb. 3 > Aktivitäten des Bundes im Überblick



Quelle: Bundesamt für Umwelt BAFU

Wissensgrundlagen

Regionale Klimaszenarien sind eine wichtige Grundlage für die Umsetzung und Weiterentwicklung der Anpassungsstrategie des Bundesrates. Der Bericht *Klimaszenarien Schweiz – eine regionale Übersicht* ^[3] zeigt, wie sich das Klima in den Grossregionen und verschiedenen Höhenlagen der Schweiz bis ins Jahr 2060 verändern dürfte. Basierend auf den Klimaszenarien wurden die Auswirkungen des Klimawandels auf Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt in zahlreichen Studien untersucht, beispielsweise in den Berichten *Klimaänderung und die Schweiz 2050* ^[4] und *Toward Quantitative Scenarios of Climate Change Impacts in Switzerland* ^[5].

Auch die Analyse der klimabedingten Risiken und Chancen in der Schweiz¹ ist eine wichtige Grundlage für die Anpassungsstrategie. Im Rahmen der Analyse werden insgesamt acht kantonale Fallstudien durchgeführt, welche die sechs Grossräume der Schweiz repräsentieren. Auf Basis der Ergebnisse sollen Schwerpunkte für die Anpassung gesetzt und Massnahmen für diese Schwerpunkte geplant werden können. In *Werkzeugkasten* Teil 2b werden die Fallstudienkantone und die entsprechenden Instrumente erläutert.

Umsetzung

Die Bundesämter setzen die im Aktionsplan enthaltenen sektoralen Massnahmen als Teil ihrer Sektorpolitiken um. Mit der Verabschiedung des Aktionsplans wurden keine zusätzlichen Mittel für die sektoralen Massnahmen bereitgestellt, ihre Umsetzung soll mit den bestehenden Budgets finanziert werden. Wo nötig, werden die Kantone und anderen Akteure im Rahmen von bestehenden Gefässen einbezogen.

Um die Umsetzung der Anpassungsstrategie zu unterstützen, lancierte das BAFU 2013 das *Pilotprogramm Anpassung an den Klimawandel*². In diesem Programm werden innovative und beispielhafte Projekte zur Anpassung an den Klimawandel in Kantonen, Regionen und Gemeinden gefördert. Die Projekte sollen die betroffenen Stellen für die Anpassung sensibilisieren und die Zusammenarbeit zwischen den Akteuren fördern. Im Mittelpunkt stehen Themen wie der Umgang mit lokaler Wasserknappheit, der Umgang mit Naturgefahren, das Management der Veränderungen von Ökosystemen und Landnutzung, die klimaangepasste Stadtentwicklung sowie Wissenstransfer und Governance. Die 31 Projekte werden bis Ende 2016 abgeschlossen.

Informationsplattform

Das BAFU stellt auf der *Informationsplattform Anpassung an den Klimawandel*³ Informationen zur Strategie des Bundesrates, zu den Aktivitäten der Kantone und Sektoren sowie relevante Publikationen zur Verfügung. Hauptzielgruppe sind Akteure in den von der Anpassungsstrategie betroffenen Sektoren.

¹ www.bafu.admin.ch/klimaanpassung-risikoanalyse

² www.bafu.admin.ch/klimaanpassung-pilotprogramm

³ www.bafu.admin.ch/klimaanpassung

Vollzugs- und Wirkungsanalyse

Im Rahmen der Anpassungsstrategie wird ein System zur *Vollzugs- und Wirkungsanalyse* entwickelt. Damit werden regelmässig der Fortschritt bei der Umsetzung der Anpassungsstrategie und die erzielte Wirkung überprüft. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse fliessen in die Weiterentwicklung der Anpassungsstrategie ein. Zudem sollen sie das Lernen aus bewährten Prozessen und wirksamen Massnahmen sowie die Sensibilisierung von Beteiligten ermöglichen.

Zusammenspiel mit anderen Sektorpolitiken und Strategien

Die Anpassungsstrategie hat Auswirkungen auf andere Strategien und Politiken und wird selbst durch diese beeinflusst. Sie weist Schnittstellen zur Energiestrategie 2050, zur Strategie Naturgefahren, zur Wachstumsstrategie für den Tourismusstandort Schweiz, zur Strategie Biodiversität Schweiz und zum Raumkonzept Schweiz auf, um nur einige zu nennen. Die Umsetzung der Anpassungsmassnahmen erfolgt im Rahmen der bestehenden Sektorpolitiken. Es gibt auch Schnittstellen zu sektorenübergreifenden Strategien, wie beispielsweise zur Nachhaltigkeitsstrategie.

2.4 **Der Bund möchte die Strategie zusammen mit den Kantonen umsetzen**

Das CO₂-Gesetz macht den Kantonen keine Vorschriften betreffend Anpassung an den Klimawandel. Für die erfolgreiche Umsetzung der Anpassungsstrategie des Bundesrates ist die Zusammenarbeit von Bund und Kantonen aber sehr wichtig, denn viele der notwendigen Aktivitäten zur Anpassung an den Klimawandel können nur kantonale oder lokal umgesetzt werden. Der Bund möchte seinen Koordinationsauftrag gemäss Artikel 8 des CO₂-Gesetzes wahrnehmen und die Umsetzung der Strategie zur Anpassung an den Klimawandel zusammen mit den Kantonen und weiteren Partnern angehen. Die Zusammenarbeit beruht dabei auf Freiwilligkeit.

Einzige Ausnahme ist die in der CO₂-Verordnung in Artikel 15 festgeschriebene Pflicht der Kantone, das BAFU regelmässig über ihre Massnahmen zur Anpassung an den Klimawandel zu informieren. Diese *Berichterstattung* soll 2015 zum ersten Mal erfolgen und Grundlagen für die Koordination zwischen Bund und Kantonen liefern. Die Ausgestaltung der Berichterstattung ist nicht Gegenstand dieser Arbeitshilfe, sondern wird separat angegangen.

3 > Welche Rolle haben die Kantone?

Bei der Anpassung an den Klimawandel gibt es wichtige Aufgaben, die zum grossen Teil in der Kompetenz der Kantone liegen. Ein prominentes Beispiel sind Massnahmen zur Bewältigung der Sommertrockenheit. Bei diesen Aufgaben entscheiden die Kantone selbstständig, welche Massnahmen sie umsetzen wollen. Gleichzeitig gibt es wichtige Verbundaufgaben, die die Bundesämter zusammen mit den Kantonen umzusetzen haben, wie z. B. die Gefahrenprävention. Bei den Massnahmen der Bundesämter im Aktionsplan liegt die Federführung beim Bund. Wo nötig, ist eine aktive Mitwirkung der Kantone aber erwünscht.

Wie die Kantone die Anpassung an den Klimawandel angehen können, ist Inhalt des vorliegenden Kapitels. Es ist anhand von vier Schlüsselfragen gegliedert, die sich den Kantonen stellen (vgl. Abb. 4). Um diese Schlüsselfragen zu beantworten, stehen den Kantonen Instrumente zur Verfügung, wie beispielsweise Priorisierungsmatrizen oder Übersichtsgrafiken. Die Schlüsselfragen, Aktivitäten und Instrumente sind in der Abb. 4 aufgelistet und werden in den Kapiteln 3.1 bis 3.4 kurz erläutert. Die konkreten Instrumente werden in einem *Werkzeugkasten* am Ende dieses Leitfadens vorgestellt.

3.1 Welche Veränderungen werden erwartet?

Wie ist ein Kanton oder eine Region vom Klimawandel betroffen? MeteoSchweiz hat einen Überblick regionaler Klimaszenarien für die Grossregionen Jura, Mittelland, Voralpen, Alpen, Südschweiz und für die städtischen Agglomerationen zusammengestellt.^[3] Dargestellt sind die Veränderung der mittleren Temperatur und des mittleren Niederschlags sowie die Auswirkungen auf die Sommertage, Frosttage, die Tage mit Schneefall und die Länge der Vegetationsperiode.

Zu den Auswirkungen des Klimawandels wurden auf internationaler und nationaler Ebene Berichte erstellt. Besonders sei hier auf die Berichte *Klimaänderung und die Schweiz 2050*^[4] und *Toward Quantitative Scenarios of Climate Change Impacts in Switzerland*^[5] hingewiesen. Zudem gibt es bereits eine beachtliche Anzahl an kantonalen Grundlagenberichten und Strategiepapieren.⁴ Sämtliche Grundlagen zur Einarbeitung sind im *Werkzeugkasten* aufgeführt (vgl. Tab. 2 und Tab. 3).

⁴ www.bafu.admin.ch/klimaanpassung

Abb. 4 > Schlüsselfragen, die sich den Kantonen stellen, und Aktivitäten

Schlüsselfrage	1	2	3	4
	Welche Veränderungen werden erwartet?	Was sind die Risiken, Chancen und Handlungsfelder?	Was kann ein Kanton konkret tun?	Wie kann ein Kanton diese Aufgabe angehen?
	- In die Thematik einarbeiten - Betroffenheit aufzeigen: Anwendung von Klimaszenarien und Impactstudien auf die kantonale Ebene	- Identifikation der relevanten Kombinationen von Effekten/Gefahren und Auswirkungsbereichen - Analyse der relevanten Kombinationen - Identifikation und Priorisierung der Handlungsfelder	- Übersicht über geplante und bestehende Massnahmen/Projekte verschaffen (Bund, Kt.) und Lücken identifizieren - Mitwirken bei Massnahmen des Bundes - Entwicklung und Umsetzung eigener Massnahmen - Überprüfung der Umsetzung und Wirkung der Massnahmen	- Ad-hoc Koordination von Einzelmassnahmen - Koordination von Massnahmen ohne Strategie - Kantonale Anpassungsstrategie und/oder Aktionsplan
	Unterstützende Instrumente Werkzeugkasten Teil 1: - Klimaszenarien und Impactanalysen - Anpassungsstrategie des Bundesrates - Diverse kantonale Studien - Weitere Grundlagen	Werkzeugkasten Teil 2: - Relevanzmatrix 9-Feldermatrix - Vorlagen aus Anpassungsstrategie des Bundesrates - Methodik Risikoanalyse Bund - Anpassung Risikoanalyse eines ähnlichen Kantons	Werkzeugkasten Teil 3: - Aktionsplan Bund - Massnahmen des Bundes, die die Kantone betreffen - Praxisbeispiele aus den Kantonen	Werkzeugkasten Teil 4: - Schrittweises Vorgehen bei der Entwicklung einer kantonalen Strategie/Aktionsplan - Praxisbeispiele aus den Kantonen

3.2

Was sind die Risiken, Chancen und Handlungsfelder?

Gemäss Anpassungsstrategie des Bundesrates soll die Schweiz die Chancen des Klimawandels nutzen, die Risiken des Klimawandels minimieren und die Anpassungsfähigkeit von Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt steigern. Um herauszufinden, wo es gezielte Anpassungsmassnahmen braucht, müssen zunächst die klimabedingten Risiken und Chancen identifiziert und bewertet werden. Dazu hat das BAFU eine Methode entwickelt, die auch für die kantonale Ebene geeignet ist und an der sich die Kantone orientieren können.^[6] Sie beinhaltet die folgenden drei Arbeitsschritte:

a) Identifikation der relevanten Kombinationen von Effekten/ Gefahren und Auswirkungsbereichen

Risiken und Chancen des Klimawandels können sich durch schleichende Veränderungen (=Effekte) oder durch Veränderungen der Häufigkeit oder der Stärke von Extremereignissen (=Gefahren) ergeben. Die möglichen Effekte und Gefahren werden in einer Relevanzmatrix systematisch den betroffenen Auswirkungsbereichen gegenübergestellt (vgl. Abb. 5). Dabei können diejenigen Kombinationen identifiziert werden, die für den Kanton relevant sind. Als Ausgangspunkt kann die Relevanzmatrix der

BAFU-Analyse für einen ähnlichen Kanton herangezogen und auf die eigenen Gegebenheiten angepasst werden (vgl. Tab. 3 und Werkzeugkasten Teil 2a).

b) Analyse der relevanten Kombinationen

Die identifizierten relevanten Kombinationen von Effekten/Gefahren und Auswirkungsbereichen werden nun analysiert: Wie gross ist der Einfluss des Klimawandels und wie gross sind die damit verbundenen Chancen und die Risiken? Diese Analyse kann in unterschiedlicher Tiefe und mit unterschiedlichem Aufwand durchgeführt werden (für Einzelheiten siehe Werkzeugkasten Teil 2b):

1. Qualitative Analyse basierend auf Expertenwissen

Hierzu eignet sich z. B. ein kantonsinterner, sektorenübergreifender Workshop, an dem die Kombinationen bezüglich Einfluss des Klimawandels und Wichtigkeit der klimabedingten Veränderung eingeschätzt werden.

2. Kombination von quantitativer und qualitativer Analyse

Bei ausreichender Datenlage können die relevanten Kombinationen quantitativ analysiert werden. Dazu eignet sich die vom BAFU entwickelte Methode für die sektorenübergreifende Analyse der klimabedingten Risiken und Chancen.

c) Identifikation und Priorisierung der Handlungsfelder

Ausgehend von den analysierten Risiken und Chancen können nun die Handlungsfelder der Anpassung bestimmt und priorisiert werden. Dies geschieht anhand vorgängig festgelegter Kriterien (z. B. die Grösse der Chance/des Risikos, die bestehenden Unsicherheiten betreffend der Chance/des Risikos oder die Irreversibilität der Chance/des Risikos; vgl. Werkzeugkasten Teil 2c).

3.3

Was kann ein Kanton konkret tun?

a) Übersicht über bestehende und geplante Massnahmen verschaffen und Lücken identifizieren

In den oben bestimmten prioritären Handlungsfeldern müssen nun Massnahmen bestimmt werden. Dafür muss sich ein Kanton in einem ersten Schritt eine Übersicht über bereits bestehende und geplante Massnahmen und Projekte, sowohl auf Bundesebene als auch auf kantonaler Ebene, verschaffen (vgl. Werkzeugkasten Teil 3a). Darauf aufbauend werden Lücken bei den Massnahmen identifiziert.

Lücken sind dort vorhanden, wo die bestehenden Aktivitäten des Bundes und des Kantons nicht ausreichen, um auf bedeutende Chancen und Risiken zu reagieren. Hingegen bestehen keine Lücken, wenn bereits geeignete Massnahmen geplant sind oder eingeleitet wurden, um auf bedeutende Chancen und Risiken zu reagieren.

b) Mitwirkung bei Massnahmen des Bundes

Eine Vielzahl der Massnahmen der Strategie des Bundesrates sind von Bund und Kantonen gemeinsam umzusetzen. Tab. 4 beinhaltet eine Liste aller Massnahmen der Bundesämter, die die Kantone betreffen. Die Zusammenarbeit findet im Rahmen bestehender Gefässe statt.

c) Entwicklung und Umsetzung eigener Massnahmen

Wurden in wichtigen Handlungsfeldern Lücken identifiziert (vgl. oben), so soll ein Kanton in diesen Feldern eigene Massnahmen entwickeln. Handelt es sich um sektorale Massnahmen, bietet es sich an, dass dies durch die für den Sektor verantwortliche kantonale Fachstelle geschieht. Sektorenübergreifende Massnahmen sollten von den betroffenen Fachstellen gemeinsam entwickelt werden (vgl. Werkzeugkasten Teil 3b).

d) Überprüfung der Umsetzung und Wirkung der Massnahmen

Um den Fortschritt bei der Umsetzung der Massnahmen und die erzielte Wirkung regelmässig kantonsintern zu überprüfen, empfiehlt sich eine periodische Vollzugs- und Wirkungsanalyse (vgl. Werkzeugkasten Teil 3c). Aus Effizienzgründen mag es sinnvoll sein, diese auf die Berichterstattung an den Bund abzustimmen (Modalitäten werden vom BAFU in Zusammenarbeit mit den Kantonen entwickelt; vgl. dazu auch Kapitel 2.4).

