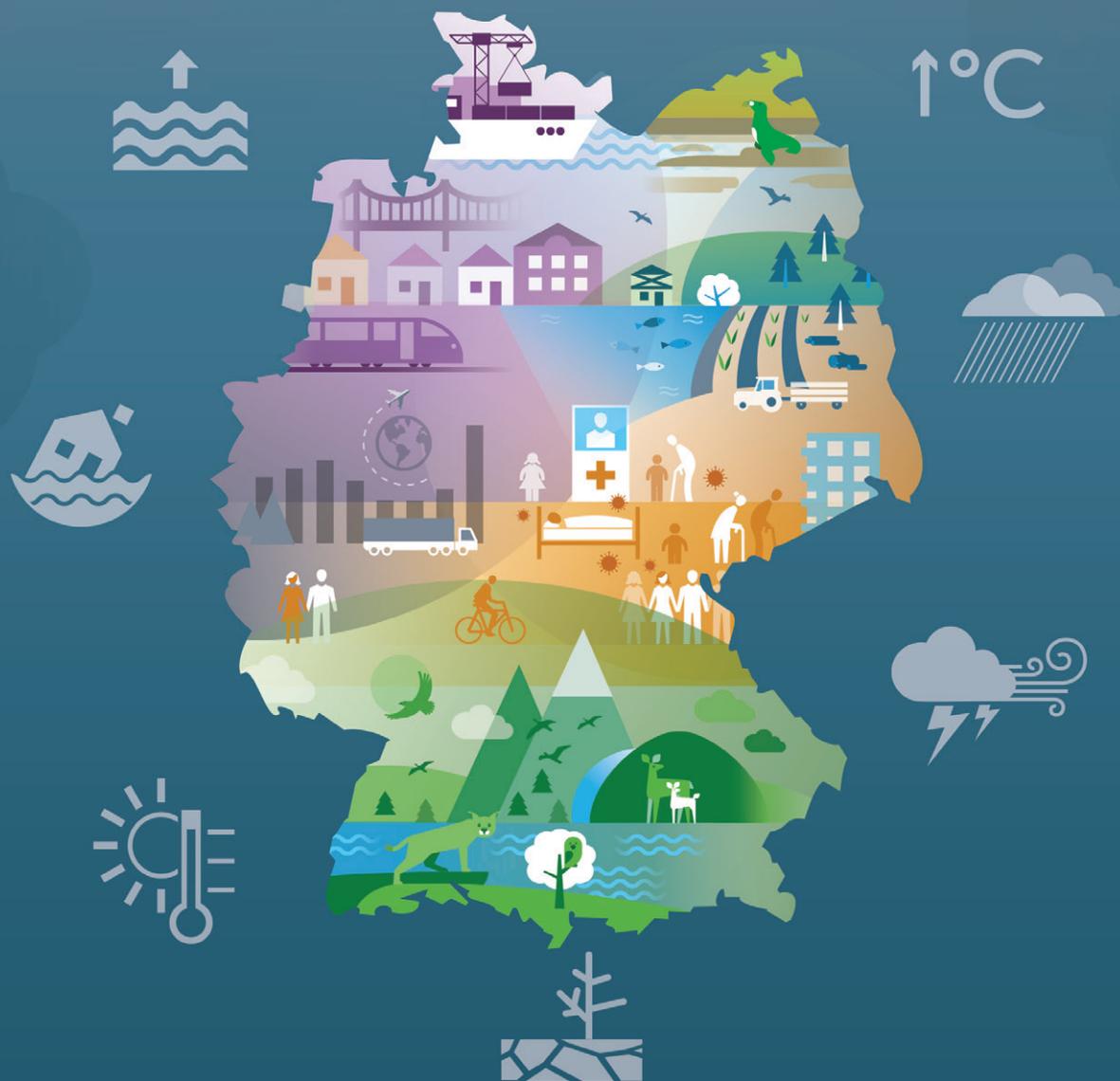


DIE RISIKEN DES KLIMAWANDELS FÜR DEUTSCHLAND

Ergebnisse der Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021
sowie Schlussfolgerungen der Interministeriellen
Arbeitsgruppe „Anpassung an den Klimawandel“



Für Mensch & Umwelt



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit
und Verbraucherschutz

Umwelt 
Bundesamt

Impressum

Herausgeber:

Umweltbundesamt
Fachgebiet I 1.6 - Kompetenzzentrum Klimafolgen und
Anpassung (KomPass)
Postfach 14 06
06813 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
buergerservice@umweltbundesamt.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt.de
 /umweltbundesamt
 /umweltbundesamt
 /umweltbundesamt

Redaktion:

Dr. Inke Schauser
Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung (KomPass)
Tel: +49 340-2103-2463
Inke.Schauser@uba.de

Unter Mitwirkung der Interministeriellen Arbeitsgruppe
„Anpassung an den Klimawandel“ aller Ressorts der
Bundesregierung

Satz und Layout:

Studio Grafico, Berlin

Publikationen als pdf:

www.umweltbundesamt.de/publikationen

Stand: Februar 2022

ISSN 2363-8311

ISSN 2363-832X



DIE RISIKEN DES KLIMAWANDELS FÜR DEUTSCHLAND

**Ergebnisse der Klimawirkungs- und
Risikoanalyse 2021
sowie Schlussfolgerungen der
Interministeriellen Arbeitsgruppe
„Anpassung an den Klimawandel“**

Inhalt

1	Einleitung	6
2	Die wichtigsten Ergebnisse der KWRA 2021	8
	Welche Regionen in Deutschland sind besonders betroffen?.....	9
	Welche Bereiche unseres Lebens werden besonders betroffen sein? ...	11
	Wie können wir die Risiken durch Anpassung reduzieren?.....	13
	Wie lange haben wir noch Zeit zum Handeln?	14
3	Schlussfolgerungen aus der KWRA 2021 für zukünftiges Anpassungshandeln	17

1

Einleitung

Einleitung

Die Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland (KWRA 2021)¹ zeigt auf, bei welchen Auswirkungen des Klimawandels und in welchen Regionen besondere Risiken, Möglichkeiten zur Anpassung und Handlungserfordernisse bestehen. Sie wurde im Rahmen des Behördennetzwerkes „Klimawandel und Anpassung“ unter Mitwirkung von über 180 Fachleuten erarbeitet. Im Zuge der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS)² sieht die Bundesregierung vor, alle sechs Jahre solche handlungsfeldübergreifenden Vulnerabilitäts- und Risikoanalysen durchzuführen, um die DAS weiterzuentwickeln und neue Herausforderungen sowie wissenschaftliche Erkenntnisse zu berücksichtigen.

