

Anhang 1: Ausführliche Clusterpapiere der Ressorts

Inhalt

1. Messbare Ziele der Klimaanpassung im Cluster „Infrastruktur“	118
2. Messbare Ziele der Klimaanpassung im Cluster „Land und Landnutzung“	149
3. Messbare Ziele der Klimaanpassung im Cluster „menschliche Gesundheit und Pflege“	182
4. Messbare Ziele der Klimaanpassung im Cluster „Stadtentwicklung, Raumplanung und Bevölkerungsschutz“	196
5. Messbare Ziele der Klimaanpassung im Cluster „Wasser“	223
6. Messbare Ziele der Klimaanpassung im Cluster „Wirtschaft“	244
7. Messbare Ziele der Klimaanpassung im Cluster „übergreifende Handlungsfelder“	252

Messbare Ziele der Klimaanpassung im Cluster „Infrastruktur“

Clusterverantwortliches Ressort: BMDV

Betroffene und beteiligte Ressorts: BMWK, BMWSB, BMBF, BMAS, BMUV

Im Cluster „Infrastruktur“, für welchen gesamtheitlich federführend das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) zuständig ist, werden **drei Handlungsfelder** hinsichtlich der Anpassung an die Folgen des Klimawandels in Deutschland adressiert:

1. Verkehr, Verkehrsinfrastruktur (FF BMDV),
2. Energiewirtschaft (FF BMWK),
3. Gebäude, vormals Bauwesen (FF BMWSB).

Die Erarbeitung messbarer Ziele für das **Handlungsfeld „Energiewirtschaft“** kann vom federführend zuständigen Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) auf Grund übergeordneter Herausforderungen der Beschleunigung des Ausbaus der Erneuerbaren Energien und der Sicherstellung der Energieversorgung vor dem Hintergrund der Energiekrise in Folge des russischen Angriffskrieges auf die Ukraine, mit den aktuell verfügbaren Ressourcen nicht gewährleistet werden. Das Handlungsfeld „Energiewirtschaft“ kann darum erst bei kommenden Fortschreibungen der Strategie Berücksichtigung finden. Unter Berücksichtigung der gemäß Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland (KWRA 2021) auf mittlere Sicht festgestellten, vergleichsweise geringen Risikoneigung des Handlungsfeldes, erscheint dieses Vorgehen aus Sicht des BMWK vertretbar. Entsprechend wird dieses Handlungsfeld in diesem Bericht nicht betrachtet.

1. Signifikante Klimarisiken im Cluster mit den Handlungsfeldern „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“ sowie „Gebäude“

Handlungsfeld „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“:

Das Handlungsfeld „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“ ist auf vielfältige Weise von den Folgen des Klimawandels betroffen. Wirkungszusammenhänge ergeben sich direkt aus meteorologischen Extremen (z. B. Hitze, Stürme) oder infolge hydrologischer (z. B. Hochwasser, Niedrigwasser, Sturzfluten) oder maritimer Extreme (z. B. Sturmfluten, Extremwellen). Auch der Meeresspiegelanstieg mit seinen Auswirkungen u. a. auf Seehäfen oder die Seeschifffahrt wird zukünftig an Bedeutung gewinnen. Aufgrund der Vielzahl der Wirkungszusammenhänge und der Spezifika der unterschiedlichen Verkehrsträger sind die Ressorts im Rahmen des "Ziele-Prozesses" aufgerufen, nach o. g. Kriterien **prioritäre Bereiche** zu identifizieren, die in den ersten Zyklus des Zieleprozesses einfließen sollen. Gleichzeitig werden die in diesem Zyklus nicht priorisierten Bereiche weiter vorangebracht (z.B. durch die Nationale Hafenstrategie bzgl. der Anpassung von Häfen).

Die prioritären Bereiche des aktuellen Zyklus sind

(a) die **Schiffbarkeit der Binnenschiffahrtsstraßen bei Niedrigwasser**. Diesem Wirkungszusammenhang wurde im Handlungsfeld „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“ der KWRA 2021 "sehr dringendem Handlungsbedarf" zugeordnet. Weitere Ausführungen finden sich nachfolgend als "wasserstraßengebundenes Ziel", sowie

(b) **Schäden und Störungen im Straßen- und Schienenverkehr, die auf wetter- und witterungsbedingte Einflüsse zurückzuführen** sind. Hier wurde in der KWRA 2021 bezüglich verschiedener Wirkungszusammenhänge (z. B. Hochwasser, gravitative Massenbewegungen) "dringender Handlungsbedarf" gesehen.

Weitere Wirkungszusammenhänge (z. B. Hochwasser/Binnenschifffahrt, Meeresspiegel/Sturmfluten-Seeschifffahrt) werden parallel zum Zieleprozess in bestehenden Strukturen bereits aktuell bearbeitet und könnten in einem späteren Zyklus auch in den Zieleprozess einfließen. Es ist vorgesehen, dass die Klimaanpassungsstrategie alle vier Jahre unter Berücksichtigung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse fortgeschrieben wird.

Die Wirkungsketten, die das Handlungsfeld „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“ betreffen, sind auch viele **weitere Handlungsfelder** relevant. Deutlich wird dies z. B. in Bezug auf die Wirkungen, die die Größe "Wasser" einbeziehen (Niedrigwasser, Dürre, Hochwasser, Sturzfluten, Sturmfluten). Hieraus leiten sich mögliche Synergien aber auch die Notwendigkeit der Zusammenarbeit mindestens mit den **Clustern "Wasser" sowie "Land und Landnutzung"** ab. Weitere mögliche Schnittpunkte werden in Bezug auf Datengrundlagen und Zielerreichung (z. B. Wassermanagement in Dürrephasen) gesehen. Hinsichtlich der notwendigen Forschung, aber auch in Bezug auf die Informationssysteme/Datenportale ergeben sich Schnittpunkte mit dem **Cluster "Übergreifendes"**.