3.4

Wie kann ein Kanton diese Aufgabe angehen?

Wie, d. h. in welcher Organisationsform und mit welchen internen Abläufen ein Kanton die Anpassung an den Klimawandel angeht, kann er selbst entscheiden. Je nach *Formalisierungsgrad* (mit oder ohne Strategiedokument) und *Institutionalisierungsgrad der Koordination* (mit oder ohne Koordinationsstelle) sind vier Hauptvarianten möglich (vgl. Tab. 1):

Tab. 1 > Möglichkeiten zur Anpassung an den Klimawandel in den Kantonen

		Formalisierungsgrad	
		keine formalisierte Gesamtstrategie	Strategie, Aktionsplan oder ähnliches Dokument
Institutionalisierungsgrad der Koordination	gering – Ad-hoc-Koordination	1. Ad-hoc-Koordination von Einzelmassnahmen	3. Kantonale Strategie ohne Koordinationsstelle
	stark – z. B. Koordinationsstelle	2. Koordinierte Massnahmen durch Koordinationsstelle ohne Strategie	4. Kantonale Strategie mit Koordinationsstelle

Auch ohne formalisierte Gesamtstrategie können Anpassungsmassnahmen von den Sektorverantwortlichen entwickelt werden. Die sektorenübergreifende Abstimmung mit anderen Massnahmen erfolgt direkt durch die Sektorverantwortlichen oder durch eine Koordinationsstelle (vgl. Werkzeugkasten Teil 4a). Möglich ist auch, eine Strategie und einen (allenfalls separaten) Aktionsplan zu erstellen, sei es mit oder ohne Koordinationsstelle (vgl. Werkzeugkasten Teil 4b). Für die Erarbeitung einer Strategie wird im Werkzeugkasten ein mögliches Vorgehen in vier Schritten skizziert (vgl. Werkzeugkasten Teil 4c).

Bei allen Varianten ist zu beachten, dass auch die Gemeinden bei der Anpassung an den Klimawandel eine wichtige Rolle spielen und als Partner in den Prozess einbezogen werden müssen. Die Aufgabenteilung zwischen Kanton und Gemeinden ist je nach Politiksektor und je nach Kanton sehr unterschiedlich. Es können daher keine allgemein gültigen Empfehlungen abgegeben werden.

4 > Wie geht es weiter?

Bund und Kantone wollen die *Strategie zur Anpassung an den Klimawandel* gemeinsam umsetzen. Bei der Zusammenarbeit sind einige wichtige Eckwerte und Meilensteine zu beachten:

- > Umsetzung der Massnahmen im Aktionsplan
 - Die Massnahmen der Bundesämter werden schrittweise umgesetzt. Dabei werden die Kantone – wo es sinnvoll ist – im Rahmen der Sektorpolitiken einbezogen. Eine Übersicht ist im Anhang dieser Arbeitshilfe enthalten (vgl. Anhang A2).
- > Berichterstattung der Kantone
 - Im ersten Halbjahr 2015 wird der Bund zusammen mit interessierten Kantonen Leitlinien entwickeln, wie die Kantone dieser Berichterstattungspflicht nachkommen sollen. Das BAFU informiert die Kantone zum gegebenen Zeitpunkt.
 - Per Ende 2015 werden die Kantone dem Bund das erste Mal Bericht erstatten.
- > Weiterentwicklung der Anpassungsstrategie
 - Der Stand der Umsetzung der Anpassungsmassnahmen, die im Aktionsplan des Bundesrats zusammengefasst sind, wird alle zwei Jahre überprüft. Im Jahr 2015 wird eine erste Vollzugsanalyse durchgeführt.
 - Ende 2017 wird der Bundesrat über die Fortschritte bei der Umsetzung der Strategie und die erzielte Wirkung informiert und es werden ihm Vorschläge für das weitere Vorgehen bei der Anpassung unterbreitet. Es ist vorgesehen, dass für die Zeit nach 2019 ein zweiter Aktionsplan erarbeitet wird. Eine Abstimmung auf die Revision des CO₂-Gesetzes 2020, die NFA-Programmvereinbarungsperiode 2020–2023 und die Agrarpolitik 2022–2025 wird angestrebt.
- > Austausch zwischen Bund und Kantonen
 - Um den Austausch zwischen Bund und Kantonen zu fördern und die Anpassungsaktivitäten auf den verschiedenen Ebene aufeinander abzustimmen, plant das BAFU einen jährlichen Workshop mit den Fachpersonen, die sich auf kantonaler Ebene mit der Anpassung an den Klimawandel beschäftigen.
 - Wichtige Informationen für die Anpassung an den Klimawandel auf Bundesebene und in den Kantonen stellt das BAFU auf der Informationsplattform⁵ bereit.

⁵ www.bafu.admin.ch/klimaanpassung

> Werkzeugkasten für die Kantone

Die Kantone spielen bei der Anpassung an den Klimawandel eine bedeutende Rolle. Um die Aktivitäten auf den verschiedenen Ebenen aufeinander abzustimmen, sind der Austausch zwischen Bund und Kantonen und die Zusammenarbeit sehr wichtig. Die ersten Kapitel haben einen gerafften Überblick über die Rolle der Kantone gezeigt. Der folgende Werkzeugkasten liefert den Kantonen praktische Anwendungsbeispiele und einige Instrumente für ihr Vorgehen bei der Anpassung an den Klimawandel.

Teil 1: Welche Veränderungen werden erwartet?

Die folgenden Tabellen geben einen Überblick über wichtige Studien zum Klimawandel, dessen Auswirkungen und zur Anpassung an den Klimawandel. Einerseits vermitteln sie einen Einstieg ins Thema. Andererseits können sie als Grundlage genutzt werden, um die Betroffenheit des Kantons abzuschätzen.

Tab. 2 > Grundlagenberichte Klimawandel

Rubrik	Autor	Jahr	Titel
Klimaszenarien	CH2011	2011	Swiss Climate Change Scenarios CH2011, published by C2SM, MeteoSwiss, ETH, NCCR Climate, and OcCC.
	MeteoSchweiz	2014	Klimaszenarien Schweiz – eine regionale Übersicht.
Klimaberichte	MeteoSchweiz	2012	Klimabericht Kanton Graubünden 2012
	MeteoSchweiz	2013	Klimabericht Urschweiz 2013
	Kanton Tessin	2012	Rapporto sul clima – Cantone Ticino
Auswirkungen und Risiken (z. T. mit Anpassungs- massnahmen)	CH2014-Impacts	2014	CH2014-Impacts. Toward Quantitative Scenarios of Climate Change Impacts in Switzerland. Published by OCCR, FOEN, MeteoSwiss, C2SM, Agroscope, and ProClim, Bern.
	OcCC	2003	Extremereignisse und Klimaänderung
	OcCC	2007	Klimaänderung und die Schweiz 2050.
	OcCC	2008	Das Klima ändert – was nun?
	BAFU	2012	Auswirkungen der Klimaänderung auf Wasserressourcen und Gewässer. Synthesebericht zum Projekt <i>Klimaänderung und Hydrologie in der Schweiz</i> (CCHydro). Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1217.
	BAFU	2013	Klimaänderung in der Schweiz. Indikatoren zu Ursachen, Auswirkungen, Massnahmen.
	Ernst Basler + Partner	2013	Risiken und Chancen des Klimawandels in der Schweiz. Methodenbericht.
	Schweizerische Gesellschaft für Hydrologie und Limnologie SGHL und Hydrologische Kommission CHy	2011	Auswirkungen der Klimaänderung auf die Wasserkraftnutzung – Synthesebericht. Beiträge zur Hydrologie der Schweiz, Nr. 38, Bern.
	Universität Bern	2011	Der Schweizer Tourismus im Klimawandel – Auswirkungen und Anpassungsoptionen. Studie im Auftrag des Staatssekretariates für Wirtschaft SECO, Bern.
	Amt für Wirtschaft und Tourismus Graubünden	2013	Herausforderung Klimawandel. Chancen und Risiken für den Tourismus in Graubünden
Anpassung	Schweizerische Eidgenossenschaft	2012	Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz – Ziele, Herausforderungen und Handlungsfelder. Erster Teil der Strategie des Bundesrates vom 2. März 2012.
	Schweizerische Eidgenossenschaft	2014	Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz – Aktionsplan. Zweiter Teil der Strategie des Bundesrates vom 9. April 2014.
	BLW	2011	Klimastrategie Landwirtschaft. Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel für eine nachhaltige Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft.
Rechtsgrundlage		2011	Bundesgesetz über die Reduktion der CO ₂ -Emissionen (CO ₂ -Gesetz) vom 23. Dezember 2011.
		2012	Verordnung über die Reduktion der CO ₂ -Emissionen (CO ₂ -Verordnung) vom 30. November 2012.
Leitfaden	Klima- und Energiefonds	2014	Methoden und Werkzeuge zur Anpassung an den Klimawandel. Ein Handbuch für Bundesländer, Regionen und Städte.
	European Environment Agency EEA	2014	The Adaptation Support Tool of the European Climate Adaptation Platform

Tab. 3 > Ausgewählte Aktivitäten und Dokumente der Kantone (nicht abschliessend)

Kanton/Gebiet	Jahr	Publikation/Aktivität	Strategie/Plan	Grundlagenbericht
Aargau	2013	Risiken und Chancen des Klimawandels im Kanton Aargau		x
	2010	Statusbericht Auswirkungen des Klimawandels		x
Basel-Stadt	laufend	Risiken und Chancen des Klimawandels im Kanton Basel Stadt		x
	laufend	Massnahmenansätze gemäss Klimafolgenbericht BS pro Sektor	x	
	2011	Bericht über die Folgen des Klimawandels		x
Bern	2010	Grundlagenbericht Adaptationsstrategie Klimawandel		x
Freiburg	laufend	Risiken und Chancen des Klimawandels im Kanton Freiburg		x
Genf	laufend	Plan climat cantonal (diagnostic des émissions de gaz à effet serre, étude d'adaptation aux changements climatiques, plan d'actions). En cours de réalisation jusqu'à fin 2015.	x	
	laufend	Risiken und Chancen des Klimawandels im Kanton Genf		x
Graubünden	laufend	Risiken und Chancen des Klimawandels im Kanton Graubünden		x
	2014	Klimawandel Graubünden, Zweiter Bericht über die Tätigkeiten und Projekte der Verwaltung in den Bereichen Klimaschutz und Klimaanpassung (Tätigkeitsbericht Klimawandel)		x
	laufend	Klimawandel Graubünden, Analyse der Herausforderungen und Handlungsfelder im Bereich Klimaanpassung. Basisberichte 1, 2 und 3 einer kantonalen Klimastrategie	x	
	2009	Bericht Klimawandel		x
Schaffhausen	geplant	Überarbeitung des Berichts zur Klimaadaptation	x	
	2011	Bericht Klimaadaptation	x	
Tessin	laufend	Risiken und Chancen des Klimawandels im Kanton Tessin		x
Thurgau	2012	Anpassung an die Klimaänderung im Kanton Thurgau	x	
Uri	laufend	Risiken und Chancen des Klimawandels im Kanton Uri		x
	geplant	Erste Anpassungsmassnahmen sind geplant und werden im Herbst der Regierung vorgestellt.	x	
	2011	Klimastrategie	x	
Waadt	laufend	Plan cantonal pour le climat	x	
Zürich	laufend	Klimastrategie (Erarbeitung bis Frühling 2015)	x	
	geplant	Massnahmenplan Verminderung der Treibhausgase und Anpassung an den Klimawandel (Erarbeitung bis Ende 2015)	x	
Zürich/IKB	2007	Bericht Auswirkungen des Klimawandels und mögliche Anpassungsstrategien		x

Quelle: Kantonsumfrage im Juni/Juli 2014

Teil 2: Was sind die Risiken, Chancen und Handlungsfelder?

Nachstehend werden drei Arbeitsschritte beschrieben, mit denen die Risiken und Chancen des Klimawandels identifiziert und davon abgeleitet die relevanten Handlungsfelder bestimmt werden können. Sie können in unterschiedlicher Bearbeitungstiefe durchgeführt werden.

a) Identifikation der relevanten Kombinationen von Effekten/Gefahren und Auswirkungsbereichen

Der Klimawandel bewirkt einerseits eine langsame Veränderung der mittleren Temperatur, und des mittleren Niederschlags (Effekte). Andererseits werden Intensität und Häufigkeit von Ereignissen (z. B. Hitzewellen) und Folgeereignissen (z. B. Hochwasser) beeinflusst (Gefahren). Diese Effekte und Gefahren sind nicht für jeden Kanton gleich und sie wirken sich nicht in jedem Kanton gleich auf Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt aus. Jeder Kanton sollte sich deshalb überlegen, welche Kombination von Effekten/Gefahren und Auswirkungsbereiche (z. B. Gesundheit, Infrastrukturen und Gebäude) relevant für ihn sind.

Abb. 5 > Beispielgrafik Kanton Aargau: Relevanzmatrix

Gefahren und Effekte	Intensivniederschläge				Mittlere Niederschläge			Extremtemperatur		Mittlere Temperatur					Wind
	Schneelawinen	Hochwasser	Mure/Erdrutsch/Hangmure	Gewitter	Änderung im Niederschlagsregime	Allgemeine Trockenheit	Waldbrand	Kältewelle	Hitzewelle	Frost	Reduktion Schneedecke/ Abschmelzen Gletscher	Auftauen Permafrost	Steinschlag, Fels-/Bergsturz	Veränderung Mitteltemperatur	Sturm/Orkan
Auswirkungsbereiche															
Gesundheit															
Landwirtschaft															
Wald/Waldwirtschaft															
Energie															
Tourismus															
Infrastrukturen und Gebäude															
Wasserwirtschaft															
Biodiversität															
Freiräume und Grünflächen															

Hohe Relevanz, detailliert zu analysieren

Relevant, qualitative Beurteilung

Klimabedingte Auswirkungen sind in der Fallstudie nicht prioritär, qualitative Beurteilung

Relevant, in geringerem Detaillierungsgrad zu analysieren

Klimabedingte Auswirkungen sind in der Fallstudie nicht prioritär, nicht analysiert

Quelle: Ernst Basler + Partner (2013), Risiken und Chancen des Klimawandels im Kanton Aargau, S. II

In der Relevanzmatrix (Abb. 5) werden pro Auswirkungsbereich und pro Gefahr oder Effekt die möglichen klimabedingten Veränderungen farblich aufgezeigt. Dadurch wird sichergestellt, dass die relevanten Veränderungen systematisch erfasst und die dazu gehörigen Risiken und Chancen im gewünschten Detaillierungsgrad weiter bear-

beitet werden können. Als möglicher Startpunkt kann eine bestehende Relevanzmatrix aus einem Kanton mit ähnlichen Eigenschaften verwendet werden.

Die Matrix der sektorenübergreifenden Herausforderungen und Sektoren aus der Anpassungsstrategie des Bundesrates (siehe Abb. 6) kann als weitere Grundlage dazu dienen.

Abb. 6 > Die wichtigsten Herausforderungen (Zeilen) bei der Anpassung an den Klimawandel und die Massnahmen gemäss Aktionsplan nach Sektoren (Spalten)

In Farbe = Relevante Kombinationen von Herausforderungen und Sektoren gemäss Aktionsplan.