So zielt die KWRA 2021 darauf ab, wissenschaftlich fundierte Antworten auf folgende Fragen zu geben:

- ▶ Wie wirkt sich der Klimawandel künftig auf die Natur, unseren Alltag, unsere Lebensgrundlagen, Gesundheit und Wirtschaft aus?
- ▶ Wo können wir durch Anpassung die Risiken des Klimawandels verringern?
- ▶ Wo müssen wir dringend etwas tun?

Mit der Beantwortung dieser Fragen schafft die KWRA 2021 eine wesentliche Grundlage für die Weiterentwicklung der DAS. Sie unterstützt die Entwicklung des nächsten Aktionsplans Anpassung (APA IV), in dem die konkreten Maßnahmen des Bundes zusammengefasst sind.

Methodik der KWRA 2021

Der KWRA 2021 liegen zwei Zukunftsszenarien zu Grunde, die jeweils für die Mitte des Jahrhunderts (2031 bis 2060) und Ende des Jahrhunderts (2071 bis 2100) betrachtet wurden. Basierend auf Projektionen des Weltklimarats (IPCC 2014) analysiert die KWRA 2021 einen pessimistischen Fall (im folgenden starker Klimawandel genannt; u. a. Zunahme der Jahresmitteltemperatur in Deutschland um +3° C zur Mitte des Jahrhunderts im Vergleich zur frühindustriellen Zeit (1881-1910)) und einen optimistischeren Fall (im folgenden schwächerer Klimawandel genannt; u.a. Zunahme der Jahresmitteltemperatur um +2.4° C in Deutschland zur Mitte des Jahrhunderts). Die Klimaprojektionen wurden, wenn möglich, mit Projektionen von sozioökonomischen Daten (bis zum Jahr 2045, z. B. Bevölkerungswachstum, -dichte, Urbanisierung) kombiniert, um die zukünftigen Auswirkungen bestmöglich einzuschätzen.

In der KWRA 2021 wurden über 100 Klimawirkungen - gegliedert in 13 Handlungsfelder der DAS - analysiert und hinsichtlich der Höhe des damit verbundenen Klimarisikos bewertet. Für ausgewählte Wirkungen wurde betrachtet, wie stark und wie schnell Anpassung das Klimarisiko abschwächen kann. Dafür wurde zwischen beschlossenen und weiterreichenden Anpassungsmaßnahmen unterschieden. Als beschlossene Anpassungsmaßnahmen wurden die Maßnahmenlisten des aktuellen Aktionsplans des Bundes (APA III) verwendet, der Teil des zweiten Fortschrittsberichts zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel³ ist. Weiterreichende Maßnahmen gehen über die beschlossenen Maßnahmen hinaus und sind unter heutigen Bedingungen umsetzbar. Der Vergleich von Klimarisiken mit und ohne Anpassung ermöglichte es, Handlungserfordernisse abzuleiten und zu charakterisieren.

1 <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/KWRA-Zusammenfassung>
 2 <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/anpassung-auf-bundesebene/deutsche-anpassungsstrategie>
 3 <https://www.bmu.de/download/zweiter-fortschrittsbericht-zur-deutschen-anpassungsstrategie-an-den-klimawandel>

2

**Die wichtigsten
Ergebnisse der
KWRA 2021**

Die wichtigsten Ergebnisse der KWRA 2021

Welche Regionen in Deutschland sind besonders betroffen?

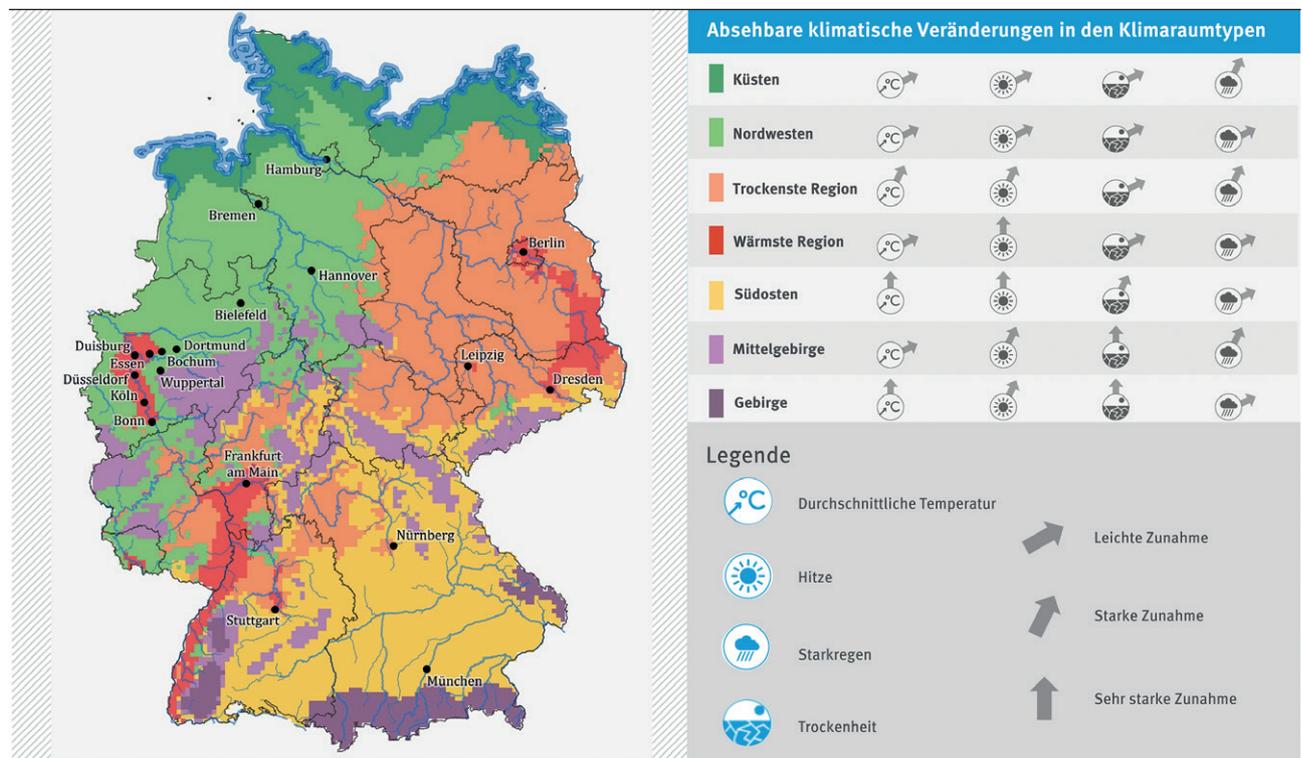
Die Ergebnisse der KWRA 2021 bestätigen, dass Deutschland flächendeckend durch den Klimawandel betroffen sein wird. Als Folge des Klimawandels kann u. a. mit einem weiteren Anstieg der Durchschnittstemperatur, einer weiteren Zunahme an Trockenheit und Hitze sowie einer Zunahme von Starkregenereignissen gerechnet werden.⁴ Diese Auswirkungen sind räumlich unterschiedlich ausgeprägt. Es gibt auch Auswirkungen, wie den Meeresspiegelanstieg oder zunehmende Flusshochwasser, die nur in bestimmten Regionen auftreten.