Im Hinblick auf das Handlungsfeld „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“ (FF BMDV) kann bereits auf eine Vielzahl von **bestehenden Strategien, Maßnahmen und Instrumenten** verwiesen werden. Diese umfassen u. a. den Masterplan Binnenschifffahrt 2019, den Aktionsplan Niedrigwasser Rhein 2019, aber auch die aktuelle Entwicklung einer Nationalen Hafenstrategie. Der Ende 2020 etablierte DAS-Basisdienst „Klima und Wasser“ stellt regelmäßig aktualisierte Daten- und Entscheidungsgrundlagen zur Deckung wiederkehrender Informationsbedarfe für Klimawirkungsanalysen auf Basis konsolidierter Methoden der Wissenschaft mit bundesweit einheitlichen Vorgehensweisen bereit. Im BMDV-Expertenetzwerk sind sieben nachgeordnete Bundesbehörden des BMDV anerkannte Partner im Bereich Forschung und Entwicklung. Im Themenfeld „Klimawandelfolgen und Anpassung“ wird hier verkehrsträgerübergreifend an praxisrelevanten Forschungsthemen gearbeitet.

Die vorsorgende Anpassungsstrategie und die darin genannten Maßnahmen können zu einer Weiterentwicklung bestehender Verfahren und Methoden der Verkehrsinfrastrukturplanung und somit zur verbesserten Berücksichtigung hinsichtlich der Resilienz von Verkehrsinfrastruktur gegenüber Klimawirkungen beitragen. Die Verpflichtung, für die Bundeswasserstraßen, das „gute ökologische Potenzial“ gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie¹ zu erreichen, gilt unverändert. Ziel der Strategie ist es, die Resilienz – hier: des Verkehrssystems – gegenüber den Folgen des Klimawandels zu erhöhen, unter Berücksichtigung weiterer, verknüpfter Wirkungszusammenhänge.

Handlungsfeld „Gebäude“ (vormals „Bauwesen“):

Im Fokus stehen Wohn- und Nichtwohngebäude und deren Liegenschaften bzw. Freiflächen zum Aufenthalt von und zur Nutzung durch Menschen (keine Bauwerke der Infrastruktur wie Strommasten, o.ä.), ohne hierbei auf bestimmte Eigentums- oder Betreiberstrukturen einzugehen². Daher wurde es im Einklang mit dem Bundes-Klimaanpassungsgesetz (KAnG) in Handlungsfeld „Gebäude“ umbenannt. Aufgrund der engen Wechselwirkung zwischen Gebäuden, Liegenschaften und der Umgebung (Quartier) sowie dem teilweise obliegenden Wechsel der Planungsinstrumente liegt auch hierin ein besonderer Fokus diese im Sinne der Klimaanpassung positiv zu beeinflussen. Grundsätzlich widerstehen Gebäude den natürlichen Einwirkungen für die sie ausgelegt sind,

¹ Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik

² Darüber hinaus werden keine Gebäudetypen, Funktionen oder Nutzungen von den aufgeführten Zielen ausgeschlossen oder besonders hervorgehoben. Somit werden in dieser Strategie zunächst alle Gebäude betrachtet und berücksichtigt, unabhängig von ihrer konstruktiven Bauart und ihrer privaten oder öffentlichen Funktion und Nutzung zum Wohnen, Handel, Gewerbe und Dienstleistung, für Erziehung, Bildung, Wissenschaft und Forschung, für soziale, medizinische, kulturelle und / oder sportliche Zwecke u.a. sowie deren öffentlich-rechtlichen Status bspw. als Baudenkmal o.ä..

schützen das in ihnen gelagerte Gut und die verbauten Einrichtungen oder gewährleisten für die sich dort aufhaltenden Nutzenden einen ausreichenden Komfort. Durch eine **intensive Urbanisierung** einerseits (Verdichtung, Versiegelung, Nutzung topographisch ungünstiger Lagen etc.) in Verbindung mit eingetretenen bzw. weiter zu erwartenden **Änderungen des Klimas** mit verstärkten Ausprägungen der natürlichen Einwirkungen und Effekten (Sturm, Hagel, Starkregen, Hochwasser, Hitze, Dürre, Trockenheit, Wärmeinseln u.a.) können diese, ohne Anpassung der baulichen Strukturen und Planungsgrundlagen, das Klimarisiko weiter verschärfen. Die bisherigen Untersuchungen zeigen, dass diese Ausprägungen regional und teilweise lokal unterschiedlich stark wirken. Es gibt jedoch einen generellen Trend hinsichtlich einer Zunahme von extremen Wetterereignissen mit erheblichem Schadenpotential.