	Wasserwirtschaft	Umgang mit Naturgefahren	Landwirtschaft	Waldwirtschaft	Energie	Tourismus	Biodiversitätsmanagement	Gesundheit	Raumentwicklung
Grössere Hitzebelastung in Agglomerationen und Städten									
Zunehmende Sommertrockenheit und verändertes Wasserdargebot (2.1.2)									
Steigendes Hochwasserrisiko									
Abnehmende Hangstabilität und häufigere Massenbewegungen									
Steigende Schneefallgrenze									
Beeinträchtigung der Wasser-, Boden- und Luftqualität									
Veränderung von Lebensräumen, Artenzusammensetzung und Landschaft									
Ausbreitung von Schadorganismen, Krankheiten, gebietsfremde Arten									

Quelle: Schweizerische Eidgenossenschaft (2014), Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz. Aktionsplan 2014–2019, S. 22

b) Analyse der relevanten Kombinationen

Die identifizierten relevanten Kombinationen von Gefahren/Effekten und Auswirkungsbereichen können nun weiter analysiert werden: Wie gross ist der Einfluss des Klimawandels und wie gross sind die Chancen und die Risiken? Diese Analyse kann in unterschiedlicher Tiefe und mit unterschiedlichem Aufwand durchgeführt werden:

Qualitative Analyse basierend auf Expertenwissen

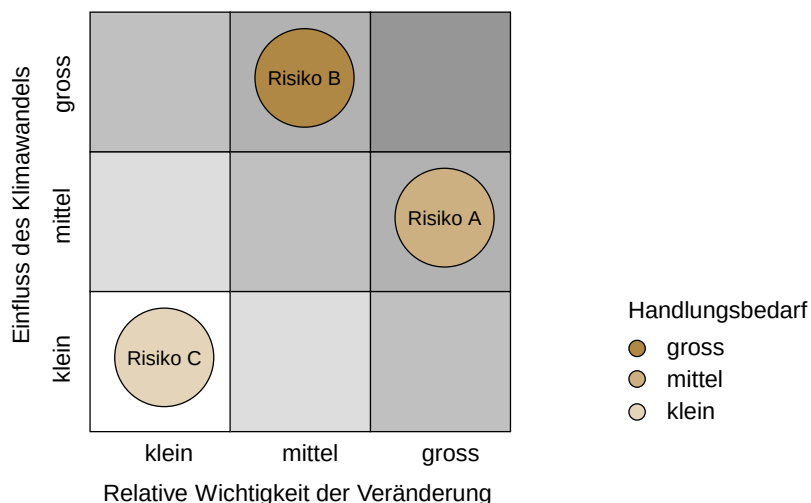
Eine qualitative Analyse kann beispielsweise im Rahmen eines kantonsinternen, sektorenübergreifenden Workshops vorgenommen werden. Es können auch externe Fachpersonen einbezogen werden. Das Resultat der qualitativen Beurteilung sollte breit abgestützt sein und keine Einzelmeinung widerspiegeln. Als Ausgangspunkt kann das Vorgehen des Bundes herangezogen und auf die eigenen Gegebenheiten angepasst werden; die Eckpunkte werden nachstehend kurz erläutert.

Im ersten Teil der Strategie des Bundesrates wurden für jeden Sektor die möglichen Risiken aufgrund des Klimawandels identifiziert. Diese Risiken wurden mit Hilfe von drei Fragen beurteilt und in einer 9-Felder-Matrix dargestellt (Abb. 7):

- > Wie stark verändert der Klimawandel das betreffende Risiko?
(Einfluss des Klimawandels)
- > Wie wichtig ist die klimabedingte Veränderung des Risikos im Vergleich zu anderen Risiken? (Relative Wichtigkeit der klimabedingten Veränderung)
- > Wie gross ist der Handlungsbedarf, der sich durch den Klimawandel ergibt?
(Handlungsbedarf)

Die Beurteilung erfolgte qualitativ auf einer dreistufigen Skala (klein – mittel – gross) aus der Sichtweise des jeweiligen Sektors. Es ist möglich, dass dasselbe Risiko von verschiedenen Sektoren unterschiedlich beurteilt wurde. Da die Risikobeurteilungen nicht auf einheitlichen quantitativen Messgrössen beruhen, sind die Risiken nur innerhalb eines Sektors und nicht zwischen den Sektoren miteinander vergleichbar.

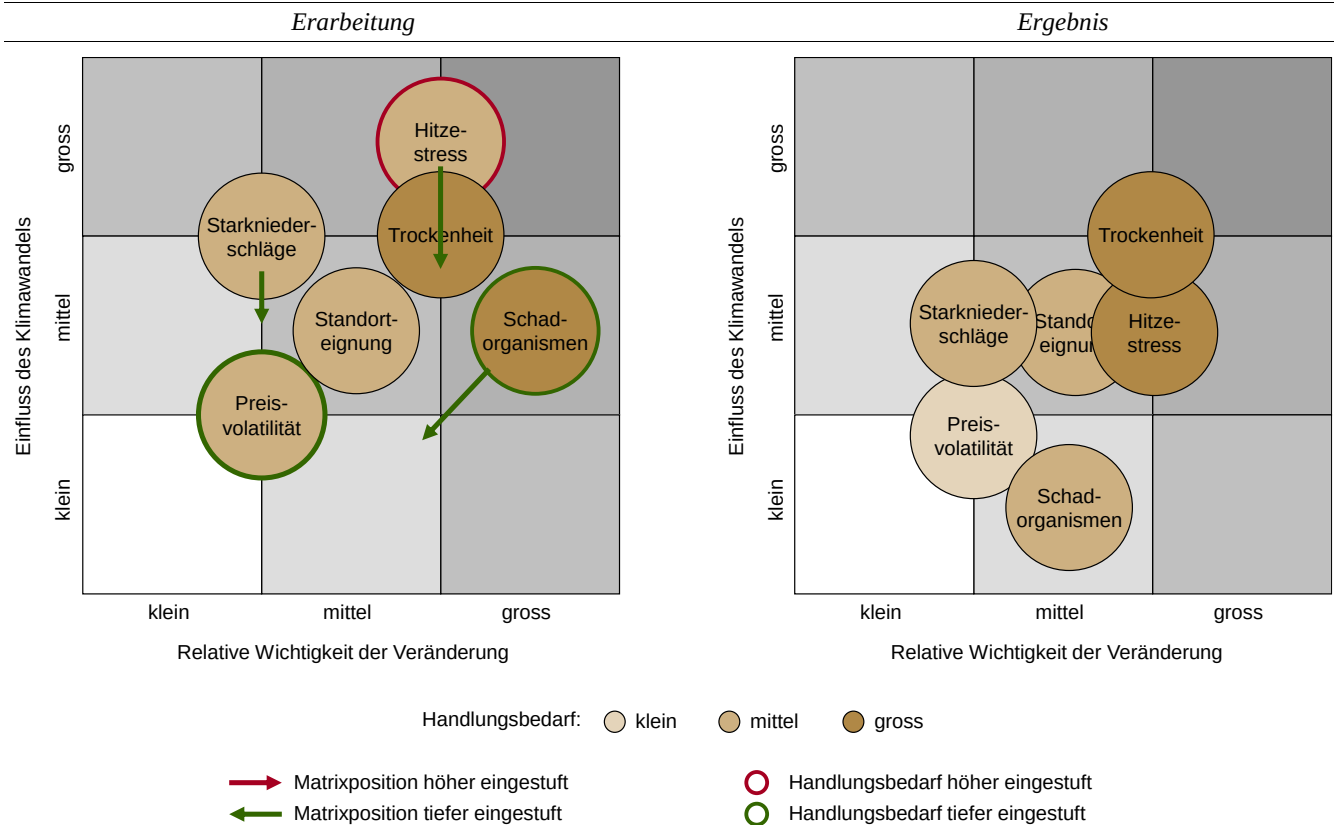
Abb. 7 > 9-Felder-Matrix des Bundes



Quelle: Schweizerische Eidgenossenschaft (2012), Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz – Ziele, Herausforderungen und Handlungsfelder. Erster Teil der Strategie des Bundesrates, S. 55

Die sektoralen 9-Felder-Matrizen in der Strategie des Bundesrates können von den Kantonen auf die jeweiligen Gegebenheiten im eigenen Kanton angepasst werden. Abb. 8 zeigt beispielhaft die Risikobeurteilung im Sektor Wasserwirtschaft für den Kanton Graubünden. Für jedes Risiko wurde überlegt, ob die Beurteilung auf die spezifischen Bedingungen im Kanton Graubünden angepasst werden muss: Die Pfeile in der linken Grafik zeigen die Anpassungen im Vergleich zur Beurteilung auf Bundesebene. Grosser Handlungsbedarf im Sektor Wasserwirtschaft ergibt sich dort z. B. in den Handlungsfeldern Bewässerung, Restwasser, Speicherseen, Internationale Ansprüche und Kanalisation.

Abb. 8 > Priorisierung innerhalb der Sektoren: 9-Felder-Matrix (Beispielgrafik)



Basierend auf: Kanton Graubünden (2015), Klimawandel Graubünden, Analyse der Herausforderungen und Handlungsfelder im Bereich Klimaanpassung

Kombination von quantitativer und qualitativer Analyse

Als Grundlage für die Umsetzung und die Weiterentwicklung der nationalen Anpassungsstrategie lässt das BAFU die klimabedingten Risiken und Chancen in der Schweiz analysieren.⁶ Mit dieser *Risikoanalyse* sollen die folgenden Fragen beantwortet werden:

- > Welche Veränderungen kommen auf uns zu?
- > Sind diese Veränderungen positiv oder negativ zu bewerten?
- > Welche Risiken und Chancen hängen damit zusammen?
- > Wie sind diese Risiken und Chancen zu bewerten bzw. in welchem Verhältnis stehen sie zueinander?

Für die Durchführung der Risikoanalyse wurde eine sektorenübergreifende Analyse-methode entwickelt. Sie wird auf die Bereiche Gesundheit, Landwirtschaft, Wald, Energie, Tourismus, Infrastrukturen und Gebäude, Wasserwirtschaft, Biodiversität sowie Freiräume und Grünflächen angewendet.

⁶ www.bafu.admin.ch/klimaanpassung-risikoanalyse

Abb. 9 > Fallstudienregionen zur Analyse der klimabedingten Risiken und Chancen

Quelle: Bundesamt für Umwelt BAFU

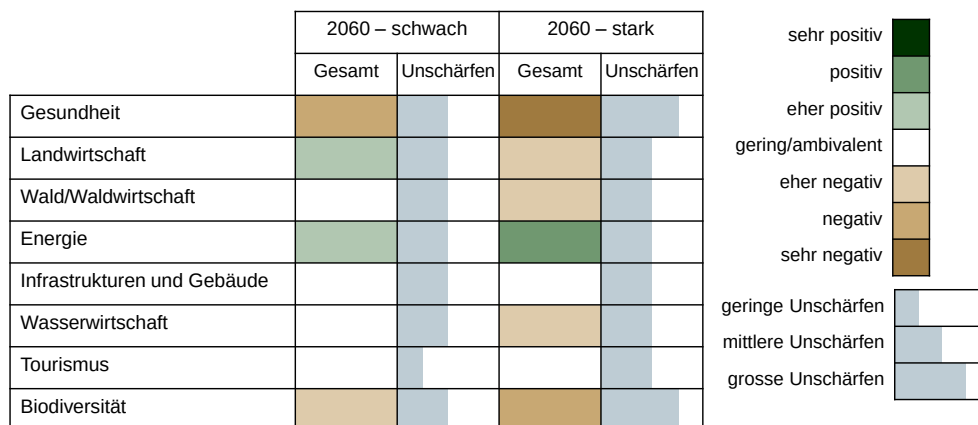
Im Rahmen der Risikoanalyse werden insgesamt acht kantonale Fallstudien durchgeführt, die repräsentativ für die sechs Grossräume der Schweiz sind (vgl. Abb. 9):

- > Mittelland: Kanton Aargau
- > Mittelland und Voralpen: Kanton Fribourg
- > Jura: in Vorbereitung
- > Alpen: Kanton Uri und Kanton Graubünden
- > Alpensüdseite: Kanton Tessin
- > Siedlungen: Kantone Basel-Stadt und Genf

Die Schlussberichte können nach ihrer Veröffentlichung von der Website des BAFU⁷ heruntergeladen werden.

Abb. 10 zeigt am Beispiel des Kantons Aargau die Gesamtbeurteilung in der Risikoanalyse und zugleich die Unsicherheiten: Für zwei Klimaszenarien zeigt die Tabelle, wie stark positiv oder negativ die einzelnen Auswirkungsbereiche (z. B. Gesundheit, Landwirtschaft) im Jahr 2060 durch den Klimawandel betroffen sind und wie gross die Unschärfen in der Bewertung sind. So zeigt sie z. B. für den Kanton Aargau, dass die Gesundheit und die Biodiversität negativ betroffen sind, während sich im Energiesektor durch den Klimawandel neue Chancen auftun. Damit ist eine Grundlage für die Priorisierung der dahinter stehenden Risiken und Chancen gelegt.

⁷ www.bafu.admin.ch/klimaanpassung-risikoanalyse

Abb. 10 > Beispielgrafik Kanton Aargau: Gesamtbeurteilung Klimafolgen

Quelle: Ernst Basler + Partner (2013), Risiken und Chancen des Klimawandels im Kanton Aargau, S.II

Die Nicht-Fallstudienkantone können basierend auf den Risikoanalysen im gleichen Grossraum mit deutlich geringerem Aufwand ihre eigenen Risiken und Chancen abschätzen. Diese Analyse kann z. B. auf pragmatische Weise im Rahmen eines Expertenworkshops gemacht werden, in dem die Ergebnisse einer Fallstudie hinsichtlich der Gegebenheiten im eigenen Kanton diskutiert werden.

c) Identifikation und Priorisierung der Handlungsfelder

Nachdem alle Risiken und Chancen identifiziert und bewertet wurden, können nun anhand vorgängig bestimmter Kriterien Handlungsfelder priorisiert werden. Mögliche Kriterien für diese Priorisierung sind:

- > Grösse des Risikos: Es werden die grössten Risiken als Handlungsfelder identifiziert.
- > Ausmass der Sicherheit: Jene Risiken, die mit geringen Unsicherheiten verbunden sind, werden als Handlungsfelder identifiziert.
- > Gesellschaftliche Akzeptanz: Es werden jene Risiken als Handlungsfelder identifiziert, welche die Gesellschaft nicht bereit ist, zu tragen.
- > Irreversibilität: Es werden jene Risiken identifiziert, welche mit irreversiblen Veränderungen verbunden sind.

In der Strategie des Bundesrates wurden die Handlungsfelder in der 9-Felder-Matrix (vgl. Abb. 7) wie folgt priorisiert: Handlungsfelder sind diejenigen Risiken, die in allen drei Dimensionen als mittel oder gross eingestuft sind. Risiken, die in einer Dimension als klein eingestuft sind, werden nicht zum Handlungsfeld.