Schaut man auf die verschiedenen Klimaräume in Deutschland (siehe Abbildung 1), so lässt sich feststellen, dass für die Küstenregionen und den

Nordwesten eine leichte Zunahme der mittleren Temperaturen und Hitzeereignisse erwartet wird. Insbesondere an der Küste kann es zu einem starken Anstieg an Starkregen kommen. In den trockensten Regionen Deutschlands können mehr Starkregen- wie auch mehr Hitzeereignissen auftreten. In den wärmsten Regionen Deutschlands, die bereits heute die meisten heißen Tage und Nächte aufweisen, ist ein weiterer starker Zuwachs an Hitzebelastung erwartbar. Ebenfalls deutlich kann sich der Südosten Deutschlands erwärmen, mit viel mehr heißen Tagen und Tagen ohne Niederschlag. Für die Bereiche der kühl-gemäßigten Mittelgebirge sowie der Hochgebirge werden ebenfalls mehr heiße Tage und mehr Tage ohne Niederschlag erwartet, für die Mittelgebirge auch ein deutlicher Anstieg von Starkregen.

Abbildung 1

Klimaraumtypen in Deutschland und die jeweiligen absehbaren klimatischen Veränderungen bis zur Mitte des Jahrhunderts



Datengrundlage: Klimadaten: Deutscher Wetterdienst, Klimaraumtypen: Eurac Research, Verwaltungsgrenzen: Bundesamt für Kartographie und Geodäsie Deutschland, Hydrologie: Joint Research Centre, Städte, Küstenlinie: EuroGeographics.

Quelle: eigene Darstellung, Eurac Research

4 <https://www.dwd.de/DE/leistungen/nationalerklimateport/report.html>

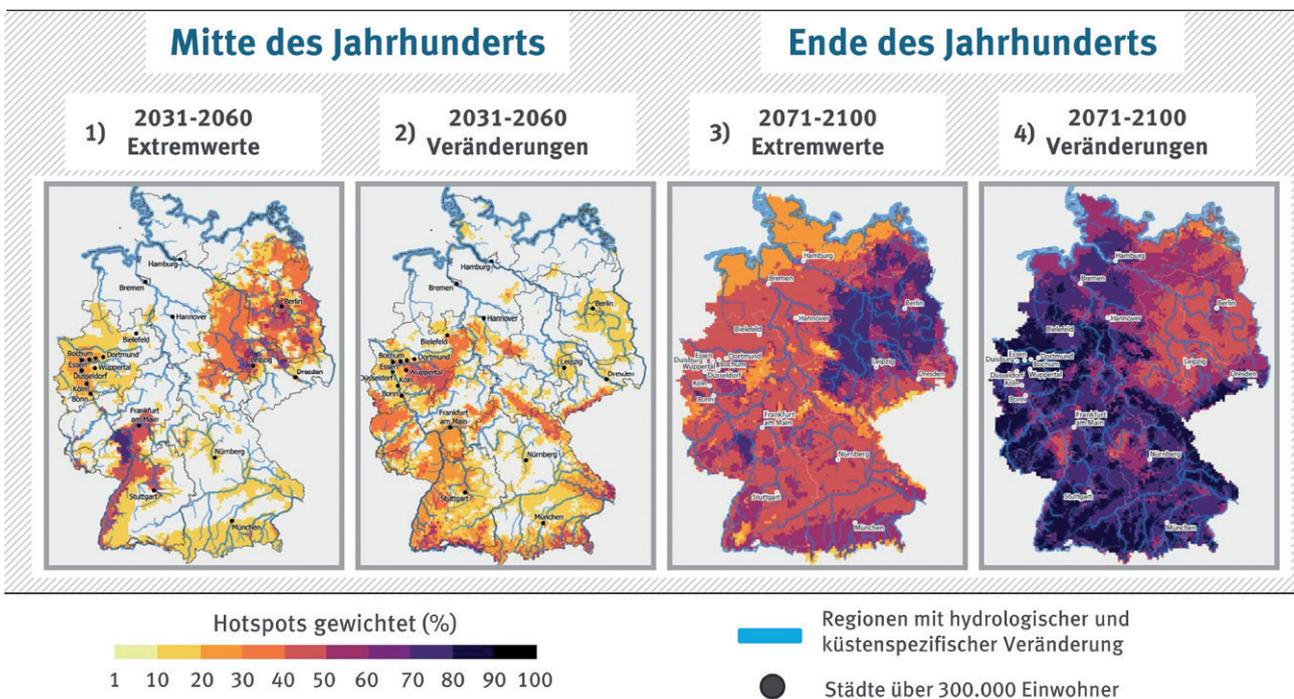
Die räumliche Untersuchung der klimatischen Hotspots in Deutschland zeigt, dass extreme Wetterereignisse besonders im Osten und Südwesten vermehrt erwartet werden, während sich im Süden und Westen das Klima relativ zu heute am stärksten verändern kann (siehe Abbildung 2).

Mit fortschreitendem Klimawandel werden dicht besiedelte, urbane Räume wie das Ruhrgebiet, die Rhein-Main-Neckar Region und Berlin sowie große Teile Ostdeutschlands deutlich stärker von Wette-

xtremen betroffen sein. In den Mittel- und Hochgebirgen werden sich die klimatischen Verhältnisse besonders deutlich ändern. Gebiete in Flussnähe werden vermehrt durch Hoch- und Niedrigwassereignisse und Küstenregionen durch den beschleunigten Meeresspiegelanstieg beeinträchtigt sein. Die genannten Veränderungsmuster können sich mit der Zeit intensivieren und ausweiten: Bei einem starken Klimawandel werden zum Ende des Jahrhunderts überall in Deutschland hohe Klimarisiken bestehen.