Bei nicht ausreichender bautechnischer Konstitution können diese Einwirkungen **Gebäude schädigen** und / oder die dort befindlichen Güter sowie insbesondere die sich dort aufhaltenden **Nutzenden gefährden**. Ohne Berücksichtigung einer erforderlichen individuellen Anpassung der baulichen Strukturen kann sich die Aufenthaltsqualität von Gebäuden und Liegenschaften bzw. Freiflächen deutlich reduzieren. Risiken für Schäden an Gebäuden und Liegenschaften oder Gefahren für die Nutzenden können sich verstärken. Bei allen Überlegungen zur bautechnischen Vorsorge und Prävention gegen sich verstärkende Einwirkungen durch den fortschreitenden Klimawandel dürfen die Betrachtung der Wirtschaftlichkeit und die Begrenzung der zuletzt stark gestiegenen Baukosten und des Verwaltungsaufwandes nicht außer Blick geraten³. Hierbei sind künftig auch Aspekte zu berücksichtigen, die einen baulichen Vorsorgeaufwand ins Verhältnis zu möglichen (ersparten) Schadenskosten setzen.

2. Ziele, Indikatoren und Maßnahmen/Instrumente in den Handlungsfeldern „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“ und „Gebäude“

Ziel I-1 für den wasserstraßengebundenen Verkehr im Handlungsfeld „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“: „Transport- und Logistikbedingungen im Bereich der Bundeswasserstraßen bei Niedrigwasser optimieren.“

Im Handlungsfeld „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“ wird für die Entwicklung messbarer Ziele folgende übergeordnete Zielsetzung als wesentlicher Bereich festgelegt: Verkehrssysteme resilienter gegenüber den Folgen des Klimawandels zu gestalten. Diese Zielsetzung gilt es, mit zwei messbaren Zielen (Ziel I-1 für den wasserstraßengebundenen Verkehr und Ziel I-2. für den landgebundenen Verkehr) und klar definierten Indikatoren zu konkretisieren sowie mit Maßnahmen bzw. Instrumenten zu unterlegen. Die Ausführungen dieses Abschnitts beziehen sich auf das Ziel für den wasserstraßengebundenen Verkehr; zum Ziel für den landgebundenen Verkehr siehe Ziel I-2.

Ziel ist es, die Transport- und Logistikbedingungen im Bereich der Bundeswasserstraßen zur Versorgungssicherheit von Bevölkerung und Industrie unter den infolge des Klimawandels voraussichtlich intensiver, häufiger und länger auftretenden Niedrigwasserereignissen durch Maßnahmen wie verbesserte Informationen und Vorhersagen, verlässlichere Infrastruktur und angepasste Verfügbarkeit niedrigwasseroptimierter Schiffstypen sowie verbesserte Logistik- und Transportkonzepte (einschließlich intermodaler Ansätze) zu sichern und nach Möglichkeit zu optimieren. Dies soll mit einer widerstandsfähigeren und unter Extrembedingungen dauerhafter nutzbaren Wasserstraßeninfrastruktur unterstützt werden.

³ Hier wird auf den am 06. November 2023 beschlossenen Bund-Länder-Pakt für Planungs-, Genehmigungs- und Umsetzungsbeschleunigung verwiesen.

In der **KWRA 2021** wird das Handlungserfordernis für die Klimawirkung „Schiffbarkeit der Binnenschiffahrtsstraßen (Niedrigwasser)“ als sehr dringend eingestuft, da bereits für die Mitte des Jahrhunderts im pessimistischen Fall das Klimarisiko als "hoch" bewertet wurde und viele Anpassungsmaßnahmen einen deutlichen zeitlichen Vorlauf benötigen.

Hintergrund:

Die hydrologischen Rahmenbedingungen sind entscheidend für die Verkehrsfunktion vieler Bundeswasserstraßen in Deutschland. Der Grad, in dem hydrologische Rahmenbedingungen die Verkehrsfunktion beeinflussen, variiert regional und zeitlich, auch als Folge der Auswirkungen des Klimawandels. Deutschland verfügt im Vergleich zu anderen Ländern über ein relativ hohes Wasserdargebot und Bedingungen, die Schifffahrt im Grundsatz ganzjährig möglich macht. In hydrologischen Extremsituationen wird die Verkehrsfunktion jedoch beeinträchtigt. Einzelne Extreme können unabhängig von Klimawandel zu allen Zeiten auftreten, sie sind Bestandteil der natürlichen Variabilität. Forschungsergebnisse zeigen jedoch auf, dass Niedrigwassersituationen an Binnenschiffahrtsstraßen unter den Rahmenbedingungen des Klimawandels häufiger und intensiver werden (siehe Ergebnisse des BMDV-Forschungsprogramms KLIWAS⁴ und des BMDV-Expertennetzwerks⁵).

Die Bundeswasserstraßen und das Gesamtsystem Hafen-Schiff-Wasserstraße können entscheidend dazu beitragen, bei steigendem Gütertransportaufkommen Straßen zu entlasten. Sie sind aufgrund der vergleichsweise geringen Emissionen ein wichtiger Baustein einer klimafreundlichen und nachhaltigen Mobilität. Zudem ist das Binnenschiff für viele Massengüter, d.h. besonders große Ladungsmengen oder -abmessungen, oft die günstigste beziehungsweise einzige Transportmöglichkeit.

Die Bundeswasserstraßen gliedern sich in künstliche Wasserstraßen (Kanäle) sowie staugeregelte und frei fließende Wasserstraßen sowie Seewasserstraßen. Sensitiv gegenüber den wasserhaushaltsbezogenen Auswirkungen des Klimawandels sind die Ströme, die großen frei fließenden Binnenwasserstraßen. In Zeiten sehr knapper Wasserressourcen können auch die Interdependenzen zwischen frei fließenden und staugeregelten Abschnitten sowie der Kanalbewirtschaftung in den Fokus treten. Im besonderen Fokus steht der Rhein, der mit Abstand die wichtigste und verkehrsreichste Binnenschiffahrtsstraße in Europa darstellt und in dessen Einzugsgebiet eine hohe Industriedichte besteht. Das Güteraufkommen auf dem Nieder- und Mittelrhein ist besonders hoch, jedoch sind auch andere Bundeswasserstraßenabschnitte und Wasserstraßengebiete von hoher wirtschaftlicher Relevanz.