Teil 3: Was kann ein Kanton konkret tun?

a) Übersicht über geplante und bestehende Massnahmen verschaffen und Lücken identifizieren

In einem ersten Schritt sollte sich ein Kanton eine Übersicht über die bestehenden Massnahmen auf der kantonalen Ebene und auf Bundesebene verschaffen und die entsprechenden Lücken identifizieren. Die Massnahmen auf der kantonalen Ebene können z. B. durch eine Erhebung bei den kantonalen Fachstellen identifiziert werden. Die Massnahmen auf Bundesebene finden sich in Tab. 4, mit einer detaillierteren Version im Anhang A2.

b) Mitwirkung bei Massnahmen des Bundes

In der folgenden Tabelle (Tab. 4) sind all diejenigen Massnahmen aus dem Aktionsplan *Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz* zusammengefasst, welche die Bundesämter in Zusammenarbeit mit den Kantonen und weiteren Institutionen angehen werden. Die Umsetzung der Massnahmen und der Einbezug der Kantone erfolgt im Rahmen der jeweiligen Sektorpolitik (vgl. auch Anhang A2).

Tab. 4 > Massnahmen der Bundesämter, die die Kantone betreffen

Bei diesen Massnahmen sind die Kantone im Anhang zur Strategie explizit als Partner genannt. Es gibt noch weitere Massnahmen, bei denen die Kantone mitwirken können, ohne explizit aufgeführt zu sein.

	Massnahme	FF	Weitere Partner neben den Kantonen
Wasserwirtschaft	w1: Planungsinstrumente für eine Wasserressourcen-Bewirtschaftung	BAFU	ARE, BFE, BLW, Meteo Schweiz
	w3: Vernetzung/Regionalisierung der Wasserversorgung	BAFU	Gemeinden, SVGW, Wasserversorgungen
	w5: Seeregulierung	BAFU	BFE, BLW, MeteoSchweiz
	w6: Schweizer See- und Speichermanagement im internationalen Kontext	BAFU	Internationale Gewässerkommissionen, Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR)
	w8: Wärmeeinleitung in Gewässer	BAFU	ARE, BFE, Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute (VSA)
	w11: Korrektur und Schiffahrtsrinne Basel-Birsfelden (nur Kanton BS)	BAV	Tiefbauamt des Kantons BS / Schweizerische Rheinhäfen (SRH) (Bauherrschaft)
Umgang mit Naturgefahren	n1: Monitoring der Gefahrenprozesse	BAFU, BABS	ARE, BAV, ASTRA, MeteoSchweiz, Armasuisse, Gemeinden, Infrastrukturbetreiber
	n2: Gefahren- und Risiken kennen	BAFU, BABS	ARE, BFE, BAV, BLW, ASTRA, MeteoSchweiz, Armasuisse, BBL, Swisstopo, BFS, SBB, Gemeinden, Versicherungen, Swissgrid, Infrastrukturbetreiber
	n3: Schutzmassnahmen robust und anpassbar auslegen	BAFU	ARE, BABS, BAV, ASTRA, BWL, MeteoSchweiz, Gemeinden, Infrastrukturbetreiber (SBB, Swissgrid etc.)
	n5: Naturereignisse erfolgreich bewältigen	BABS, BAFU	LAINAT, Bundesstab ABCN, MeteoSchweiz, BLW, Gemeinden, ETH-Bereich, Medien
	n6: Naturgefahrenbewusstsein, Ausbildung und Forschung im Bereich Naturgefahren stärken	PLANAT, BAFU, BABS	Bundeskanzlei, LAINAT, BLW
	n7: Analyse der bedeutenden Ereignisse und deren Bewältigung	BAFU, BABS, MeteoSchweiz	Gemeinden
Landwirtschaft	l3: Erarbeitung von Grundlagen für die standortangepasste Bewirtschaftung	BLW	Landwirtschaftliche Forschung und Beratung, MeteoSchweiz, BAFU, ARE
	l4: Ausbau von Monitoring und Frühwarnung	BLW	Landwirtschaftliche Forschung und Beratung, Schweizer Bauernverband (SBV), MeteoSchweiz, BAFU, BLV, BFS
Waldwirtschaft	f1: Vorzeitige Verjüngung kritischer Schutzwälder mit ungenügender Verjüngung und verminderter Bestandesstabilität	BAFU	ASTRA, BAV
	f2: Erhöhung von Resilienz und Anpassungsfähigkeit auf klimasensitiven Waldstandorten	BAFU	ARE, BLW
	f3: Erhöhung von Resilienz und Anpassungsfähigkeit auf Verjüngungsflächen	BAFU	-
Biodiversitätsmanagement	b7: Biodiversität schonende Bekämpfung von Schadorganismen	BAFU	BLW
Gesundheit	gm3: Monitoring von potentiell krankheitsübertragenden, gebietsfremden Stechmückenarten	BAFU	BABS, BLV
Wissensgrundlagen	wg1: Regelmässige Erstellung von regionalen Klimaszenarien für die Schweiz	MeteoSchweiz	ETHZ, Center for Climate System Modelling (C2SM), ARE, BABS, BAFU, BAG, BAV, BFE, BLW, BLV, DEZA, SECO, Forschung
	wg3: Konzept für die Erhebung von Bodeninformationen	BAFU	BLW, ARE, MeteoSchweiz
	wg4: Analyse der klimabedingten Risiken und Chancen in der Schweiz (nur 8 Fallstudienkantone)	BAFU	ARE, ASTRA, BABS, BAG, BAV, BFE, BLV, SECO, MeteoSchweiz
Koordination	k1: Sektorenübergreifende, vertikale Koordination der Anpassungsmassnahmen	BAFU	Bundesämter, Städte und Gemeinden

Quelle: Zusammenzug aus dem Anhang Massnahmen der Bundesämter des Aktionsplans ^[2]

c) Entwicklung und Umsetzung eigener Massnahmen

Wo es keine Massnahmen für die identifizierten Handlungsfelder gibt, sollten die Kantone geeignete Massnahmen entwickeln. Für sektorale Massnahmen geschieht dies im Rahmen der Sektorpolitiken, bei sektorenübergreifenden Themen gemeinsam mit den betroffenen kantonalen Fachstellen. Allenfalls können auch Massnahmen von anderen Kantonen in angepasster Form übernommen werden.

Bei der Entwicklung eigener Massnahmen sollten folgende Punkte geklärt werden:

- > Ziele und voraussichtliche Wirkung der Massnahme (falls möglich inkl. Indikatoren zur Messung der Wirkung)
- > Inhalt der Massnahme
- > Zuständigkeit: Federführung und beteiligte Partner
- > Einbettung in Sektorpolitik, Schnittstellen zu anderen Politiken
- > Benötigte personelle und finanzielle Ressourcen
- > Zeitplanung
- > Perimeter
- > Ggf. Wechselbeziehungen mit anderen Massnahmen

d) Überprüfung der Umsetzung und Wirkung der Massnahmen

Zur Überprüfung des Fortschritts bei der Umsetzung der Massnahmen und der erzielten Wirkungen empfiehlt sich eine periodische Vollzugs- und Wirkungsanalyse. Dafür können verschiedene Instrumente wie Monitoring und Evaluation zum Einsatz kommen. Monitoring ist als systematische und andauernde Sammlung von Informationen über Umfang und Richtung der Veränderung im interessierten Handlungs- und Politikfeld zu verstehen. Eine Evaluation ist eine (oft einmalige) Bewertung der Umsetzung und/oder Wirkung eines Politikfeldes, bestimmter Massnahmen oder Projekte.

Teil 4: Wie kann ein Kanton diese Aufgabe angehen?

In diesem Kapitel werden zwei mögliche Vorgehen eines Kantons bei der Anpassung an den Klimawandel dargestellt. Die erste Möglichkeit besteht im Vorgehen ohne Strategie. Sie fasst die Varianten 1 und 2 in Tab. 1 zusammen. Die zweite Möglichkeit zeigt das Vorgehen mit einer kantonalen Strategie und beruht auf den Varianten 3 und 4 in Tab. 1.

a) Vorgehen ohne kantonale Strategie

Massnahmen können von den kantonalen Fachstellen in eigener Regie und ohne übergeordnete Strategie entwickelt und umgesetzt werden (vgl. Werkzeugkasten Teil 3b). Sofern eine Abstimmung mit anderen Sektoren notwendig ist, erfolgt diese bilateral oder multilateral, wenn mehrere Fachstellen von einer Massnahme betroffen sind. Für die multilaterale Abstimmung eignet sich ein Netzwerk von kantonalen Fachstellen, in dem auch Ziele und Grundsätze für die Koordination festgelegt und Informationen für die Anpassung an den Klimawandel ausgetauscht werden können. Beispiele für das Vorgehen ohne Strategie sind die Kantone St. Gallen und Waadt (vgl. Anhang A1).

Das Vorgehen ohne Strategie eignet sich für Kantone, in denen es erst wenige Aktivitäten im Bereich Anpassung gibt. Der Koordinationsaufwand ist dementsprechend gering. Allerdings fehlt dadurch die Ausrichtung der Aktivitäten auf übergeordnete Ziele und es könnte passieren, dass verschiedene Sektoren von unterschiedlichen Annahmen betreffend der künftigen Veränderungen ausgehen und dass sich Massnahmen gegenseitig behindern.

b) Vorgehen mit kantonomer Strategie

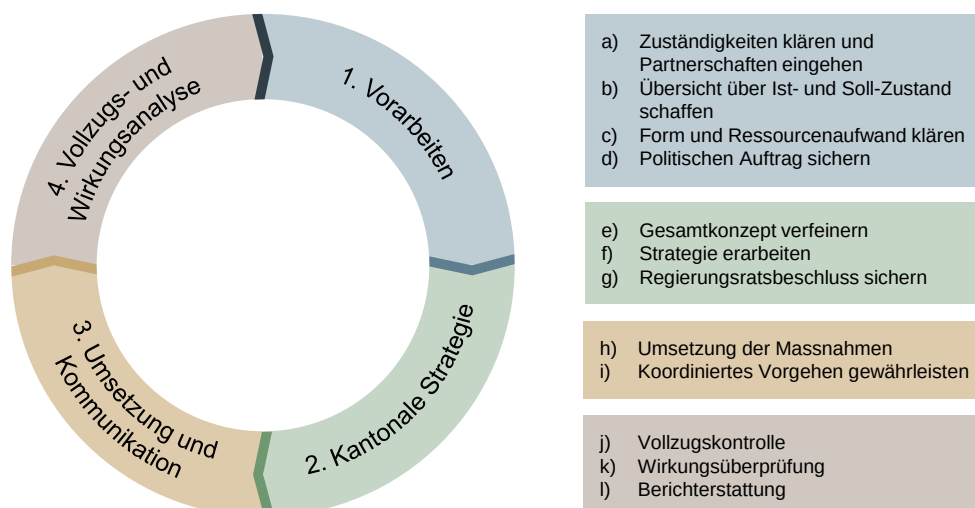
Ein Kanton kann seine Ziele und Stossrichtungen sowie die Verantwortlichkeiten und Handlungsfelder in einer Strategie festhalten. Konkrete Massnahmen können hier bereits integriert oder als Aktionsplan separat formuliert werden. Der Strategieprozess kann z. B. durch eine temporäre Arbeitsgruppe oder eine dauerhaft zuständige Koordinationsstelle geleitet werden. Drei Beispiele für diese Variante sind die Kantone Genf, Graubünden und Uri (vgl. Anhang A1).

Eine kantonale Strategie beruht auf einem politischen Auftrag und hat dementsprechend politisches Gewicht. Ein systematisches Vorgehen (vgl. unten) unter Einbezug aller betroffenen Ämter ermöglicht, dass die beteiligten Fachstellen ein gemeinsames Verständnis bezüglich Anpassung entwickeln und dass die Aktivitäten auf gemeinsame, übergeordnete Ziele ausgerichtet werden. Allerdings ist der Strategieprozess zeit- und ressourcenaufwendig. Zudem erfordert dies ein hohes Mass an Kooperations- und Kompromissbereitschaft.

c) Schrittweises Vorgehen bei der Entwicklung einer kantonalen Strategie

Wenn ein Kanton eine Strategie erstellen möchte, kann er sich am folgenden Ablaufschema orientieren, das ein mögliches systematisches Vorgehen bei der Strategieentwicklung zeigt. Das konkrete Vorgehen kann abhängig von der Situation des Kantons und je nachdem, welche Vorarbeiten und Abklärungen bereits durchgeführt wurden, angepasst werden. Es handelt sich hierbei nicht um ein Standardverfahren. Vielmehr werden verschiedene bewährte Vorgehensweisen gezeigt und in eine systematische Abfolge gebracht.

Abb. 11 > Mögliches Vorgehen zur Entwicklung einer kantonalen Strategie / eines Aktionsplans



1. Schritt: Vorarbeiten

a) Zuständigkeiten klären und Partnerschaften eingehen

- > Amtsinterne Unterstützung sichern und Auftrag abholen
- > Partnerämter einbeziehen und Rollen klären (Federführung, Beteiligung)
- > Einbezug und Rolle der Gemeinden prüfen
- > Projektorganisation skizzieren

b) Übersicht Ist- und Soll-Zustand schaffen

- > Ist-Zustand: Auslegeordnung (vgl. Werkzeugkasten Teil 1)
 - Grundlagen (Kanton, Bund, Nachbarkantone, Gemeinden) zusammenstellen
 - Erwartete klimatische und sozio-ökonomische Veränderungen darstellen
- > Soll-Zustand:
 - Mit wichtigen Partnern Vorstellung über angestrebten Soll-Zustand entwickeln
 - Abstimmung mit Zielen der Anpassungsstrategie des Bundesrates

c) Form und Ressourcenaufwand klären

- > Soll eine Anpassungsstrategie oder Klimastrategie (inkl. Mitigation) erarbeitet werden?
- > Soll eine Strategie, ein Aktionsplan oder beides zusammen erarbeitet werden?
- > Arbeits- und Finanzierungsbedarf abschätzen

d) Politischen Auftrag sichern

- > Gesamtkonzept zuhanden der Regierung erstellen
- > Grundlage für interne und -externe Kommunikation erstellen
- > Regierungsratsauftrag zur Erarbeitung einer Strategie sichern (inkl. Benennung der federführenden Stelle und der beteiligten Ämter)

2. Schritt: Kantonale Strategie

e) Gesamtkonzept verfeinern

Basierend auf dem Auftrag (Schritt 1d) und der gewählten Form (Schritt 1c) müssen folgende Punkte im Gesamtkonzept konkretisiert werden:

- > Projektorganisation für Strategieprozess
- > Inhalte, Flughöhe, Umfang etc. der Strategie
- > Verhältnis zu anderen Strategien und Politiken (Zusammenspiel und Abgrenzung)

f) Strategie erarbeiten

- > Strategieentwurf zusammen mit Partnerämtern erstellen:
 - Ziele für Anpassung im Kanton in Abstimmung mit der Strategie des Bundesrates formulieren
 - Risiken und Chancen analysieren und Handlungsfelder identifizieren (vgl. Werkzeugkasten Teil 2)
 - Katalog von bestehenden und geplanten Massnahmen (Bund sowie eigene kantonale Massnahmen) erstellen und Lücken identifizieren (vgl. Werkzeugkasten Teil 3a)
 - Eigene, zusätzliche Massnahmen entwickeln (jedes Amt ist verantwortlich für die eigenen Massnahmen; vgl. Werkzeugkasten Teil 3b)
 - Ressourcenbedarf für Umsetzung zusammenfassen

- Zeitplan für Umsetzung definieren
- Meilensteine für Vollzugs- und Wirkungskontrolle definieren (vgl. Werkzeugkasten Teil 3c)
- > Vernehmlassung des Strategieentwurfs
- > Überarbeitung und Fertigstellung

g) Regierungsratsbeschluss sichern

- > Evtl. Anpassung gemäss Rückmeldungen des Regierungsrats
- > Strategie durch Regierungsrat verabschieden lassen und Auftrag zur Umsetzung sichern

3. Schritt: Umsetzung

h) Umsetzung der Massnahmen

- > Massnahmen konkretisieren und mit Partnern (Gemeinden, Bund, Private etc.) umsetzen
- > Begleitkommunikation festlegen für verschiedene Anspruchsgruppen

i) Koordiniertes Vorgehen gewährleisten

- > Koordination mit dem Bund (und anderen Kantonen) bei sektoralen Themen im Rahmen der Sektorpolitiken (Bundespartner gemäss Aktionsplan, vgl. Werkzeugkasten Teil 3a und Anhang A2)
- > Koordination mit dem Bund (und anderen Kantonen) bei sektorenübergreifenden Themen (Gefässe sind noch zu schaffen, Lead beim BAFU)
- > Koordination zwischen den beteiligten kantonalen Stellen und mit weiteren betroffenen Gruppierungen im Kanton

4. Schritt: Vollzugskontrolle und Wirkungsanalyse

j) Vollzugskontrolle

- > Fortschritte bei der Umsetzung der Massnahmen periodisch überprüfen (z. B. Umfrage)

k) Wirkungsanalyse

- > Erzielte Wirkung der Massnahmen periodisch untersuchen (Evaluation)

l) Berichterstattung

- > Kantonsintern nach eigenen Vorgaben: Schlussfolgerungen für Weiterentwicklung der eigenen Aktivitäten
- > An den Bund (Modalitäten werden vom BAFU in Zusammenarbeit mit den Kantonen entwickelt)

> Anhang

A1 Praxisbeispiele aus den Kantonen

In einigen Kantonen wurden bereits Aktivitäten angestossen und Strategien, Aktionspläne und Gesetze geschaffen. Die folgenden Abschnitte geben einen Überblick über die Aktivitäten ausgewählter Kantone in alphabetischer Reihenfolge.