Abbildung 2

Räumliche Verteilung der klimatischen Hotspots für die Mitte und das Ende des Jahrhunderts



Karten 1) und 3): Extremwerte = Regionen, die von besonders vielen klimatischen Extremen betroffen sein könnten; Karten 2) und 4): Veränderungen = Regionen, die von besonders hohen Veränderungen der Klimaparameter betroffen sein könnten. 100 Prozent bedeutet Überschreiten der Schwellenwerte bei allen betrachteten Klimaparametern. Berücksichtigt wurden die Klimaparameter: mittlere Jahrestemperatur, Anzahl heißer Tage, Anzahl tropischer Nächte, geringer Jahresniederschlag, Anzahl trockener Tage, Tage mit Starkregen sowie die Bedeutung, die diese Klimaparameter für alle untersuchten Klimawirkungen haben.⁵
 Datengrundlage: 85. Perzentil des aufbereiteten Deutschen Wetterdienst-Referenz-Ensemble v2018 (Brienen et al. 2020) für das RCP8.5-Szenario des IPCC AR5, Verwaltungsgrenzen: Bundesamt für Kartographie und Geodäsie Deutschland, Hydrologie: Joint Research Centre, Städte, Küstenlinie: EuroGeographics.

Quelle: eigene Darstellung, Eurac Research

⁵ Die Definitionen der genannten Klimaparameter sind im Glossar des Deutschen Wetterdienstes (DWD) abrufbar: https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/lexikon_node.html

Kernaussagen „Auswirkungen des Klimawandels“

- ▶ Der Klimawandel wird immer sichtbarer: Selbst bei einem schwachen Klimawandel werden zukünftig alle Regionen in Deutschland von einem weiteren Anstieg der Temperatur, einer Zunahme an Hitze- und Trockentagen sowie von Starkregenereignissen betroffen sein.
- ▶ Es bestehen räumliche Unterschiede: Mit fortschreitendem Klimawandel werden die wärmsten Regionen Deutschlands einen weiteren Temperaturanstieg sowie eine Zunahme an Hitze erfahren. Die eher trockenen Regionen werden heißer und gleichzeitig mehr mit Starkregen zu kämpfen haben. In den Gebirgsregionen wird ein Anstieg der durchschnittlichen Temperatur, von Starkregen und Trockenheit erwartet. Küstenregionen sind Gefahren durch einen zunehmenden Meeresspiegelanstieg ausgesetzt und Gebiete in Flussnähe werden durch den Klimawandel stärker durch Hoch- und Niedrigwasserereignisse betroffen sein.
- ▶ Zum Ende des Jahrhunderts können die klimatischen Veränderungen überall sehr deutlich zunehmen.
- ▶ **Fazit: Alle Lebewesen und Systeme in Deutschland sind vom Klimawandel betroffen, aber räumlich und zeitlich unterschiedlich.**

Welche Bereiche unseres Lebens werden besonders betroffen sein?

Die Ergebnisse der KWRA 2021 zeigen, dass bereits zur Mitte des Jahrhunderts die Klimarisiken erheblich sein können, vor allem bei einem starken Klimawandel und wenn keine Anpassung stattfindet (siehe Tabelle 1).

Insbesondere die natürlichen Systeme und Ressourcen (z. B. Boden, Wasser, Arten, Ökosysteme im Wasser und auf dem Land) sowie die naturnutzenden Wirtschaftssysteme, die unmittelbar auf natürliche Ressourcen angewiesen sind (z. B. Fischerei, Land- und Forstwirtschaft, Wasserwirtschaft), können bereits zur Mitte des Jahrhunderts stark betroffen sein (siehe Abbildung 3). Die Gründe dafür sind beispielsweise der größere Wassermangel im Boden und Grundwasser, die verschlechterte Wasserqualität der Meere und Binnengewässer, die verstärkte Bodenerosion, die Verschiebung von Anbauregionen, die Veränderung des Arten- und Sortenspektrums, Schäden an Ökosystemen wie Wäldern, Feuchtgebieten, Gebirgen oder Küsten sowie das Auftreten neuer Schädlinge und Pflanzenkrankheiten.

Die natürlichen Systeme und Ressourcen sind die Grundlagen der Fischerei, Land-, Forst- und Wasserwirtschaft sowie für viele Formen der menschlichen Erholung. Um negative Dominoeffekte auf die Wirtschaftssysteme und die Gesundheit der Menschen zu verhindern sowie nachhaltige Nutzungsformen zu

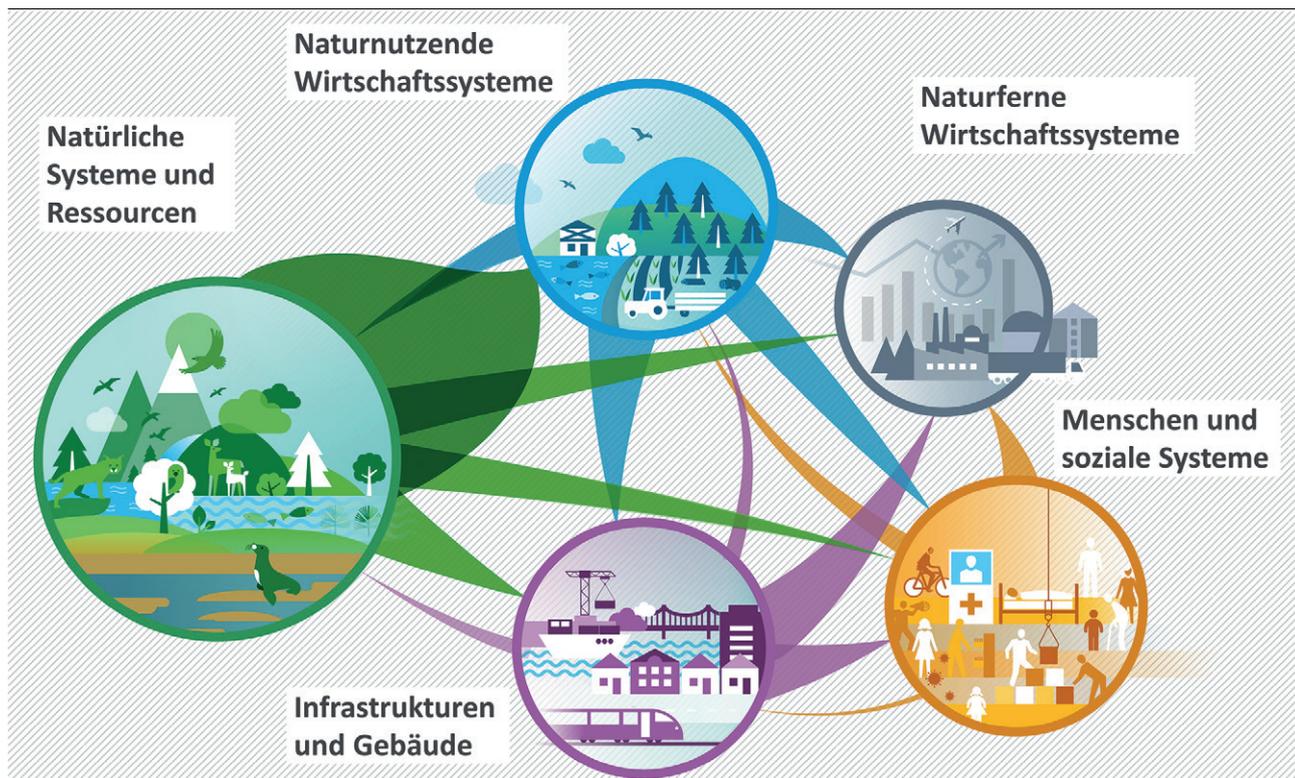
ermöglichen, ist der Schutz natürlicher Systeme und Ressourcen besonders wichtig.