Auswahl an Maßnahmen zur Erreichung der Ziele:

Die systematische Berücksichtigung des Klimawandels bei der Maßnahmenplanung an Bundeswasserstraßen ist fortgeschritten. Unter anderem sieht der Aktionsplan Anpassung III im Rahmen des DAS-Fortschrittsberichtes 2020 (APA III) bereits verschiedene Maßnahmen vor, die zur Anpassung des Verkehrssystems an die Folgen von Niedrigwasserereignissen beitragen. Auf dieser Grundlage wurde die nachfolgende Auswahl an Maßnahmen zur Erreichung der Ziele zusammengestellt. Einige der genannten Maßnahmen sind bereits in anderen Zusammenhängen hinterlegt (z. B. im Bundesverkehrswegeplan 2030). Nicht alle Maßnahmen sind in allen

⁴ https://doi.bafg.de/KLIWAS/2014/Kliwas_43_2014_4.01.pdf

⁵ <https://doi.org/10.5675/ExpNNE2020.2020.07>

Wasserstraßenrevieren gleich wirkungsvoll und umsetzbar. Hier sind einzugsgebiets- und streckenbezogene Rahmenbedingungen, aber auch die jeweilige Kritikalität des Transportausfalls zu berücksichtigen (bspw. hinsichtlich der Beeinträchtigung der Versorgungssicherheit der Industrie und der Bevölkerung). Daher ist über revierspezifische Maßnahmenkonstellationen zu entscheiden.

- Umsetzung des Aktionsplans „Niedrigwasser Rhein“: Hierbei handelt es sich um ein Bündel von insgesamt acht Maßnahmen, die darauf zielen zuverlässig kalkulierbare Transportbedingungen am Rhein auch bei einer Häufung extremer Niedrigwasserereignisse sicherzustellen. Die Maßnahmen beziehen sich auf die Aspekte „Informationsbereitstellung“ (z. B. Vorhersagedienste, Klimadatendienste), „Transport und Logistik“ (z. B. Schiffstechnik) und „Infrastruktur“ (z. B. Engpassbeseitigungen) sowie weitere eher „Langfristige Lösungsansätze“ (z. B. wasserbauliche und wasserwirtschaftliche Optionen). Ausgewählte Maßnahmen sind untenstehend weiter ausgeführt.
Die Maßnahmen tragen dazu bei, den klimawandelbedingten Herausforderungen für die Industriestandorte am Rhein und seinen Nebenflüssen zu begegnen. Es ergeben sich aufgrund des generellen Niedrigwasserbezugs Synergien mit anderen Handlungsfeldern und Clustern (u. a. Wasserhaushalt/-wirtschaft).
Einige der im Aktionsplan genannten Maßnahmen sind nicht nur auf den Rhein, sondern auch auf andere Wasserstraßen (z. B. Donau, Elbe) anwendbar bzw. werden dort schon angewendet. Diese Maßnahmen werden in den folgenden Punkten gesondert aufgeführt.
- Bereitstellung und Weiterentwicklung operationeller Niedrig-/Mittelwasservorhersagen für ausgewählte Wasserstraßen: Für mehr Planungssicherheit der Binnenschifffahrt und Wirtschaft ist die frühzeitige Kenntnis der auftretenden Wasserstandsverhältnisse von Bedeutung. Nur so können vorbereitende Maßnahmen in Bezug auf Schiffstransport und die Unternehmenslogistik rechtzeitig vorgenommen werden. Die Weiterentwicklung bezieht sich auf eine verbesserte Risikobewertung durch probabilistische Vorhersageprodukte (Wahrscheinlichkeitsaussagen) und eine Verlängerung der Vorhersagezeiten. Die unterschiedlichen Vorhersagezeiträume bedienen die Bedarfe des transportierenden Gewerbes auf unterschiedliche Weise. Während Vorhersagen bis zu einer Woche eine genauere Planung konkreter Transporte (Ladungsmengen) erleichtern, adressieren mehrwöchige Vorhersagen die erweiterte Logistikplanung (Lagerhaltung, Zusammensetzung der Fahrzeuge der Flotte). Die strategische Netz- und Verkehrsplanung profitiert von noch weiter in die Zukunft reichenden Daten, die in den Klimadatendiensten angeboten werden (s.u. DAS-Basisdienst "Klima und Wasser").
Die genannten Vorhersagesysteme und diesbezügliche Entwicklungsmaßnahmen bieten Synergiepotential mit weiteren Clustern (z. B. Wasserhaushalt/Wasserwirtschaft), da Wasser(mengen)informationen eine zentrale Größe in vielen Wirkungsketten sind.
- DAS-Basisdienst „Klima und Wasser“: Als qualitätsgesicherte Informations- und Datenbasis zum Klimawandel und dessen Auswirkungen wurde im Kontext der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) der operative DAS-Basisdienst „Klima und Wasser“ ins Leben gerufen. Die Entwicklung wurde durch die BMDV-Ressortforschung (z. B. Expertennetzwerk) unterstützt. Der Dienst ist bei den BMDV-Oberbehörden (DWD, BfG, BSH, BAW) installiert.
Die Leistungen des DAS-Basisdienst „Klima und Wasser“ sind kostenfrei und für Maßnahmenplanungen und Investitionsentscheidungen von hoher Relevanz. Beispielweise können die Auswirkungen des Klimawandels ortsgenau und mit den für den jeweiligen Planungsvorgang passenden Kennwerten abgefragt werden. Dieses niederschwellige Angebot wird z. B. in der Planungspraxis der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV) bereits konkret eingesetzt (s. Maßnahme "WSV-Klimaanpassung"). Darüber hinaus liefert