A1-1 Genf⁸

Im Kanton Genf wurde das Gesetz *loi sur l'action publique en vue d'un développement durable* (Agenda 21) im Jahr 2012 vom Grossen Rat (Legislative) angepasst. Als neues Ziel definierte der Gesetzgeber die Ausarbeitung eines kantonalen Klimaplanes (KKP). Damit wird der politische Wille in Form eines Gesetzes klar zum Ausdruck gebracht. Die kantonale Fachstelle für nachhaltige Entwicklung (*Service cantonal du développement durable*, SCDD) wurde damit beauftragt, die Ausarbeitung des KKP zu steuern und zu koordinieren. Dabei wurden mehrere Etappen definiert:

1. Analyse der Treibhausgasemissionen im Kantonsgebiet;
2. Prüfung der Risiken/Chancen (Anpassung an den Klimawandel);
3. Erstellen des territorialen Klimaprofils (Zusammenfassung der Analyse und der Prüfung der Anpassung);
4. Erfassung der bereits unternommenen Schritte und Formulierung von Empfehlungen;
5. Ausarbeitung des definitiven Aktionsplans im Rahmen des KKP.

In organisatorischer Hinsicht wurde eine departementsübergreifende Steuergruppe gebildet. Diese setzt sich aus 12 Mitgliedern zusammen, die unterschiedliche Themenfelder vertreten (Energie, Wasser, Wirtschaft, Gesundheit, Landwirtschaft, Mobilität, Biodiversität, Umwelt usw.). Den Vorsitz der Steuergruppe hat die SCDD inne.

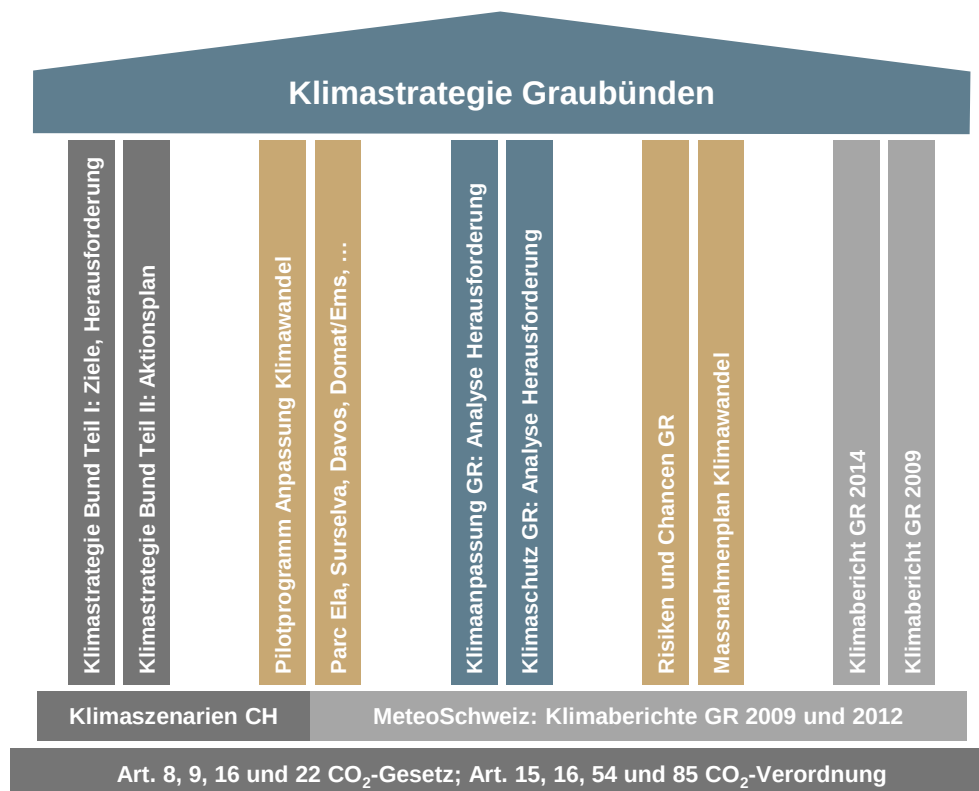
Alle diese Massnahmen zielen in erster Linie darauf ab, Synergien zwischen den verschiedenen öffentlichen Politiken auf dem Gebiet der Reduktion der Treibhausgasemissionen und der Anpassung an den Klimawandel zu ermitteln und so dem Kanton Genf ein strategisches und operationelles Instrument im Klimabereich in die Hand zu geben. Damit lassen sich nicht nur Umweltaspekte, sondern auch soziale und wirtschaftliche Auswirkungen antizipieren. Bemerkenswert ist ferner, dass der gesamte Prozess auf der Ebene des grenzüberschreitenden Grossraums Genf koordiniert wird. Die Arbeiten begannen 2013 und erste konkrete Handlungen werden Ende 2015 erwartet.

⁸ Gespräch mit Remy Zinder am 17.10.2014. Weitere Informationen: www.ge.ch/agenda21

A1-2 Graubünden⁹

Im Kanton Graubünden wird eine Klimastrategie, die sowohl den Klimaschutz als auch die Anpassung an den Klimawandel behandelt, in mehreren Schritten erarbeitet. In der nachstehenden Beschreibung dieser Arbeitsschritte wird der Vollständigkeit halber auf beide Aspekte eingegangen, obwohl der Klimaschutz nicht Gegenstand dieser Arbeitshilfe ist.

Abb. 12 > Die Klimastrategie Graubünden: Fundament und 5 Säulen



Quelle: Amt für Natur und Umwelt des Kantons Graubünden (2014), Klimawandel Graubünden. Arbeitspapier 1: Klimaanpassung. S.6

1. Zuerst werden alle Projekte und Tätigkeiten aufgelistet und beschrieben, die einen Bezug zum Klimaschutz oder zur Anpassung an den Klimawandel haben und von der Verwaltung betreut resp. bearbeitet werden. Dieser sogenannte Tätigkeitsbericht entspricht dem Ist-Zustand.
2. Zur Definition des Soll-Zustands werden im Rahmen von verwaltungsinternen Workshops und Ämterkonsultationen drei Arbeitspapiere erarbeitet und verabschiedet: (a) Analyse der Herausforderungen und Handlungsfelder im Klimaschutz; (b) Analyse der Herausforderungen und Handlungsfelder in der Klimaanpassung; (c) Analyse der Risiken und Chancen des Klimawandels.
 - a) Die Herausforderungen und Handlungsfelder im Klimaschutz werden bezüglich des Reduktionspotenzials und des Einflusses auf den Klimawandel beurteilt. Da-

⁹ Gespräch mit Georg Thomann am 13.8.2014.

bei werden in Anlehnung zum Emissionskataster acht Emissionsquellen unterschieden. Anhand der Quantifizierung der Treibhausgasemissionen kann beim Klimaschutz relativ einfach eine Priorisierung der Handlungsfelder vorgenommen werden.

- b) Für die Definition des Soll-Zustandes bei der Anpassung werden ausgehend von den möglichen Risiken die Handlungsfelder in den sogenannten 9-Felder-Matrizen bestimmt (vgl. Abb. 8). Es werden die gleichen neun Sektoren wie in der Strategie des Bundesrates analysiert, wobei bei der Bewertung eine Unterscheidung nach Höhenzonen gemacht wird.
 - c) Weil für die Anpassung eine quantitative Vergleichsgrösse fehlt, die eine sektorenübergreifende Priorisierung der sektoralen Handlungsfelder ermöglichen würde, werden zudem die finanziellen Folgen des Klimawandels abgeschätzt. Methodisch erfolgt dies mit Hilfe der Risiko-Chancen-Analyse (vgl. Werkzeugkasten Teil 2b).
3. Der Soll-Ist-Vergleich zwischen den Handlungsfelder, die gemäss der Arbeitspapiere einen grossen Handlungsbedarf aufweisen resp. eine hohe Priorität erreichen, und den Projekten im Tätigkeitsbericht zeigt auf, wo man auf Kurs ist und wo dringend etwas gemacht werden sollte. Diese Synthese wird in ein viertes Papier eingearbeitet, welches als Entwurf einer kantonalen Klimastrategie zu verstehen ist. Daraus lassen sich die wichtigsten strategischen Absichten sowie Entwicklungsschwerpunkte ableiten, welche sich aufgrund des Klimawandels im Kanton Graubünden ergeben. Aus den Entwicklungsschwerpunkten ergeben sich dabei konkrete Massnahmen, die in ihrer Summe den Aktionsplan Klimawandel bilden.

A1-3 St. Gallen¹⁰

Das Amt für Umwelt und Energie (AFU) des Kantons St. Gallen hat aufbauend auf der Strategie des Bundesrates ein internes Arbeitspapier erstellt mit dem Titel *Anpassung an den Klimawandel. Anpassungsoptionen die den Aufgabenbereich des AFU St. Gallen erheblich betreffen*. Das Arbeitspapier enthält einen interessanten und effizienten Ansatz zum Umgang mit der bundesrätlichen Strategie und wird daher hier kurz vorgestellt.

Zunächst wurde die Matrix der sektorenübergreifenden Herausforderungen und der neun Sektoren (vgl. Abb. 6) für den Kanton St. Gallen angepasst bzw. leicht ergänzt und die relevanten Schnittstellen eingefärbt. Daraufhin wurde identifiziert, für welche der relevanten Schnittstellen (sprich der Kästchen der Matrix) das AFU verantwortlich ist, und für welche Schnittstellen andere Ämter verantwortlich sind. In der Folge wurde für jede relevante Schnittstelle, für die das AFU St. Gallen verantwortlich ist, oder die das AFU erheblich tangiert, eine Tabelle erstellt. Diese Tabelle führt für jedes Risiko die möglichen bzw. geplanten technischen Massnahmen sowie die rechtlichen Massnahmen und Anreizsysteme auf und bewertet die Risiken bezüglich ihrer Relevanz und Dringlichkeit (vgl. Abb. 13).

¹⁰ Internes Arbeitspapier *Anpassung an den Klimawandel. Anpassungsoptionen im Aufgabenbereich des AFU St. Gallen*.

Abb. 13 > Beispiel für die Priorisierung und Darstellung der Massnahmen des AFU im Kanton St. Gallen (Höhere Temperatur → Wasserqualität)

Risiken	Technische Handlungsmöglichkeiten	Recht. Möglichkeiten, Anreizsysteme	Relevanz/ Dringlichkeit
– Die erhöhten Wassertemperaturen begünstigen unerwünschte chemische Reaktionen in den Oberflächengewässern.	– Die Wasserqualität verbessern, so dass unerwünschte Prozesse im vertretbaren Rahmen bleiben (Einleitbedingungen ARA, Dimensionierung Hochwasserentlastungen, Düngebeschränkungen). – Reduktion der Wassertemperatur durch Beschattung. – (...)	– Einleitbedingungen in Abhängigkeit der Wassermenge und -temperatur. – Anpassungen GSchG, GschV, GSchVG, GSchVV und GNG. – (...)	 / 
– In den Oberflächengewässern können sich Schadorganismen verbreiten.	– Schadorganismen aus den ARA in diesen reduzieren – (...)		 , 
– Im Grundwasser können sich Schadorganismen verbreiten. – (...)	– Wärmeeinleitung ins Grundwasser reduzieren / unterbinden. – Wärmeentnahme aus Grundwasser erhöhen. – (...)		 , 
Chancen	Technische Handlungsmöglichkeiten	Recht. Möglichkeiten, Anreizsysteme	Relevanz/ Dringlichkeit
– Höhere Wärmeentnahmen aus Grundwasser möglich.			 , 
Übergreifende Massnahmen / Synergien			Relevanz/ Dringlichkeit
Planungsinstrumente für eine Wasserressourcen-Bewirtschaftung. Der Bund spricht vom integralen Einzugsgebietsmanagement (IEM), siehe Anhang 1.			
Potential von Wasserrückhalt und Speicherung (Tanks auf Bauernhof, natürliche Seen und Stauseen, Bund erstellt Studie) ausnutzen.			
Früherkennung von Trockenheiten.			

○ Nicht relevant  Tiefe Relevanz/Dringlichkeit  Mittlere Relevanz/Dringlichkeit  Hohe Relevanz/Dringlichkeit

Quelle: Amt für Umwelt und Energie des Kantons St.Gallen (AFU)

A1-4

Uri¹¹

Der Kanton Uri hat unter der Leitung des Amts für Umweltschutz eine Klimastrategie erarbeitet, die die Kantonsregierung im Jahr 2011 verabschiedet hat. In dieser Strategie sind vier Handlungsfelder definiert: (1.) Anpassung, (2.) Verminderung, (3.) Monitoring und Wissensbildung und (4.) Kommunikation.

Bei der Verminderung wurde beschlossen, bis auf weiteres mit den bestehenden Massnahmen fortzufahren. Die Anpassung hingegen wurde als prioritär definiert. In einem ersten Schritt wurde darum eine kantonsinterne Risikoanalyse durchgeführt, zu diesem Zeitpunkt noch unabhängig von den Risikoanalysen des BAFU. In dieser Analyse wurden die Risiken betrachtet und in den verschiedenen Nachhaltigkeitsdimensionen auf einer selbst definierten Skala bewertet. Aufbauend auf den Erkenntnissen dieser

¹¹ Gespräch mit Christian Wüthrich am 22.10.2014.

Risikoanalyse wurde für die fünf grössten Risiken ein Set von 15 Massnahmen entwickelt, das der Urner Regierung im Herbst 2014 vorgelegt wird. Da diese erste Risikoanalyse qualitativ erarbeitet wurde, hatte der Kanton Uri Interesse daran, gemeinsam mit dem BAFU eine weitere Risikoanalyse, mit sowohl qualitativen als auch quantitativen Ergebnissen durchzuführen. Diese Analyse ist nun in Bearbeitung und soll die Grundlage für ein zweites Set an Massnahmen zur Anpassung den Klimawandel bilden.