Die menschliche Gesundheit kann zukünftig steigenden Hitzebelastungen, stärkeren UV-bedingten Gesundheitsschädigungen, wie Hautkrebs, sowie vermehrt allergischen Reaktionen durch Allergene, die durch die Luft übertragen werden, und weiteren Klimawirkungen ausgesetzt sein. Auch Gebäude und Infrastrukturen, wie Verkehrswege, sind von den Folgen des Klimawandels betroffen und können u.a. durch Flusshochwasser oder Starkregenereignisse beschädigt werden. Durch häufigere und längere Niedrigwasserereignisse kann die Schiffbarkeit von Wasserstraßen beeinträchtigt werden.

Im Falle eines starken Klimawandels weisen bis zur Mitte des Jahrhunderts ein Drittel aller Klimawirkungen ein hohes Klimarisiko auf. Bis zum Ende des Jahrhunderts steigen die Klimarisiken erheblich. Dann werden sogar mehr als die Hälfte aller in der KWRA 2021 untersuchten Klimawirkungen mit hohen Klimarisiken verbunden und damit sehr viele Bereiche unseres Lebens betroffen sein. Langfristig werden insbesondere alle Systeme in den Küstenregionen unter dem Meeresspiegelanstieg leiden. Aber auch transnationale Folgen des Klimawandels, beispielsweise infolge unterbrochener Lieferketten, werden an Bedeutung gewinnen und damit auch naturferne Wirtschaftssysteme stark beeinträchtigen.

Abbildung 3

Vom Klimawandel betroffene Systembereiche und Wirkbeziehungen



Die Größe der Kreise zeigt den Anteil an hoch bewerteten Klimarisiken an allen Klimawirkungen des Systembereiches. Die Dicke der Pfeile zeigt die Stärke der Auswirkungen eines Systems auf die anderen Systeme.

Quelle: eigene Darstellung, adelphi

Kernaussagen „Klimarisiken“

- ▶ Bereits zur Mitte des Jahrhunderts können die Klimarisiken erheblich sein, besonders wenn ein starker Klimawandel eintritt und keine Anpassungsmaßnahmen getroffen werden.
- ▶ Natürliche Systeme und Ressourcen sowie die naturnutzenden Wirtschaftssysteme können bereits zur Mitte des Jahrhunderts stark betroffen sein. Die Veränderungen der natürlichen Systeme und Ressourcen beeinflussen viele andere Systeme.
- ▶ Bis zum Ende des Jahrhunderts steigen bei einem starken Klimawandel die Klimarisiken erheblich. Dann können mehr als die Hälfte der untersuchten Klimawirkungen zu hohen Klimarisiken führen und damit viele Bereiche unseres Lebens betroffen sein.
- ▶ **Fazit: Besonders natürliche Systeme und Ressourcen sowie zukünftige Generationen sind vom Klimawandel bedroht. Der Schutz natürlicher Systeme und Ressourcen ist wichtig, um Dominoeffekte zu verhindern.**

Wie können wir die Risiken durch Anpassung reduzieren?

Viele Risiken des Klimawandels können durch Anpassungsmaßnahmen reduziert werden (siehe Tabelle 1). Jedoch haben gerade natürliche Systeme und Ressourcen, die besonders hohen Klimarisiken ausgesetzt sind, vergleichsweise geringe Anpassungspotenziale. Neben dem Klimaschutz ist daher die Reduzierung des Nutzungsdrucks und der Verschmutzung von natürlichen Systemen und Ressourcen eine wichtige Grundlage der Anpassung, z. B. durch mehr Schutzgebiete, eine nachhaltige Landnutzung und die Reduzierung der Versiegelung durch Siedlungs- und Verkehrsflächen. Zudem braucht es eine verstärkte Berücksichtigung des Klimawandels bei der Bewirtschaftung der natürlichen Ressourcen, beispielsweise wie beim Waldumbau hin zu standortgerechten, naturnahen Mischwäldern.

Im Falle eines schwächeren Klimawandels können viele Klimarisiken durch beschlossene und weiterreichende Maßnahmen deutlich reduziert werden. Im Falle eines starken Klimawandels können bei einigen Klimarisiken dennoch zusätzlich tiefgreifende, d. h. innovative und aus heutiger Sicht nicht umsetzungsfähige, Maßnahmen notwendig werden, da selbst eine weiterreichende Anpassung an ihre Grenzen stoßen kann.

Darüber hinaus gibt es Klimarisiken – beispielsweise die Auswirkungen des Klimawandels auf Gebirgsökosysteme –, bei denen Anpassung bereits in der Gegenwart und naher Zukunft an absolute Grenzen stößt und nur durch weltweiten Klimaschutz hohe Klimarisiken vermieden werden können.