der Dienst zentrale Daten und Beratung z. B. für die Klimawirkungsanalysen des Bundes, u. a. zu den meteorologischen, hydrologischen und ozeanographischen Folgen des Klimawandels.

- Bereitstellung aktueller Tiefeninformationen für die Schiffsführung für ausgewählte Wasserstraßen: Um der Schiffsführung eine bessere Ausnutzung der vorhandenen Fahrinnentiefen zu ermöglichen, wird die Bereitstellung von aktuellen Tiefeninformationen in der elektronischen Binnenschiffahrtkarte (Inland ECDIS) vorangetrieben.
- Anpassung der Transportkonzepte/Optimierung der Transport- und Ladungsgefäße: Neben der Ausschöpfung von Verlagerungsmöglichkeiten während extremer Niedrigwasserperioden sowie der Schaffung und Ausschöpfung von Lager- und Ladungskapazitäten können auch Entwicklung und Verfügbarkeit niedrigwasseroptimierter Schiffstypen, die Anpassung der Transportkonzepte (inkl. einer angepassten Vertragsgestaltung) sowie die Digitalisierung der Schifffahrt Ansätze für eine Optimierung bei extremem Niedrigwasser und die Sicherung von Transportkapazitäten bieten. Umzusetzen sind solche Maßnahmen durch die Unternehmen. Das BMDV unterstützt entsprechende Überlegungen und Diskussionen u. a. im Kontext der Zusammenarbeit im "Aktionsplan Niedrigwasser" (s. o.). Dabei werden auch denkbare Koordinierungen zum verkehrsträgerübergreifenden Gütertransport bei Extremniedrigwassersituationen und im Krisenfall thematisiert.
Der niedrigwasseroptimierte Umbau im Bereich der Bestandsflotte wird durch das BMDV-Förderprogramm zur nachhaltigen Modernisierung von Binnenschiffen unterstützt. Förderfähig sind Maßnahmen, die auf die Verminderung des Tiefgangs abzielen und damit zu einer größeren Einsatzfähigkeit bei Niedrigwasser führen.
Zusätzlich könnte zukünftig mit der Verbesserung digitaler Leitsysteme für die Schifffahrt z. B. die Fahrinne flexibilisiert werden und die verfügbare Tiefe damit auch bei geringen Abflüssen besser ausgenutzt werden.
- Engpassbeseitigungen an ausgewählten Wasserstraßen (insbesondere Rhein) fortführen sowie innovative wasserbauliche und wasserwirtschaftliche Lösungsansätze weiterverfolgen: Transportengpässe treten auch im Niedrigwasserfall nicht in allen Wasserstraßenabschnitten gleichermaßen auf. Besonders relevant sind lokal begrenzte Engpässe, die unter Berücksichtigung der ökologischen Anforderungen des Gewässers und der angrenzenden Lebensräume mit flussbaulichen Maßnahmen (z. B. wasserspiegelstützende Maßnahmen) entschärft werden können. Entsprechende im Bedarfsplan für die Bundeswasserstraßen enthaltene Maßnahmen tragen dazu bei, nicht nur die Binnenschiffahrt in ihrer Wettbewerbsfähigkeit zu stärken, sondern auch die Resilienz gegenüber den Folgen des Klimawandels und den damit einhergehenden ausgeprägteren Niedrigwasserperioden zu erhöhen. Grundsätzlich einzubeziehen sind dabei die „Rahmenbedingungen“, die sich aus bestehenden Konzepten (z. B. Gesamtkonzept Elbe) und Strategien ergeben (siehe auch Kapitel 4). Neben der Umsetzung konventioneller Maßnahmen sind des Weiteren innovative, integrative wasserbauliche und wasserwirtschaftliche Lösungsansätze sowie überregionale abgestimmte Konzepte weiterzuverfolgen. So können z. B. wasserwirtschaftliche Maßnahmen Niedrigwasserextreme teilweise dämpfen und damit zu einer Entschärfung von Extremsituationen beitragen.
- Beiträge zu einem niedrigwasser-/dürreorientierten Wasserressourcenmanagement: Zur Vorbereitung auf Zeiten knapper Abflüsse ist eine Prüfung und ggf. Anpassung des Wasserressourcenmanagements notwendig (s.a. Nationale Wasserstrategie). Wie in anderen Handlungsfelder auch, wirken sich Maßnahmen, die die Wasserknappheit in

Niedrigwasserjahreszeiten (Sommer/Herbst) im Allgemeinen lindern, auch auf die Wasserstraßen aus. Ferner wird aus einigen Wasserstraßen (Kanälen) Wasser für nicht-verkehrliche Nutzungen entnommen.

Zur Prüfung der Synergiepotentiale und Steuermöglichkeiten bzgl. der Wasserressourcen sind quantitative Daten und geeignete Modelle erforderlich. Hierzu erfolgt eine enge Kooperation und Abstimmung mit den Ländern.