A1-5 Waadt¹²

Der Kanton Waadt hat eine neue Sektion *Klima* geschaffen. Diese ist im *Département du territoire et de l'environnement* (Raumentwicklungs- und Umweltdepartement) angesiedelt (30 % Vollzeitäquivalent) und ihre Ansprechperson (Koordinator) ist für die Ausarbeitung eines kantonalen Klimaplanes zuständig. Darüber hinaus hat die neue Sektion folgende Ziele:

1. die Koordination zwischen dem Kanton Waadt und der Abteilung Klima des BAFU sicherzustellen;
2. die für die Entwicklung einer kantonalen Klimapolitik nötigen Mittel bereitzustellen;
3. die Kohärenz zwischen den sektoralen kantonalen Strategien und Handlungen, die von der Klimaproblematik betroffen sind, zu fördern.

Im Hinblick auf die Anpassung an den Klimawandel hat der Koordinator eine Arbeitsgruppe gebildet, die sich aus Vertreterinnen und Vertretern der verschiedenen betroffenen Bereiche zusammensetzt. Die erste Aufgabe dieser Arbeitsgruppe besteht darin, eine möglichst umfassende Standortbestimmung zu folgenden Punkten durchzuführen: Erfahrungen in den anderen im Klimabereich aktiven Kantonen, Situation in der Westschweiz, Verbindungen zu den sektoralen Strategien des Kantons, damit verbundene Strategien auf kommunaler Ebene usw. Zudem ist der Koordinator bestrebt, Verbände und private Akteure mit einzubinden, die von der Thematik betroffen sind und ein mögliches Interesse an den Herausforderungen im Zusammenhang mit der Anpassung an den Klimawandel besitzen.

¹² Gespräch mit Tristan Mariethoz am 12.8.2014.

A2 Sektorale Massnahmen: Rolle der Kantone, Koordinationsgefässe und Arbeitsschritte 2015+

Die folgende Liste gibt Aufschluss über die Federführung bei den Massnahmen der Bundesämter, die die Kantone betreffen, sowie über andere Partner, Aufgaben der Kantone, Koordinationsgefässe und konkrete Umsetzungsschritt in den kommenden Jahren. Die Liste ist umfassender als jene in Tab. 4 und beinhaltet auch Massnahmen, bei denen die Kantone nicht explizit als Partner genannt sind. Die Liste wird periodisch aktualisiert; die jeweils neueste Version der Arbeitshilfe ist zu beziehen unter www.bafu.admin.ch/klimaanpassung-kantone.

Tab. 5 > Massnahmen aus dem Aktionsplan Anpassung an den Klimawandel, welche die Kantone betreffen

Massnahmen	Federführende Fachstelle des Bundes	Weitere Partner neben den Kantonen	Aufgabe der Kantone	Gefäss für Koordination der sektoralen Massnahmen mit Kantonen	Arbeitsschritte bei Umsetzung der Massnahme (2015, 2016, 2017...)
Wasserwirtschaft					
w1: Planungsinstrumente für eine Wasserressourcen-Bewirtschaftung	BAFU, Abteilung Wasser, Sektion Revitalisierung und Gewässerbewirtschaftung	ARE, BFE, BLW, MeteoSchweiz	Erstellung Wasserdefizithinweiskarte, Wasserressourcenmanagement, etc. Hilfsmittel: Praxisanleitung in Modulen als Empfehlung an die Kantone: • M1: Situationsanalyse • M2: Bewirtschaftungsplanung • M3: Umgang mit Ausnahmesituationen	• POL mit Vertreter KVV • breit angelegte Begleitgruppe mit Kantonsvertretern • ev. Konsultation Kantone vor Publikation	Laufend, Abschluss 2016 erwartet
w3: Vernetzung / Regionalisierung der Wasserversorgung	BAFU, Abteilung Wasser, Sektion Revitalisierung und Gewässerbewirtschaftung	Gemeinden, SVGW, Wasserversorgungen	Umsetzung der Empfehlungen aus Wasserversorgung 2025, publiziert in der Broschüre <i>Sichere Wasserversorgung</i> (BAFU, 2014)	nicht notwendig	Studie ist abgeschlossen und publiziert. Die Ergebnisse fliessen aber wieder ein in Massnahme w1 (Module 2 und 3)
w5: Seeregulierung	BAFU, Abteilung Gefahrenprävention, Sektion Risikomanagement	BFE, BLW, MeteoSchweiz	Die Kantone sind verantwortlich für die Ausarbeitung und Umsetzung von Reglementanpassungen (Arbeitsschritt 4), falls durch vorangehende Untersuchungen (Arbeitsschritte 1–3) Bedarf ausgewiesen wird.	Der Kontakt mit den betroffenen Kantonen findet laufend im Rahmen des Prozesses Seeregulierung statt. Jährliche Arbeits-sitzungen zum Informationsaustausch sind institutionalisiert.	Dies betrifft primär die grossen regulierten Seen (u.a. Jurarandseen, Vierwaldstättersee, Zürichsee) 1. Kontinuierliche Messung und Analyse von Seepiegeln und Abflüssen 2. Szenarienberechnungen 3. Untersuchung der Auswirkungen von Seepiegelregimeänderungen 4. Anpassung der Reglemente bei Bedarf
w6: Schweizer See- und Speichermanagement im internationalen Kontext	BAFU Abt. Wasser, Sektion Revitalisierung und Gewässerbewirtschaftung	Internationale Gewässerkommissionen, Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR)	Kenntnisnahme	folgt später	Wird erst realisiert, wenn w5 und w4 vorliegen.

Massnahmen	Federführende Fachstelle des Bundes	Weitere Partner neben den Kantonen	Aufgabe der Kantone	Gefäss für Koordination der sektoralen Massnahmen mit Kantonen	Arbeitsschritte bei Umsetzung der Massnahme (2015, 2016, 2017...)
w8: Wärmeeinleitung in Gewässer	BAFU Abt. Wasser, Sektion Revitalisierung und Gewässerbewirtschaftung	ARE, BFE, Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute (VSA), Kantone	Unterstützung der Auslegung (externes Mandat) durch Bereitstellung von Informationen und Schilderung der Problemfälle	Über die KVV soll im 2015 ein Workshop mit den Kantonen organisiert werden.	In einem ersten Schritt wird eine Auslegung erstellt und die zu bearbeitenden Themenfelder identifiziert. Danach Auslösung einer Hauptstudie
w11: Korrektur und Schiffahrtsrinne Basel-Birsfelden (nur Kanton BS)	Das BAV begleitet die Massnahme. (Grenzwässer, ZKR Bereich)	Tiefbauamt des Kantons BS/Schweizerische Rheinhäfen (SRH) (Bauherrschaft)	Gewässerhoheit bei den Kantonen	nicht notwendig	Zurzeit wird das Bewilligungsverfahren vorbereitet

Umgang mit Naturgefahren

n1: Monitoring der Gefahrenprozesse	BAFU: Abteilung Gefahrenprävention Sektion Hochwasserschutz, Sektion Rutschung, Sturz und Lawinen	ARE, BAV, ASTRA, MeteoSchweiz, Armasuisse, Gemeinden, Infrastrukturbetreiber	Berücksichtigung der Massnahme im Rahmen der Umsetzung des integralen Risikomanagements von Naturgefahren. Durchführung und Überprüfung der Kantonalen Gefährdungs- und Risikoanalysen im Bevölkerungsschutz.	Etablierte Kanäle zwischen den entsprechenden Sektionen des BAFU und den Kantonen.	Laufend
n2: Gefahren- und Risiken kennen	BAFU: Abteilung Gefahrenprävention Sektion Risikomanagement, BABS: Fachbereich Risikogrundlagen und Forschungs-koordination	ARE, BFE, BAV, BLW, ASTRA, MeteoSchweiz, Armasuisse, BBL, Swisstopo, BFS, SBB, Gemeinden, Versicherungen, Swissgrid, Infrastrukturbetreiber	Berücksichtigung der Massnahme im Rahmen der Umsetzung des integralen Risikomanagements von Naturgefahren. Durchführung und Überprüfung der Kantonalen Gefährdungs- und Risikoanalysen im Bevölkerungsschutz.	Etablierte Kanäle zwischen den entsprechenden Sektionen des BAFU und den Kantonen. Etablierte Kanäle zwischen dem entsprechenden Fachbereich des BABS und den Kantonen.	Laufend
n3: Schutzmassnahmen robust und anpassbar auslegen	BAFU: Abteilung Gefahrenprävention Sektion Hochwasserschutz, Sektion Rutschung, Sturz und Lawinen	ARE, BABS, BAV, ASTRA, BWL, MeteoSchweiz, Gemeinden, Infrastrukturbetreiber (SBB, Swissgrid etc.)	Berücksichtigung der Massnahme im Rahmen der Umsetzung des integralen Risikomanagements von Naturgefahren.	Etablierte Kanäle zwischen den entsprechenden Sektionen des BAFU und den Kantonen.	Laufend
n4: Raumplanerische Massnahmen umsetzen	ARE: Sektion Richtplanung BAFU: Abt. Gefahrenprävention, Sektion Risikomanagement	BAV, BFE, BLW, Gemeinden, Versicherungen, Private, Eigentümer	Berücksichtigung der Massnahme im Rahmen der Umsetzung des integralen Risikomanagements von Naturgefahren.	Etablierte Kanäle zwischen den entsprechenden Sektionen des BAFU und den Kantonen.	Laufend
n5: Naturereignisse erfolgreich bewältigen	BABS: Fachbereich Risikogrundlagen und Forschungs-koordination BAFU: Abteilung Gefahrenprävention, Sektion Risikomanagement	LAINAT, Bundesstab ABCN, MeteoSchweiz, BLW, Gemeinden, ETH-Bereich, Medien	Durchführung und Überprüfung der kantonalen Vorsorgeplanungen auf der Basis der kantonalen Gefährdungs- und Risikoanalysen des Bevölkerungsschutzes	Etablierte Kanäle zwischen den entsprechenden Fachbereichen des BABS und den Kantonen. Etablierte Kanäle zwischen den entsprechenden Sektionen des BAFU und den Kantonen.	Laufend

Massnahmen	Federführende Fachstelle des Bundes	Weitere Partner neben den Kantonen	Aufgabe der Kantone	Gefäss für Koordination der sektoralen Massnahmen mit Kantonen	Arbeitsschritte bei Umsetzung der Massnahme (2015, 2016, 2017...)
n6: Naturgefahrenbewusstsein, Ausbildung und Forschung im Bereich Naturgefahren stärken	BAFU: Abteilung Gefahrenprävention, Sektion Risikomanagement BABS: Fachbereich Risikogrundlagen & Forschungs koordinati on	Bundeskanzlei, LAINAT, BLW	Berücksichtigung der Massnahme im Rahmen der Umsetzung des integralen Risikomanagements von Naturgefahren.	Etablierte Kanäle zwischen den entsprechenden Fachbereichen des BABS und den Kantonen. Etablierte Kanäle zwischen den entsprechenden Sektionen des BAFU und den Kantonen.	Laufend
n7: Analyse der bedeutenden Ereignisse und deren Bewältigung	BAFU: Abteilung Gefahrenprävention, Sektion Risikomanagement BABS: Fachbereich Risikogrundlagen & Forschungs koordinati on	Gemeinden	Berücksichtigung der Massnahme im Rahmen der Umsetzung des integralen Risikomanagements von Naturgefahren.	Etablierte Kanäle zwischen den entsprechenden Sektionen des BAFU und den Kantonen. Etablierte Kanäle zwischen dem entsprechenden Fachbereich des BABS und den Kantonen.	Laufend

Landwirtschaft

i3: Erarbeitung von Grundlagen für die standortangepasste Bewirtschaftung		Landwirtschaftliche Forschung und Beratung, MeteoSchweiz, BAFU, ARE			
i4: Ausbau von Monitoring und Frühwarnung		Landwirtschaftliche Forschung und Beratung, Schweizer Bauernverband (SBV), MeteoSchweiz, BAFU, BLV, BFS			

Waldwirtschaft

f1: Vorzeitige Verjüngung kritischer Schutzwälder mit ungenügender Verjüngung und verminderter Bestandesstabilität	BAFU, Abteilung Gefahrenprävention	ASTRA, BAV	Umsetzung zusammen mit Waldeigentümern	NFA Programmvereinbarung Schutzwald	2015 Verabschiedung NFA Handbuch, ab 2016–2019 Umsetzung
f2: Erhöhung von Resilienz und Anpassungsfähigkeit auf klimasensitiven Waldstandorten	BAFU, Abteilung Wald	ARE, BLW	Umsetzung zusammen mit Waldeigentümern	NFA Programmvereinbarung Waldbewirtschaftung/Jungwaldpflege	2015 Verabschiedung NFA Handbuch, ab 2016–2019 Umsetzung
f3: Erhöhung von Resilienz und Anpassungsfähigkeit auf Verjüngungsflächen	BAFU, Abteilung Wald	BLV	Umsetzung zusammen mit Waldeigentümern	NFA Programmvereinbarung Waldbewirtschaftung/Jungwaldpflege	2015 Verabschiedung NFA Handbuch, ab 2016–2019 Umsetzung

Energie

e2: Information und Sensibilisierung der betroffenen Stakeholder und Multiplikatoren im Gebäudebereich	BFE, Sektion Gebäude	BAFU, BAG, BBT	Information der Stakeholder und Multiplikatoren in den Kantonen	KBOB	Laufend
--	----------------------	----------------	---	------	---------