Tabelle 1

Klimarisiken ohne und mit Anpassung im Falle eines schwächeren und eines starken Klimawandels für die 13 Handlungsfelder der DAS (Mitte des Jahrhunderts)

Handlungsfeld	Klimarisiken ohne Anpassung		Klimarisiken mit Anpassung mit beschlossenen Maßnahmen (APA III)		Klimarisiken mit Anpassung mit weiterreichender Anpassung	
	Schwächerer Klimawandel	Starker Klimawandel	Schwächerer Klimawandel	Starker Klimawandel	Schwächerer Klimawandel	Starker Klimawandel
	Biologische Vielfalt	mittel	hoch	gering-mittel	mittel	gering
Boden	gering-mittel	hoch	gering	mittel	gering	gering-mittel
Landwirtschaft	mittel	hoch	gering-mittel	hoch	gering	mittel
Wald und Forstwirtschaft	mittel	hoch	gering-mittel	hoch	gering	mittel
Fischerei	mittel	hoch	gering-mittel	mittel	gering	mittel
Küsten- und Meeresschutz	mittel	hoch	gering-mittel	mittel	gering	mittel
Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft	mittel	hoch	gering-mittel	mittel	gering	mittel
Bauwesen	mittel	mittel	gering-mittel	mittel	gering	gering-mittel
Energiewirtschaft	gering	gering	gering	gering	gering	gering
Verkehr, Verkehrsinfrastruktur	gering	mittel	gering	gering-mittel	gering	gering
Industrie und Gewerbe	gering	mittel	gering	mittel	gering	gering
Tourismuswirtschaft	gering	mittel	gering	mittel	gering	gering-mittel
Menschliche Gesundheit	mittel	hoch	gering	mittel	gering	mittel

Legende: gering (grün), gering-mittel (gelb), mittel (orange), mittel-hoch (rot), hoch (rot dunkel)

Die Bewertung der Klimarisiken erfolgte in 5 Stufen (gering, gering-mittel, mittel, mittel-hoch, hoch) durch Einschätzung von Experten und Expertinnen im Rahmen des Behördennetzwerks Klimawandel und Anpassung basierend auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen.

Quelle: eigene Darstellung, adelphi

Kernaussagen „Anpassungsoptionen“

- ▶ Viele Klimarisiken können insbesondere im Falle eines schwächeren Klimawandels durch Anpassungsmaßnahmen deutlich reduziert werden. Insbesondere die naturnutzenden Wirtschaftssysteme sollten ihre Ressourcen nachhaltig und klimaresilient nutzen.
- ▶ Bei einem starken Klimawandel sind teils hohe Risiken zu erwarten. Nur durch weiterreichende Maßnahmen können diese Risiken ausreichend abgeschwächt werden.
- ▶ Bei einigen Klimarisiken können der Wirksamkeit weiterreichender Maßnahmen Grenzen gesetzt sein. Hier scheint es notwendig, tiefgreifende Anpassungsmaßnahmen zu entwickeln.
- ▶ Auch in Deutschland bestehen absolute Grenzen der Anpassung, bei denen hohe Klimarisiken nur durch einen starken Klimaschutz vermieden werden können.
- ▶ **Fazit: Es bestehen in Deutschland (noch) viele Anpassungsoptionen. Bei einem starken Klimawandel werden vermehrt weitere, teils tiefgreifende Anpassungsmaßnahmen benötigt. Manche Klimarisiken lassen sich nur durch einen starken Klimaschutz vermeiden.**

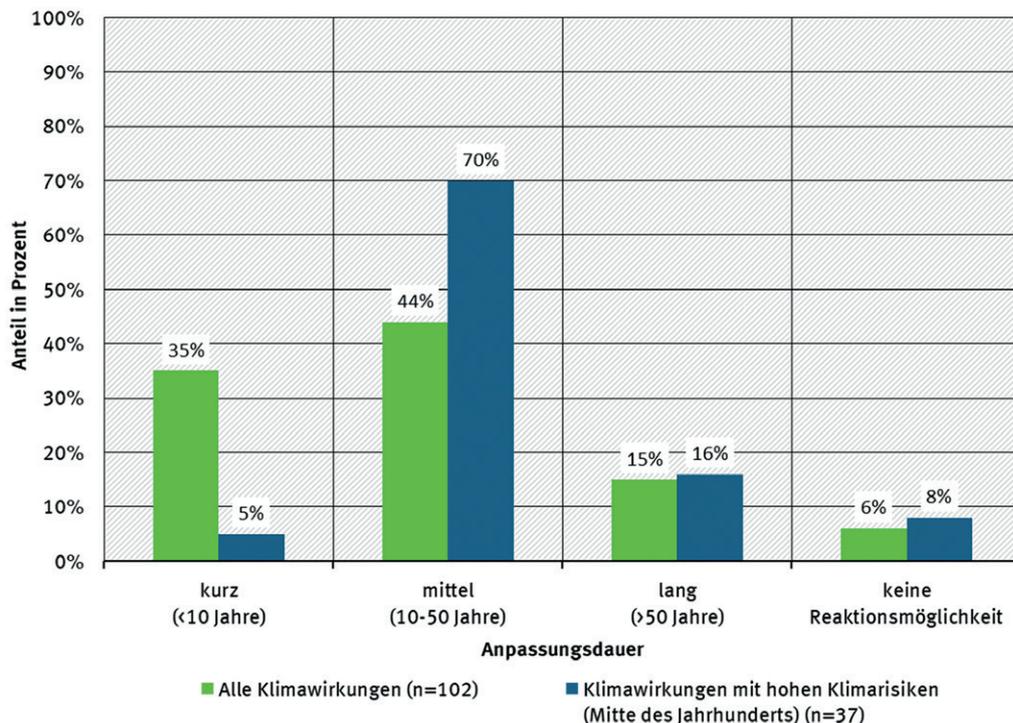
Wie lange haben wir noch Zeit zum Handeln?

Für eine wirksame Anpassung an die meisten Klimawirkungen wird sehr viel Zeit benötigt. Nur bei circa einem Drittel aller Klimawirkungen kann Anpassung in weniger als zehn Jahren wirksam werden, beispielsweise bei der Veränderung des touristischen Angebots einer Region oder bei der Sicherstellung

des Wasserbedarfs in der Industrie. Einige Maßnahmen benötigen sogar über 50 Jahre, um wirksam zu werden, wie etwa der Waldumbau in der Forstwirtschaft. Sollen Klimawirkungen mit hohen Klimarisiken gemildert werden, dann steigt die benötigte Anpassungsdauer, d. h. frühzeitiges Handeln ist hier besonders dringlich (siehe Abbildung 4).