Fortführung des Prozesses „WSV Klimaanpassung“: Im Zuständigkeitsbereich der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV) werden bereits Schritte unternommen, um die Folgen des Klimawandels systematisch in die Planungsprozesse zu integrieren. Hierzu werden die Daten des DAS-Basisdienstes "Klima und Wasser" des BMDV genutzt, um in standort- und maßnahmenbezogene Klimaänderungsfaktoren in den laufenden Maßnahmenplanungen zu berücksichtigen. Der Prozess ist sehr einfach zugänglich und nutzt Automatisierungsmöglichkeiten in der Informationsbreitstellung und -verarbeitung. Der Faktor "Klimawandel" soll mit möglichst geringem bürokratischem Aufwand in bestehende Planungsprozesse einbezogen werden können.

- Intensivierung der klimafolgenbezogenen Ressortforschungsprogramme des BMDV: Spezifische, auf einzelne Handlungsfelder, Regionen, Verkehrsnetze und Objekte bezogene Klimawirkungsanalysen sind eine wichtige Entscheidungsgrundlage. Dabei ist das methodische Rüstzeug aktuell zu halten und weiterzuentwickeln. Diese Aufgabe erfüllt die Ressortforschung, insbesondere das verkehrsträgerübergreifende BMDV-Expertennetzwerk.

Das BMDV-Expertennetzwerk widmet sich in Themenfeld 1 der Aufgabe „Verkehr und Infrastruktur an Klimawandel und extreme Wetterereignisse anpassen“, und erarbeitet Grundlagen für den wasser- und landgebundenen Verkehr, die zukünftig auch zur Erreichung obiger Ziele beitragen sollen.

Im Rahmen von Themenfeld 1 werden u. a. exemplarische Klimawirkungsanalysen für die Verkehrsträger Straße, Schiene und Wasserstraße methodisch erarbeitet und durchgeführt. Die Systematik der Klimawirkungsanalyse erlaubt regional differenzierte Aussagen zu Art, Grad und Bedeutung des Einflusses verschiedener Klimawirkungen (darunter Hoch- und Niedrigwasser) auf die Verkehrsnetze von Wasserstraße, Schiene und Straße unter Berücksichtigung der Infrastruktureigenschaften und Verkehrsleistung. Dabei können sowohl beobachtete vergangene als auch projizierte zukünftige Klimabedingungen zugrunde gelegt werden. Die Erkenntnisse fließen auch in Projekte ein, die sich mit den Themen "Resilienz" und "Resilienzmanagement" befassen. Hieran ist auch das Themenfeld 3 "Zuverlässige Verkehrsinfrastruktur" beteiligt, das ferner den Zustand von Infrastrukturbauwerken einbezieht.

Indikatoren:

Ausgedehnte Niedrigwasserphasen haben in den zurückliegenden Jahren die Schifffahrt auf den Binnenschifffahrtsstraßen immer wieder deutlich eingeschränkt. Diese Transporteinschränkungen führten zu spürbaren Auswirkungen auf die Wirtschaft und die Bevölkerung (s.o.). In aller Regel werden diese Situationen durch anhaltende sommerliche Trockenheit und Hitze, teilweise in Verbindung mit einem geringen gespeicherten Wasservolumen (Schnee, Grundwasser, Talsperren) in den Einzugsgebieten der Binnenschifffahrtsstraßen verursacht.

Die vorliegenden Indikatoren des **DAS-Monitoringberichts** decken bereits einzelne Punkte dieser Wirkungskaskade ab, sind jedoch für die Messung des Anpassungserfolges bzgl. Transport- und Logistikbedingungen bei Niedrigwasser alleine nicht ausreichend um die Wirkung der verschiedenen Maßnahmen (s.o.) integriert zu erfassen.

So adressiert der wasserbezogene **DAS-Monitoring-Indikator WW-I-6** das hydrologische Phänomen "Niedrigwasser". Er kann beim Monitoring der Anpassungsziele für Maßnahmen verwendet werden, die auf den Niedrigwasserabfluss an einem Wasserstraßenabschnitt wirken (z. B. wasserwirtschaftliche Optionen). Die Wirkung anderer Maßnahmen (Vorhersagen, Schiffstechnik, Flussbau) erfasst er jedoch nicht.

Der verkehrsbezogene **DAS-Monitoring-Indikator VE-I-2** "Niedrigwassereinschränkungen am Rhein" stellt die Anzahl der Tage mit einer signifikanten Unterschreitung der üblicherweise vorgehaltenen Wassertiefe⁶ an verschiedenen Rheinabschnitten dar. Er kann für das Monitoring von Maßnahmen im Rheineinzugsgebiet verwendet werden, die auf den Niedrigwasserabfluss (vgl. Indikator WW-I-6) und die Fahrrinntiefe zielen.