Massnahmen	Federführende Fachstelle des Bundes	Weitere Partner neben den Kantonen	Aufgabe der Kantone	Gefäss für Koordination der sektoralen Massnahmen mit Kantonen	Arbeitsschritte bei Umsetzung der Massnahme (2015, 2016, 2017...)
Tourismus					
t1: Förderung der Angebotsentwicklung und der Diversifikation im Schweizer Tourismus mittels tourismusfreundlicher Rahmenbedingungen und mittels gezielter Tourismusförderung	Staatssekretariat für Wirtschaft SECO, Direktion für Standortförderung, Tourismuspolitik	ARE, BFE, BLW, MeteoSchweiz	Die Kantone werden durch das SECO regelmässig über den aktuellen Stand der Arbeiten informiert. Es ist vorgesehen, die Kantone bei der Erarbeitung von thematisch ausgerichteten Förderschwerpunkten frühzeitig einzubinden. Auf diese Weise können auch gemeinsame und/oder koordinierte Aktionen lanciert werden.	Im Zentrum steht das Jahresgespräch mit den kantonalen Tourismus-Fachstellen. Zudem steht das Tourismus Forum Schweiz zur Verfügung.	Austausch im Rahmen des nächsten Jahresgesprächs zwischen dem SECO und den kantonalen Tourismusfachstellen vom 07.09.2015.
t2: Unterstützung des Wissensaufbaus und der Wissensdiffusion zu Fragen der Anpassung des Tourismus an den Klimawandel; Aufbau einer Wissensplattform	Staatssekretariat für Wirtschaft SECO, Direktion für Standortförderung, Tourismuspolitik	ARE, BFE, BLW, MeteoSchweiz	Die Kantone werden durch das SECO regelmässig über den aktuellen Stand der Arbeiten informiert. Es ist vorgesehen, die Kantone bei der Erarbeitung von thematisch ausgerichteten Förderschwerpunkten frühzeitig einzubinden. Auf diese Weise können auch gemeinsame und/oder koordinierte Aktionen lanciert werden.	Im Zentrum steht das Jahresgespräch mit den kantonalen Tourismus-Fachstellen. Zudem steht das Tourismus Forum Schweiz zur Verfügung.	Frühling 2015: Befragung der Kantone zum Thema Klimawandel (Aktivitäten, Bedürfnisse) Herbst 2015: Austausch im Rahmen des nächsten Jahresgesprächs zwischen dem SECO und den kantonalen Tourismusfachstellen vom 07.09.2015.
Biodiversitätsmanagement					
b7: Biodiversität schonende Bekämpfung von Schadorganismen	BAFU, zuständige Abteilung im Einzelfall abhängig von Schadorganismus und Ort des Auftretens	BLW	Erfahrungsaustausch, Vollzug	Etablierte Kanäle zwischen betroffenen Bundesämtern bzw. kantonalen Gremien	Beantragung erfolgt zusammen mit Aktionsplan Strategie Biodiversität Schweiz
Gesundheit					
gm1: Informationen und Empfehlungen zum Schutz bei Hitzewellen	BAG, Direktionsbereich Gesundheitspolitik, Abteilung Gesundheitsstrategien, Sektion Innovationsprojekte	BABS, BAFU, BLW, MeteoSchweiz	Zusammenarbeit mit dem SwissTPH bei der Erarbeitung einer Bestandesaufnahme bestehender Massnahmen; Kantonsärzte ordnen zu ergreifende Massnahmen an		Zusammenarbeit mit SwissTPH 2014; anschliessend im Bedarfsfall
gm2: Überwachung, Früherkennung und Prävention von vektorübertragenen Infektionskrankheiten	BAG, Direktionsbereich Gesundheitspolitik, Abteilung Gesundheitsstrategien, Sektion Innovationsprojekte	BAFU, BLV	Vollzug	Im Rahmen der bestehenden Gefässe des Epidemiengesetzes	Laufend
gm3: Monitoring von potentiell krankheitsübertragenden, gebietsfremden Stechmückenarten	BAFU, Sektion Biotechnologie	BABS, BLV	Bekämpfung von potentiell krankheitsübertragenden, gebietsfremden Stechmückenarten (im TI teilweise an Gemeinden und Private delegiert)	Etablierte Kanäle zwischen BAFU, BAG, BLV und BABS sowie dem Kanton TI. Aufbau solcher Kanäle für allenfalls betroffenen andere Kantone geplant.	Laufend

Massnahmen	Federführende Fachstelle des Bundes	Weitere Partner neben den Kantonen	Aufgabe der Kantone	Gefäss für Koordination der sektoralen Massnahmen mit Kantonen	Arbeitsschritte bei Umsetzung der Massnahme (2015, 2016, 2017...)
gt1: Früherkennung von Gesundheitsstörungen beim Tier (inkl. Zoonosen)	BLV: Abteilung Tiergesundheit	BABS, BAFU, BAG, BLW	BLV: Unterstützung der Forscher (Referenzzentrum Vetsuisse ZH untersucht Vorkommen von Vektoren in Forschungsprojekten), Information der Tierhalter und des Veterinärdienstes	BLV: VSKT Vereinigung Schweizerischer Kantonstierärzte und die KT-Konferenzen	BLV Forschungsprojekt läuft 2016 aus, Umsetzung der Forschungsergebnisse 2017

Raumentwicklung

r1: Grundlagen erarbeiten und zur Verfügung stellen	ARE, Sektion Siedlung und Landschaft in Zusammenarbeit mit Sektion Richtplanung	k.A.	Nutzen der Grundlagen		Ist bereits umgesetzt. Siehe Arbeitshilfe Klimawandel und Raumentwicklung
r2: Rechtlicher Rahmen ergänzen	ARE, Sektion Siedlung und Landschaft in Zusammenarbeit mit Sektion Recht	k.A.	Umsetzung des rechtlichen Rahmens: Berücksichtigung der Anpassung an den Klimawandel in den kantonalen Raumentwicklungsstrategien	RPG2 Sitzungen	Hängt von RPG2 ab.
r3: Förderung von innovativen Projekten und Weiterentwicklung von Politiken	ARE, Sektion Siedlung und Landschaft	BAFU, BAG, BAV, BFE, EFV, SECO, ASTRA/BAFU, BLW, SECO, BABS	Umsetzung der Projekte und Nutzung der Resultate	Pilotprogramm Anpassung an Klimawandel	
r4: Informieren und Sensibilisieren der Planer	ARE, Sektion Siedlung und Landschaft	k.A.	Teilnahme und Mitarbeit an Tagungen die durch den Bund organisiert werden	Tagungen	Es werden jährliche Veranstaltungen von Seite Bund organisiert
r5: Bestehende Arbeitsinstrumente ergänzen	ARE, Sektion Siedlung und Landschaft in Zusammenarbeit mit Sektion Richtplanung	BAFU, MeteoSchweiz	Berücksichtigung der Anpassung an den Klimawandel in den kantonalen Raumentwicklungsstrategien	RPG2 Sitzungen	Hängt von RPG2 ab.

Wissensgrundlagen

wg1: Regelmässige Erstellung von regionalen Klimaszenarien für die Schweiz	MeteoSchweiz, Team Klimaprognosen	ETHZ, Center for Climate System Modelling (C2SM), ARE, BABS, BAFU, BAG, BAV, BFE, BLW, BLV, DEZA, SECO, Forschung	ev. Interviews oder Teilnahme an Workshops mit einzelnen Vertretern zur Bedürfnisabklärung	keine (durch die jeweiligen für die Sektoren zuständigen Bundesämter)	2015: Bedürfnisklärungen für Klimaszenarien 2016–2019: Realisierung
wg3: Konzept für die Erhebung von Bodeninformationen	Abteilung Boden und Biotechnologie, Sektion Boden	BLW, Agroscope, WSL, BGS, ARE, MeteoSchweiz	Bereitstellung vorhandener Datengrundlagen, Mitarbeit bei Interpretation.	Tagungen und bilaterale Sitzungen	Noch zu definieren
wg4: Analyse der klimabedingten Risiken und Chancen in der Schweiz (nur 6 Fallstudienkantone)	Abteilung Klima, Sektion Klimaberichterstattung und -anpassung, Pamela Köllner	ARE, ASTRA, BABS, BAG, BAV, BFE, BLV, SECO, MeteoSchweiz	Mitarbeit der Fallstudienkantone beim Zusammenstellen der Datengrundlagen, bei der Schätzung der Betroffenheit und bei der Interpretation.	Workshops und bilaterale Kontakte	Je nach Fallstudienkanton unterschiedlich

Massnahmen	Federführende Fachstelle des Bundes	Weitere Partner neben den Kantonen	Aufgabe der Kantone	Gefäss für Koordination der sektoralen Massnahmen mit Kantonen	Arbeitsschritte bei Umsetzung der Massnahme (2015, 2016, 2017...)
------------	--	---------------------------------------	---------------------	--	---

Koordination

k1: Sektorenübergreifende, vertikale Koordination der Anpassungsmassnahmen	BAFU, Abteilung Klima, Sektion Klimaberichterstattung und -anpassung	Bundesämter, Städte und Gemeinden	2015 wird eine erste Berichterstattung der Kantone an das BAFU zu den Anpassungsaktivitäten durchgeführt. Form und Inhalt der Erhebung werden vom BAFU in Zusammenarbeit mit den Kantonen bestimmt.	Die Abstimmung der sektoralen Massnahmen zwischen Bund und Kantonen soll im Rahmen der jeweiligen Sektorpolitik erfolgen.	2015: Form und Inhalt der Berichterstattung bestimmen; Durchführung erste Erhebung. Resultate dienen als Grundlage für die Weiterentwicklung der Strategie (Bericht an BR über weiteres Vorgehen).
--	--	-----------------------------------	---	---	---

> Literatur

- [1] Schweizerische Eidgenossenschaft 2012: Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz – Ziele, Herausforderungen und Handlungsfelder. Erster Teil der Strategie des Bundesrates.
- [2] Schweizerische Eidgenossenschaft 2014: Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz – Aktionsplan. Zweiter Teil der Strategie des Bundesrates.
- [3] MeteoSchweiz 2014: Klimaszenarien Schweiz – eine regionale Übersicht. Fachbericht MeteoSchweiz, 243.
- [4] OcCC 2007: Klimaänderung und die Schweiz 2050.
- [5] CH2014-Impacts 2014: Toward Quantitative Scenarios of Climate Change Impacts in Switzerland.
- [6] Ernst Basler + Partner 2013: Risiken und Chancen des Klimawandels in der Schweiz

Abb. 8

Priorisierung innerhalb der Sektoren: 9-Felder-Matrix (Beispielgrafik)

27

Abb. 9

Fallstudienregionen zur Analyse der klimabedingten Risiken und Chancen

28

Abb. 10

Beispielgrafik Kanton Aargau: Gesamtbeurteilung Klimafolgen

29

Abb. 11

Mögliches Vorgehen zur Entwicklung einer kantonalen Strategie / eines Aktionsplans

33

Abb. 12

Die Klimastrategie Graubünden: Fundament und 5 Säulen

37

Abb. 13

Beispiel für die Priorisierung und Darstellung der Massnahmen des AFU im Kanton St. Gallen (Höhere Temperatur → Wasserqualität)

39

> Verzeichnisse

Abbildungen

Abb. 1

Klimawandel im Winter und Sommer, von heute bis 2060 8

Abb. 2

Verminderung und Anpassung – zwei komplementäre Ansätze 11

Abb. 3

Aktivitäten des Bundes im Überblick 12

Abb. 4

Schlüsselfragen, die sich den Kantonen stellen, und Aktivitäten 16

Abb. 5

Beispielgrafik Kanton Aargau: Relevanzmatrix 24

Abb. 6

Die wichtigsten Herausforderungen (Zeilen) bei der Anpassung an den Klimawandel und die Massnahmen gemäss Aktionsplan nach Sektoren (Spalten) 25

Abb. 7

9-Felder-Matrix des Bundes 26

Tabellen

Tab. 1

Möglichkeiten zur Anpassung an den Klimawandel in den Kantonen 18

Tab. 2

Grundlagenberichte Klimawandel 22

Tab. 3

Ausgewählte Aktivitäten und Dokumente der Kantone (nicht abschliessend) 23

Tab. 4

Massnahmen der Bundesämter, die die Kantone betreffen 31

Tab. 5

Massnahmen aus dem Aktionsplan Anpassung an den Klimawandel, welche die Kantone betreffen. 41

Bundesrat will bis 2050 eine klimaneutrale Schweiz

Bern, 28.08.2019 - Die Schweiz hat sich im Rahmen des Pariser Klimaübereinkommens verpflichtet, bis 2030 ihren Treibhausgasausstoss gegenüber dem Stand von 1990 zu halbieren. Aufgrund der neuen wissenschaftlichen Erkenntnisse des Weltklimarates hat der Bundesrat an seiner Sitzung vom 28. August 2019 entschieden, dieses Ziel zu verschärfen: Ab dem Jahr 2050 soll die Schweiz unter dem Strich keine Treibhausgasemissionen mehr ausstossen. Damit entspricht die Schweiz dem international vereinbarten Ziel, die globale Klimaerwärmung auf maximal 1,5°C gegenüber der vorindustriellen Zeit zu begrenzen.

Mit der Unterzeichnung des Klimaübereinkommens von Paris hatte der Bundesrat das langfristige Ziel angekündigt, die Emissionen der Schweiz bis 2050 um 70–85 Prozent zu vermindern. Dieses Ziel basierte auf Erkenntnissen des Weltklimarates (IPCC), wonach die Klimaerwärmung bis zum Jahr 2100 auf unter 2 Grad zu begrenzen ist, um gravierende Folgen für Mensch und Artenvielfalt zu verhindern. 2018 hat der IPCC aufgezeigt, dass bereits ab einer globalen Erwärmung um 1,5 Grad mit gravierenden Veränderungen der Ökosysteme gerechnet werden muss und eine ausgeglichene Emissionsbilanz von Netto-Null bereits wesentlich früher erreicht werden muss. Der Bundesrat hat daraufhin das Bundesamt für Umwelt (BAFU) beauftragt, die langfristigen Klimaziele neu zu prüfen und Handlungsmöglichkeiten auszuarbeiten. Zudem hatte der Bundesrat am 26. Juni 2019 in der Diskussion über die Prioritäten der Schweiz für die UNO-Generalversammlung 2019 festgelegt, dass die Schweiz ihr Emissionsminderungsziel bis 2050 erhöhen wird.

Klimaziel 2050 – Netto-Null Emissionen

Der Bundesrat hat dieses Minderungsziel am 28. August 2019 präzisiert und beschlossen, dass die Schweiz bis 2050 nicht mehr Treibhausgase ausstossen soll, als natürliche und technische Speicher aufnehmen können. Dies bedeutet Netto-Null Emissionen bis zum Jahr 2050. Dieses Klimaziel stellt sicher, dass die Schweiz ihren Beitrag zur Begrenzung der weltweiten Klimaerwärmung auf unter 1,5 Grad leistet. Die Schweiz reiht sich damit in eine Vielzahl von Ländern ein, die Netto-Null-Ziele für 2050 anstreben. Die Schweiz ist vom Klimawandel besonders betroffen, da die Temperaturen hierzulande doppelt so stark steigen wie im weltweiten Durchschnitt.

Klimastrategie 2050

Das Klimaziel 2050 legt den Grundstein für die Klimastrategie 2050 der Schweiz. Alle Länder, die das Übereinkommen von Paris unterzeichnet haben, sind aufgefordert, langfristige Klimastrategien bis Ende 2020 beim UNO-Klimasekretariat einzureichen. In der Schweiz können die CO₂-Emissionen in den Bereichen Verkehr, Gebäude und Industrie mit heute bekannten Technologien und dem Einsatz erneuerbarer Energien bis 2050 um bis zu 95 Prozent gesenkt werden. Auch Treibhausgase wie insbesondere durch die Landwirtschaft verursachtes Methan und Lachgas haben Verminderungspotential. Zudem wird auch die Reduktion der Emissionen im Ausland Teil der Strategie sein.

Zum Ausgleich der verbleibenden Emissionen sollen künftig neben den natürlichen CO₂-Speichern (wie Wälder und Böden) auch Technologien zum Einsatz kommen, die der Atmosphäre Treibhausgase dauerhaft entziehen und diese speichern (siehe Link unten). Die Schweizer Industrie und Forschung spielen eine wichtige Rolle bei der Entwicklung solcher Emissionstechnologien.

Die Klimastrategie 2050 erarbeitet das BAFU zusammen mit weiteren Bundesämtern. Dem Bundesrat befasst sich bis im Dezember 2020 damit. Eine wichtige Grundlage bilden die Energieperspektiven 2050 des Bundesamtes für Energie.

aus: Leitkonzept
2000-WATT-GESELLSCHAFT
MIT NETTO NULL ENERGIEBEDINGTEN TREIBHAUSGASEMISSIONEN
Version 2019

Präambel

Wir anerkennen die Klimaerwärmung als eine der grössten globalen Herausforderungen unserer Zeit. Sie hat heute schon sicht- und spürbare Auswirkungen auf uns und unsere direkte Umgebung – Gletscher und Schneetage verschwinden, Starkregen und Hochwasser nehmen zu, Böden und Wälder trocknen aus, und unser persönliches Wohlbefinden leidet in den häufiger werdenden Hitzewellen.

Wir stehen daher hinter den in Paris 2015 getroffenen internationalen Vereinbarungen und hinter den Erkenntnissen des IPCC-Spezialreports vom Oktober 2018.