Abbildung 4

Anpassungsdauer an die Klimawirkungen (prozentualer Anteil der Klimawirkungen mit kurzen, mittleren und langen Anpassungsdauern bzw. keinen Reaktionsmöglichkeiten für alle in der KWRA 2021 betrachteten Klimawirkungen (grün) und der Klimawirkungen mit hohem Klimarisiko (blau))



Quelle: eigene Darstellung, adelphi

Anhand der Kombination des Klimarisikos und der Anpassungsdauer wurden 31 Klimawirkungen identifiziert, bei denen sehr dringender Handlungsbedarf besteht (siehe Tabelle 2). Diese sehr dringenden Handlungsanforderungen sind von hoher Priorität für zukünftige Anpassungsstrategien und werden den folgenden vier zentralen Herausforderungen zugeordnet:

- ▶ Risiken durch Hitze für die Gesundheit, besonders in urbanen Räumen, beispielsweise in der Nähe von Rhein und Spree.
- ▶ Risiken durch Trockenheit und Niedrigwasser (häufig verbunden mit Hitze) für alle wassernut-

zenden und wasserabhängigen Systeme. Hier ist besonders der ländliche Raum, vorrangig in den trockenen Regionen im Osten und in der westlichen Mitte Deutschlands betroffen.

- ▶ Risiken durch Starkregen, Sturzfluten und Hochwasser für Infrastrukturen und Gebäude. Siedlungen in engen Tälern der Mittelgebirge weisen ein deutlich erhöhtes Risiko auf.
- ▶ Risiken durch den graduellen Temperaturanstieg, wie die Folgen des Meeresspiegelanstiegs, für natürliche und naturnutzende Systeme, besonders an den Küsten, in den Gewässern, im ländlichen Raum und im Gebirge.

Tabelle 2

Klimawirkungen mit sehr dringendem Handlungsbedarf

Handlungsfeld	Klimawirkung	Handlungsfeld	Klimawirkung	
Boden	Bodenerosion durch Wasser	Küsten- und Meeresschutz	Wasserqualität und Grundwasser- versalzung	
	Wassermangel im Boden		Naturräumliche Veränderungen an Küsten	
	Bodenerosion durch Wind		Beschädigung oder Zerstörung von Siedlung und Infrastruktur an der Küste	
	Produktionsfunktion		Überlastung der Entwässerungs- einrichtungen in überflutungs- gefährdeten Gebieten	
Biologische Vielfalt	Ausbreitung invasiver Arten	Fischerei	Verbreitung von Fischarten in Fließ- gewässern	
	Schäden an wassergebundenen Habitaten und Feuchtgebieten		Verkehr, Verkehrsinfrastruktur	Schiffbarkeit der Binnenschiff- fahrtsstraßen (Niedrigwasser)
	Schäden an Wäldern			Bauwesen
Landwirtschaft	Abiotischer Stress (Pflanzen)	Industrie und Gewerbe	Vegetation in Siedlungen	
	Ertragsausfälle		Stadtklima / Wärmeinseln	
Wald- und Forstwirtschaft	Hitze- und Trockenstress	Menschliche Gesundheit	Innenraumklima	
	Stress durch Schädlinge / Krank- heiten		Beeinträchtigung des Warenver- kehrs über Wasserstraßen (Inland)	
	Waldbrandrisiko		Hitzebelastung	
Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft	Nutzfunktion: Holzertrag	Menschliche Gesundheit	Allergische Reaktionen durch luftübertragende Allergene pflanz- licher Herkunft	
	Gewässertemperatur, Eisbede- ckung und biologische Gewässergüte		UV-bedingte Gesundheitsschädi- gungen (insb. Hautkrebs)	
	Belastung und Versagen von Hochwasserschutzsystemen			
	Sturzfluten und Entwässerung			
	Grundwasserquantität und -qualität			

Quelle: eigene Darstellung, adelphi

Kernaussagen „Dringlichkeit der Anpassung“

- ▶ Nur für circa ein Drittel aller betrachteten Klimawirkungen können Anpassungsmaßnahmen kurzfristig (in weniger als zehn Jahren) wirksam werden. Die meisten Maßnahmen benötigen deutlich länger, teilweise über 50 Jahre.
- ▶ Sofortiges Handeln ist vor allem bei hohen Klimarisiken notwendig. Dort liegt der Anteil der Klimawirkungen, für die Anpassungsmaßnahmen in weniger als zehn Jahren wirksam werden, nur bei fünf Prozent.
- ▶ Aus der Kombination der Anpassungsdauer und der Klimarisiken wurden 31 Klimawirkungen ermittelt, die sehr dringende Handlungserfordernisse aufweisen.
- ▶ **Fazit: Nur durch unverzügliches Handeln können viele hohe Klimarisiken wirksam vermindert werden. Viele Anpassungsmaßnahmen brauchen mehrere Jahrzehnte, um wirksam zu werden.**

3

**Schlussfolgerungen
aus der KWRA 2021
für zukünftiges
Anpassungshandeln**

Schlussfolgerungen aus der KWRA 2021 für zukünftiges Anpassungshandeln

Die Interministerielle Arbeitsgruppe „Anpassung an den Klimawandel“ (IMA-A) sieht in der KWRA 2021 eine wichtige Grundlage für die Weiterentwicklung der Deutschen Anpassungsstrategie, besonders der nächsten Aktionspläne der Bundesregierung. Die KWRA kann darüber hinaus viele weitere Akteure, insbesondere Entscheidungsträger auf Ebene der Länder und Kommunen, bei der Anpassung an den Klimawandel unterstützen. Sie bietet Informationen zur generellen Verwundbarkeit Deutschlands gegenüber dem Klimawandel. Die Methodik der KWRA 2021 kann als Vorlage für regionale und lokale Klimawirkungs- und Risikoanalysen dienen. Die IMA-A zieht aus den oben genannten Ergebnissen der KWRA 2021 folgende Schlussfolgerungen:

Es gibt eine Vielzahl an Klimarisiken, mit denen unsere Gesellschaft, Umwelt und Wirtschaft konfrontiert ist (siehe Tabelle 2). Die IMA-A leitet daraus folgende zentrale Herausforderungen für die Anpassung an den Klimawandel in Deutschland ab:

- 1. Klimarisiken durch Hitze und die Veränderung der natürlichen Systeme und Ressourcen** insbesondere für die menschliche Gesundheit.
- 2. Klimarisiken durch Trockenheit** (häufig verbunden mit Hitze), Niedrigwasser in Flüssen und Seen sowie Dürren, wie Wassermangel im Boden und Senkung des Grundwasserspiegels. Besonders betroffen sind alle wassernutzenden und wasserabhängigen Systeme, wie Ökosysteme, Wasser- und Landnutzungen.
- 3. Klimarisiken durch Starkregen, Hochwasser, Sturzfluten und Überschwemmungen**, besonders für standortabhängige Systeme, wie Böden, Infrastrukturen und Gebäude und damit auch das menschliche Wohlergehen.
- 4. Klimarisiken durch den graduellen Temperatur- und Meeresspiegelanstieg** besonders für natürliche und naturnutzende Systeme, die Artenzusammensetzung und Nahrungsbeziehungen, die Wasserqualität und den Küstenschutz.