Weitere relevante Indikatoren finden sich in der Klimawirkungs- und Risikoanalyse des Bundes (**KWRA 2021**). Die Indikatoren wurden hier auf Basis von Klimaprojektionen ausgewertet, sind aber auch für das Monitoring anwendbar. Hierbei handelt es sich um den hydrologischen Indikator **WW-KL-01 "Niedrigwasser"**⁷ aus dem Clusterbericht "Wasser", den verkehrsbezogenen Indikator **VE-KL-01 "Schiffbarkeit der Binnenschiffahrtsstraßen (Niedrigwasser)"**⁸ aus dem Clusterbericht "Infrastruktur" und den wirtschaftsbezogenen Indikator **IG-KL-09 "Beeinträchtigung des Warenverkehrs über Wasserstraßen (Inland)"** aus dem Clusterbericht "Wirtschaft und Gesundheit". Letzterer zeigt den potentiellen Beladungsgrad von repräsentativen Schiffstypen an verschiedenen Abschnitten des Rheins und könnte somit neben den hydrologischen und flussbaulichen Maßnahmen auch schiffstechnische Maßnahmen erfassen. In Forschungsprojekten (KLIWAS⁹, IMPREX¹⁰) wurde dieser Indikator monetarisiert (Kostenstrukturen Binnenschifffahrt).

Die Wirkung weiterer Maßnahmen zur Optimierung der Transport- und Logistikbedingungen (Bereiche Vorhersagesysteme, Lagerhaltung, Transportverlagerung etc.) werden durch die genannten Indikatoren allerdings nicht erfasst. Somit sind zusätzliche Teil- Indikatoren für das o.g. wasserstraßengebundene Ziel noch offen und müssen ggf. neu entwickelt werden. Erste Ansätze zur Ermittlung des Nutzens verbesserter Vorhersagesysteme wurden im Rahmen des EU-Projektes IMPREX durch die BfG erarbeitet¹⁰.

Es ist davon auszugehen, dass Maßnahmenbündel wie jene im "Aktionsplan Niedrigwasser Rhein" (s.o.) zur Erreichung des Ziels wirksamer sind als ausgewählte Einzelmaßnahmen. Angestrebt ist daher ein **integrierter Indikator**, der Anpassungserfolge in Bezug auf das genannte Ziel maßnahmenübergreifend erfasst.

Insgesamt stehen drei ineinandergreifende Ansätze zur Verfügung:

- (1) Eine **Liste von Einzelindikatoren** erlaubt es, die spezifische Wirkung (z. B. Wasservolumen, Wassertiefe, Beladungsgrad, Stückkosten) unterschiedlicher Maßnahmentypen (z. B. oben

⁶ Unterschreitung des sogenannten Gleichwertigen Wasserstandes (bzw. der bei diesem Wasserstand verfügbaren Fahrrinntiefe), der im mehrjährigen Mittel an höchstens 20 eisfreien Tagen pro Jahr unterschritten wird.

⁷ ähnlich dem Indikator WW-I-6 aus dem DAS-Monitoringbericht

⁸ ähnlich dem Indikator VE-I-2 aus dem DAS-Monitoringbericht

⁹ Nilson et al. (2013): Auswirkungen des Klimawandels auf das Abflussgeschehen und die Binnenschifffahrt in Deutschland. Projektbericht KLIWAS4.01. https://doi.bafg.de/KLIWAS/2014/Kliwas_43_2014_4.01.pdf

¹⁰ Klein & Meissner (2019): Potential economic benefit of better forecasts for inland waterway transport. Projektbericht IMPREX D9.3.

genannte Aspekte in Bezug auf Wasserbewirtschaftung, Flussbau, Schiffstechnik, Logistik oder Informationssysteme) in unterschiedlichen Wasserstraßenrevieren separat darzustellen. Diese Informationsebene ist für die fachliche Nachvollziehbarkeit aggregierter Indikatoren (nachfolgende Punkte) unverzichtbar.

- (2) Ein **"zusammengesetzter Indikator"**, der auf den vorgenannten maßnahmentypspezifischen Einzelindikatoren fußt und diese zusammenfasst. Die Herausforderung besteht hier in der vergleichenden Betrachtung von teilweise sehr unterschiedlichen Maßnahmenwirkungen. Fragen bzgl. der Gewichtung sind zu klären, wobei der Tatsache Rechnung zu tragen ist, dass nicht alle Maßnahmen in allen Wasserstraßenrevieren wirkungsvoll und umsetzbar sind.
- (3) Ein **"gesamtwirtschaftlicher Indikator"**, der die Gesamtwirkung aller Maßnahmen unmittelbar auf systemischer Ebene beschreibt. Es empfiehlt sich, einen solchen Indikator zunächst für den Rhein pilothaft zu entwickeln und anzuwenden. Erste Überlegungen zielen hier auf den Aspekt "Produktivitätseinbußen", die in extremen Niedrigwassersituationen zu erwarten sind bzw. aufgrund der Anpassung ausgeblieben sind. Ein Versuch, die Auswirkungen extremer Niedrigwassersituationen in einem ökonomischen Indikator zu fassen, findet sich bei Ademmer et al. (2020)¹¹. Hier wurde anhand des Beispieljahres 2018 ein aufgrund makroökonomischer Rahmenbedingungen erwarteter quartalsweiser Verlauf der Produktivität dem realen Verlauf gegenübergestellt. Die Unterschiede wurden (überschlägig und nicht ganz trennscharf) als Effekt der extremen Niedrigwassersituation 2018 interpretiert. In Erweiterung dieses Ansatzes wäre ein weiterer Erwartungswert der Produktivität zu erzeugen, der sich auf ein System ohne Anpassung (Transport, Logistik) bezieht. Hier wäre Entwicklungsarbeit in Bezug auf die Datengrundlagen und den Indikator erforderlich (siehe nachfolgender Punkt "Referenzzustand" und "Forschungsbedarf").