Wir anerkennen die Notwendigkeit, bis 2050 weltweit alle Treibhausgasemissionen auf null zu reduzieren oder durch natürliche und technische Senken zu kompensieren. Möglichst bald sollte es uns anschliessend als Gemeinschaft gelingen, den CO₂-Anteil in der Atmosphäre zu senken.

Wir anerkennen zudem, dass die nachhaltig verfügbaren energetischen Ressourcen knapp sind und unterstützen die Energieeffizienzziele der Energiestrategie 2050 und der 2000-Watt-Gesellschaft.

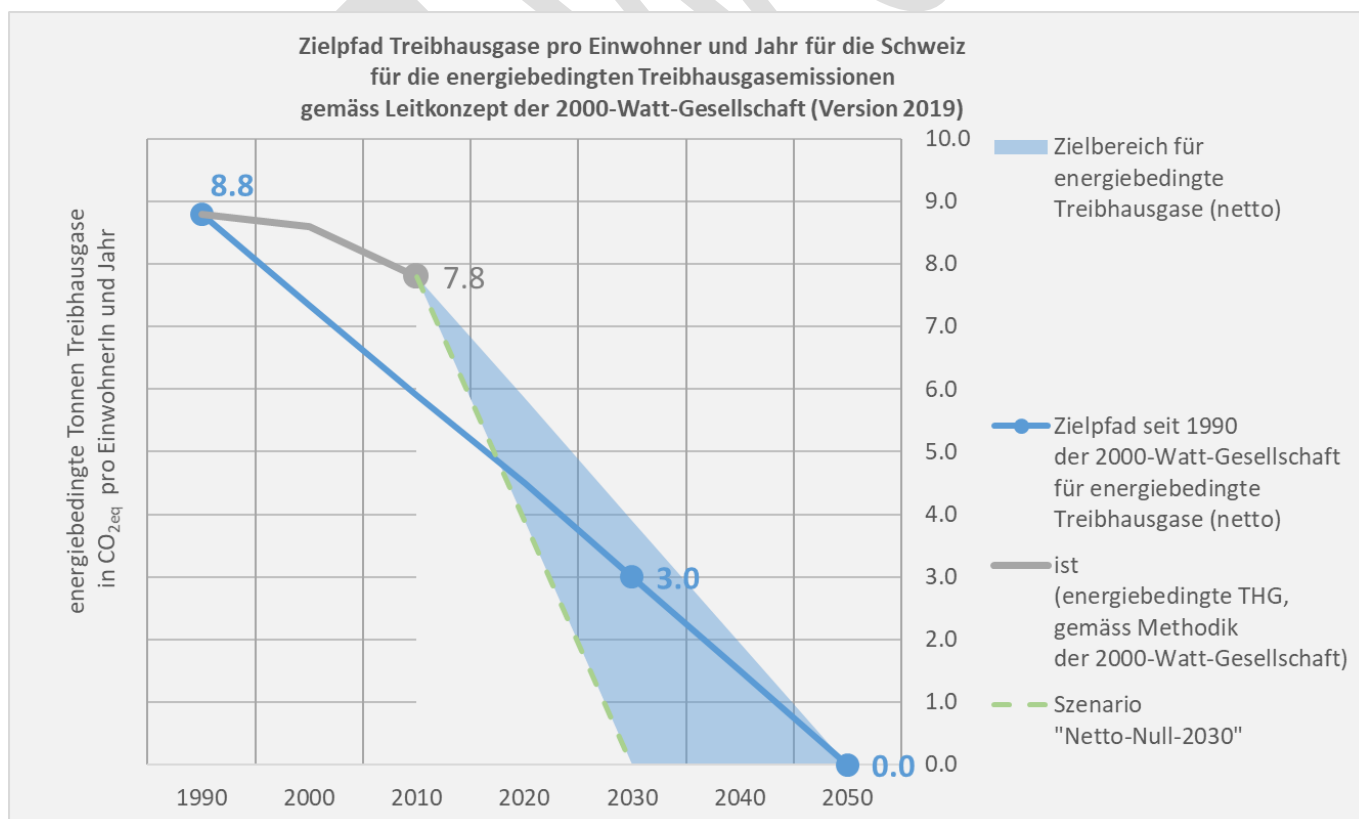


Abbildung 1: Treibhausgasemissionen Schweiz, Leitkonzept 2000-Watt-Gesellschaft (v2019)

Leitziele

1. 100% erneuerbare, klimaneutrale Energieversorgung

- a. Die gesamte Energieversorgung der Schweiz soll spätestens im Jahr 2050 zu 100% auf erneuerbaren Energiequellen basieren (Strom, Wärme, Kälte, Mobilität und Prozessenergie).
- b. Wir wollen dieses Ziel auch für unser eigenes Gemeindegebiet erreichen.
- c. Den Energiebedarf für den Betrieb unserer öffentlichen Verwaltung wollen wir wenn möglich bereits im Jahr 2030 zu 100% aus erneuerbaren Energiequellen decken.

2. Netto null energiegedingte Treibhausgasemissionen (vgl. Abbildung 1)

- a. Wir anerkennen, dass für die Versorgung der Schweiz mit Energie bis spätestens 2050 netto keine Treibhausgasemissionen mehr emittiert werden dürfen.
- b. Wir wollen dieses Ziel auch für unser eigenes Gemeindegebiet spätestens bis im Jahr 2050 erreichen, versuchen es aber schon früher.
- c. Den Energiebedarf für den Betrieb der öffentlichen Verwaltung wollen wir wenn möglich bereits ab dem Jahr 2030 so decken, dass dabei netto null Treibhausgase emittiert werden («Netto-Null-2030»)

3. 2000 Watt Primärenergie (Energieeffizienz)

- a. Der Primärenergiebedarf¹ der Schweiz soll sich pro Person bis 2030 auf 3000 Watt Dauerleistung reduzieren (Zwischenziel), bis 2050 auf maximal 2000 Watt (2000-Watt-Gesellschaft).
- b. Wir wollen diese Ziele, angepasst an unsere strukturellen Rahmenbedingungen und die Ausgangssituation im Jahr 2000, auch für unser eigenes Gemeindegebiet erreichen.

Methodik²

- ⇒ Es werden **nur die energiebedingten Treibhausgasemissionen** quantitativ erfasst, inklusive Flugverkehr³.
- ⇒ **Weitere werden quantitativ nicht berücksichtigt⁴:** ausserhalb dieses energiebasierten Bilanzierungssperimeters anfallende Treibhausgasemissionen (u.a. graue Emissionen von konsumierten Gütern und Dienstleistungen, in Baumaterialien oder Emissionen aus der Landwirtschaft) werden quantitativ nicht berücksichtigt.
- ⇒ Für die quantitative Betrachtung der energiebedingten Treibhausgase werden die anfallenden Emissionen während des ganzen Lebenszyklus eines eingesetzten Energieträgers berücksichtigt (**inkl. Supply-Chain der Energieträger**).
- ⇒ **Negative Emissionen⁵:** Sollten die auf Seite 2 aufgeführten Ziele 1a bis 2c nicht vollständig erreicht werden können, so dürfen und sollen die Lücken mit technischen Senken gedeckt werden.
- ⇒ Es werden **nur technische Senken** als quantitativer Beitrag zur Kompensation energiebedingter Treibhausgase anerkannt (auch ausländische). Natürliche CO₂-Senken⁶ und Zertifikate⁷ werden zur Anrechnung für die Zielerreichung nicht zugelassen.

¹ Primärenergie ist Energie in ihrer Rohform, bevor sie transportiert oder umgeformt wird: Rohöl, Erdgas, Kohle oder Uran in geologischen Lagerstätten, Holz im Wald, die potenzielle Energie des Wassers, die Solarstrahlung sowie die kinetische Energie des Windes. Um Primärenergie in nutzbare Endenergie umzuwandeln, braucht es Energie für Gewinnung, Umformung und Transport.

² Der methodische Bilanzierungsrahmen richtet sich grundsätzlich nach dem «Leitkonzept der 2000-Watt-Gesellschaft»

³ Dieses Manifest und das 2000-Watt-Konzept verstehen sich daher als «den Energiesektor abdeckenden Beitrag» an das übergeordnete Netto-Null-Ziel (und explizit *nicht* als allumfassendes «Netto-Null-Konzept»).

⁴ Wir sehen uns aber in der Pflicht, auch in diesen für das Klima relevanten Bereichen unsere Verantwortung zu übernehmen (vgl. Seite 4)

⁵ Es werden nach aktuellem Verständnis drei Arten von «negativen Emissionen» unterschieden: 1. Natürliche Senken (dazu zählen zum Beispiel die CO₂-Aufnahmekapazität von Wäldern, Feuchtgebieten oder Gewässern); 2. Technische Senken (z.B. CO₂-Abscheidung an der Quelle und anschliessende Einlagerung im Untergrund, wie bei «Carbon Capture and Storage»); 3. Zertifikate (Kompensation von Emissionen durch Projekte und Massnahmen im In- und Ausland).

⁶ Erläuterung: Im Rahmen dieses Leitkonzeptes werden nur die energiebedingten Treibhausgasemissionen erfasst. Die Emissionen in allen anderen Sektoren, wie zum Beispiel aus der Landwirtschaft, werden einerseits in diesem Kontext nicht erfasst – und sie sind andererseits langfristig viel schwieriger zu eliminieren als im Energiebereich. Die Anrechenbarkeit der *natürlichen* Senken als Beitrag zu einer vollständigen «Netto-Null-Gesellschaft» wird daher gemäss diesem Verständnis diesen anderen Sektoren zugeordnet (und ist daher gemäss diesem Leitkonzept, zur Kompensation der *energiebedingten* Treibhausgase, nicht zugelassen).

⁷ Für die Zielerreichung nicht zulässig ist die Anrechnung von CO₂-Zertifikaten. Es erscheint nicht zweckmässig, reale, energiebedingte Treibhausgasemissionen über virtuelle (im Fall von Zertifikaten) negative Emissionen zu «kompensieren». Es erfolgt dabei keine tatsächliche Treibhausgasreduktion, und dem Ziel einer 100% erneuerbaren Energieversorgung käme man dadurch nicht näher.

Teilziele

für die öffentliche Hand

	Ziel	Umsetzung	Zieljahr
Strom			
Strombeschaffung für den Betrieb der öffentlichen Verwaltung	100% erneuerbar	sofort möglich	2020
Strombeschaffung für die öffentlichen Anlagen (Sport, Parks, Beleuchtung etc.)	100% erneuerbar	sofort möglich	2020
Strombeschaffung für den Betrieb der Gebäude im Finanzvermögen	100% erneuerbar	sofort möglich	2020
Wärme + Kälte			
Wärme- und Kälteversorgung für den Betrieb der Gebäude der öffentlichen Verwaltung	100% erneuerbar	benötigt Vorlaufzeit	2030
Wärme- und Kälteversorgung für den Betrieb der Gebäude im Finanzvermögen	100% erneuerbar	benötigt Vorlaufzeit	2050
Mobilität			
Standardfahrzeuge der eigenen Fahrzeugflotte	100% elektrisch	benötigt Vorlaufzeit	2030
Spezialfahrzeuge der öffentlichen Hand	100% elektrisch	benötigt Vorlaufzeit	2030
Fahrzeuge des öffentlichen Verkehrs	100% elektrisch	benötigt Vorlaufzeit	2030

für ganze Gemeinde, das ganze Stadtgebiet

	Ziel	Umsetzung	Zieljahr
Strom			
Lieferantenmix in der Grundversorgung	100% erneuerbar	sofort möglich	2020
Sämtlicher im Perimeter gelieferter Strom	100% erneuerbar	tw. ausserhalb Einflussbereich	2030
Stromproduktion im Perimeter	100% erneuerbar	tw. ausserhalb Einflussbereich	2030
Wärme + Kälte			
Wärme- und Kälteversorgung im Perimeter	100% erneuerbar	tw. ausserhalb Einflussbereich	2050
Mobilität			
Immatrikulierte Fahrzeuge im Perimeter	100% elektrisch	tw. ausserhalb Einflussbereich	2050

Weitere relevante Indikatoren für die Zielerreichung:

	Ziel	Umsetzung	Zieljahr
Finanzen			
(öffentliche) Geldanlagen (u.a. Pensionskassen)	100% klimaneutral	sofort möglich	2025
Ernährung			
Ernährung - u.a. Angebot im eigenen öffentlichen Betrieb	überwiegend vegetarisch	sofort möglich	2025

Handlungsleitsätze

Für die Erreichung der 2000-Watt- und der Netto-Null-Ziele wollen wir uns an den folgenden Leitsätzen ausrichten und unser Handeln daran messen:

- i) Kein Einbau von neuen fossilen Heizungen. Kein Ersatz von alten durch neue fossile Heizungen.
- ii) Kein Geld in fossile Infrastrukturen: jeder heute noch in fossile Infrastruktur investierte Franken ist sowohl aus ökologischer als auch aus ökonomischer Sicht fehlinvestiert⁸.
- iii) Alternative, erneuerbare Gase⁹ werden auch 2050 nur limitiert zur Verfügung stehen. Ihre Verwendung kommt damit nur für Einsatzzwecke in Frage, für die es noch keine technischen Dekarbonisierungsalternativen gibt.¹⁰ Für Heizwärme, Klimakälte und den motorisierten Individualverkehr sind zwingend andere erneuerbare Energiequellen zu verwenden.
- iv) Strom wird zu 100% aus erneuerbaren Energiequellen produziert.
- v) Strom aus Kernenergie ist keine Option zur Deckung unserer Elektrizitätsnachfrage - unter anderem aufgrund des Risikopotenzials, der ungelösten Endlagerfrage und der volkswirtschaftlichen Kosten.
- vi) Finanzanlagen sind klimaneutral zu platzieren.
- vii) Bei Neu- und Umbauprojekten im Hoch- und Tiefbau sowie von Infrastrukturanlagen sind die grauen Emissionen der Baumaterialien mitzuberücksichtigen und wenn möglich zu eliminieren.
- viii) Die Ernährung setzt in erster Linie auf regionale, saisonale, und vegetarische Lebensmittel.
- ix) Mobilität: Wege sind zu reduzieren und kurz zu halten; auf Flüge ist wenn möglich zu verzichten.
- x) In Anbetracht der exponentiell steigenden Weltbevölkerung und der gleichzeitig exponentiell sinkenden natürlichen Ressourcen gilt es, die verfügbaren energetischen Ressourcen nachhaltig, effizient, und mit einem angemessenen Mass an Genügsamkeit (suffizient) in Anspruch zu nehmen.
- xi) Vorhaben von substantieller Tragweite sind auf ihre Folgen für das Klima zu prüfen. Eine solche Klimafolgeabschätzung ist standardmässig in die Entscheidungsprozesse zu integrieren.

Wir wollen Mitverantwortung übernehmen, unsere Vorbildfunktion erfüllen und unsere Klimaschutzwirksamkeit maximieren. Wir rufen auch unsere Bevölkerung dazu auf, für diese Leitsätze einzustehen und sie umzusetzen.

Der Stadtrat / Der Gemeindevorstand / Die Bevölkerung von...

⁸ Szenariorechnungen zeigen zum Beispiel, dass trotz aktuell hoher Margen beim Gasabsatz ein Ausstieg aus dem Erdgas bis 2030 günstiger ist als später, da mittelfristig hohe Ersatzinvestitionen bevorstehen.

⁹ Biogas, oder aus erneuerbarem Strom gewonnenes Gas (Power-to-Gas).

¹⁰ Dazu zählen der Flugverkehr, die chemische Industrie, oder Hochtemperaturprozesse in der Industrie.