Je nachdem wie stark die Klimarisiken durch Maßnahmen gesenkt werden können (siehe Tabelle 1), sind die genannten Herausforderungen durch die drei folgenden Handlungsansätze zu adressieren:

- a. Umsetzung von bekannten und beschlossenen Maßnahmen**, wenn durch diese Maßnahmen die absehbaren Klimarisiken ausreichend gesenkt werden können. Beispiele dafür sind die Auswirkungen von Niedrigwasser auf die Binnenschifffahrt oder von Hochwasser auf den Hochwasserschutz.
- b. Forschung zur Entwicklung sowie Verbreitung weiterreichender Maßnahmen**, wenn nur weitere Maßnahmen eine substanzielle Risikominderung erwarten lassen. Der Fall ist dies, beispielsweise bei den gesundheitlichen Auswirkungen von Hitze, den Auswirkungen von Trockenheit auf viele wassernutzende und -abhängige Systeme oder des graduellen Temperatur- und Meeresspiegelanstiegs auf viele natürliche und naturnutzende Systeme.
- c. Angewandte Forschung zur Vorbereitung von tiefgreifender Anpassung** als Bestandteil eines sozial-ökologischen Wandels, wenn die bekannten und weitere Maßnahmen die absehbaren Klimarisiken nicht ausreichend senken. Beispiele dafür sind die Auswirkungen von Trockenheit und Hitze auf Land- und Forstwirtschaft, von Starkregen und Sturzfluten auf Böden, urbane Räume und Entwässerungsanlagen oder des graduellen Temperaturanstiegs auf Artenzusammensetzung und Ökosysteme.

Um Klimarisiken auf ein akzeptables Niveau zu senken, sollten aus Sicht der IMA-A folgende Grundsätze für das Anpassungshandeln aller Akteure in Deutschland handlungsleitend sein:

- 1. Ambitionierten Klimaschutz als die zentrale Voraussetzung für eine erfolgreiche Anpassung an den Klimawandel vorantreiben.**

Die Anpassung an den Klimawandel ist umso effektiver, je erfolgreicher Klimaschutz weltweit betrieben wird. Bei der Planung und Umsetzung einzelner Maßnahmen des Klimaschutzes und der Anpassung sind Zielkonflikte, Synergien und Wechselwirkungen zwischen diesen Maßnahmen zu berücksichtigen, damit sie sich nicht nachteilig beeinflussen (z. B. Photovoltaik auf Gründächern).
- 2. Natürliche Systeme und Ressourcen von anthropogener Verschmutzung und Übernutzung entlasten,** um deren Anpassungsfähigkeiten zu stärken, z. B. durch die Verringerung von Schadstoffeinträgen in Gewässer und Böden. Der Schutz natürlicher Systeme kann dazu beitragen, negative Dominoeffekte zu verhindern und nachhaltige Nutzungsformen zu ermöglichen.
- 3. Risiken durch den Klimawandel bei zukunftsweisenden Entscheidungen berücksichtigen.**

Die Folgen des Klimawandels werden immer deutlicher – sie betreffen fast alle Lebensbereiche. Für eine erfolgreiche Vorsorge wird daher die Berücksichtigung der Risiken des Klimawandels, wie sie auch in der KWRA 2021 identifiziert wurden, auf den Ebenen des Bundes, der Länder und Kommunen bei relevanten Planungs- und Entscheidungsprozessen benötigt. Beispiele dafür sind die Instandhaltung und der Ausbau von Infrastrukturen.
- 4. Anpassung an den Klimawandel als Chance für Nachhaltigkeit nutzen und Krisenfestigkeit (Resilienz) stärken.** Das bedeutet: Vor allem naturstärkende und sozialgerechte Maßnahmen verstärkt umsetzen, z. B. durch Anwendung von Prinzipien der ökologischen Landwirtschaft, wie der Humuswirtschaft und weiterer nachhaltiger Bodenbewirtschaftungsformen. Darüber hinaus, weitere, teils tiefgreifende Anpassungsmaßnahmen vorbereiten.
- 5. Anpassungsmaßnahmen angesichts des gestiegenen und weiterhin steigenden Handlungsdrucks verstärkt und zügig umsetzen,** um die Risiken vor allem für künftige Generationen zu vermeiden oder zu verringern. Dabei müssen die teilweise sehr langen Zeiträume für die Umsetzung (teils über 50 Jahre) berücksichtigt werden. Hierfür soll auf allen Ebenen ein verlässlicher finanzieller und gesetzlicher Rahmen geschaffen und entsprechende Kapazitäten bereitgestellt werden.
- 6. Grundsätzlich die Anpassung an den Klimawandel entsprechend der Dringlichkeit der Handlungserfordernisse laut KWRA 2021 vorantreiben.** In der KWRA wurden 31 Klimawirkungen mit sehr dringenden Handlungserfordernissen und 23 mit dringenden Handlungserfordernissen identifiziert. Besonders dringend sollte dort gehandelt werden, wo viele Kaskadeneffekte ausgelöst werden können, bereits heute hohe Klimarisiken bestehen oder wo hohe Klimarisiken erwartet werden, aber die Anpassung sehr viel Zeit bis zur Entfaltung ihrer Wirkung benötigt.

Die IMA-A wird auf Grundlage dieser Schlussfolgerungen die Anpassung an den Klimawandel in Deutschland gemeinsam weiterentwickeln. Hierfür wird sie die Umsetzung von bekannten Anpassungsmaßnahmen sowie die Forschung zu weiteren, auch tiefgreifenden Maßnahmen verstärken.



► **Unsere Broschüren als Download**
Kurzlink: bit.ly/2dowYYI

 www.facebook.com/umweltbundesamt.de
 www.twitter.com/umweltbundesamt
 www.youtube.com/user/umweltbundesamt
 www.instagram.com/umweltbundesamt/