Referenzzustand zur Ermittlung der Zielerreichung:

Neben der Definition von Maßnahmen und Indikatoren ist die Definition eines geeigneten Referenzzustands für die Erfassung von Anpassungsfortschritten grundlegend. Ohne eine klar definierte und anerkannte Referenz kann die Zielerreichung nicht festgestellt werden. So ist es im vorliegenden Fall durch keine Maßnahmenkonstellation erreichbar, jedwede Wirkung von Niedrigwassersituationen zu verhindern. Tatsächlich sind Niedrigwassersituationen ein natürliches, den Jahreszeiten geschuldetes Phänomen, auf das die ökologischen und ökonomischen Systeme entlang der Flüsse bis zu einem gewissen Maße bereits angepasst sind. Ziel ist es daher, die Vulnerabilität des Systems¹² in Extremsituationen gegenüber einem klar definierten Bezugszustand zu reduzieren bzw. die Resilienz zu erhöhen bzw. Risiken besser zu managen.

Bei der Wahl des Referenzzustands muss der Tatsache Rechnung getragen werden, dass in Bezug auf das wasserstraßenbezogene Ziel u. a. in Reaktion auf die Niedrigwassersituation 2018 bereits Maßnahmen eingeleitet wurden und i.S. der Zielerreichung wirksam sind. Daher wird ein Bezugszustand vor 2018 gewählt. Das Ziel einer Anpassungsmaßnahme ist erreicht, wenn die Verwundbarkeit in der realen Situation gegenüber der theoretischen Situation (ohne Anpassung) minimiert ist.

Es ist in Anbetracht der erheblichen natürlichen Variabilität möglich, dass über längere Phasen keine extremen Niedrigwassersituationen auftreten und daher Anpassungserfolge im Sinne einer

¹¹ Ademmer et al. (2020): Extreme weather events and economic activity: the case of low water levels on the rhine river. https://www.ifw-kiel.de/fileadmin/Dateiverwaltung/IfW-Publications/Saskia_Moesle/KWP_2155_low_water_econ_activity.pdf

¹² hier: Verwundbarkeit des Verkehrssystem, gemessen anhand des Ziel-Indikators

Vulnerabilitätsminderung (Resilienzerhöhung) sich nicht oder nur schwer messbar einstellen. Dies darf nicht als Zielverfehlung missinterpretiert werden.

Die genannten Maßnahmen wirken in extremen Niedrigwasserjahren gegenüber der Referenz vulnerabilitätsmindernd. In normalen Jahren können sie sich gegenüber der Referenz oft als wirtschaftlich vorteilhaft erweisen (bessere Transportplanung, mehr Abladetiefe, ...).

Ziel I-2: Landgebundenes Ziel im Handlungsfeld „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“:
„Relevante Reduktion der Schäden und Störungen im Straßen- und Schienenverkehr, die auf wetter- und witterungsbedingte Einflüsse wie Hochwasser, Starkregen, Sturm, Dürre, Hitze oder gravitative Massenbewegungen zurückzuführen sind.“

Im Handlungsfeld „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“ wird für die Entwicklung messbarer Ziele folgende übergeordnete Zielsetzung als wesentlicher Bereich festgelegt: Verkehrssysteme resilienter gegenüber den Folgen des Klimawandels zu gestalten. Diese Zielsetzung gilt es, mit zwei messbaren Zielen (Kap. 2.1. für den wasserstraßengebundenen Verkehr und Kap. 2.2. für den landgebundenen Verkehr) und klar definierten Indikatoren zu konkretisieren sowie mit Maßnahmen bzw. Instrumenten zu unterlegen. Die Ausführungen dieses Abschnitts beziehen sich auf das landgebundene Ziel; zum wasserstraßengebundenen Ziel siehe Kap. 2.1. Für das landgebundene Ziel im Handlungsfeld „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“ soll das o. g. übergeordnete Ziel erreicht werden, indem die Störanfälligkeit verringert und die Zuverlässigkeit erhöht wird.

Der landgebundene Verkehr ist den klimatischen Einflüssen und klimarelevanten Naturgefahren auf vielfältige Weise ausgesetzt: Starkregenereignisse, Hochwasser, Stürme, Dürreperioden sowie gravitative Massenbewegungen beeinträchtigen die Verkehrsinfrastruktur von Straße sowie Schiene und können zu Unfällen und Unterbrechungen beider Verkehrssysteme führen. Beschädigungen der Verkehrsinfrastruktur führen zu steigenden Instandhaltungskosten für die Baulastträger. Unterbrechungen und Beeinträchtigungen der Verkehrssysteme können sich auf die Verkehrssicherheit auswirken, Unternehmensprozesse beeinflussen und die persönliche Alltagsorganisation beeinträchtigen. Ziel der neuen vorsorgenden Klimaanpassungsstrategie ist es, die Resilienz der Bundesfernstraßen- und Bundesschienenwegeinfrastruktur gegenüber drohenden Schäden auf Grund von Starkregen, Hochwasser, Hitze, Dürre, Sturm und gravitativen Massenbewegungen messbar zu erhöhen sowie wetter- und witterungsbedingter Unfälle zu verringern. Insoweit werden insbesondere die in der **KWRA 2021** aufgezeigten dringenden Handlungserfordernisse aufgegriffen. Dabei geht es beim landgebundenen Ziel um Schäden sowie Hindernisse bei den Verkehrsträgern Straße und Schiene, die durch Klimawirkungen von Hochwasser, und gravitativen Massenbewegungen verursacht werden, und um Schäden an Verkehrsleitsystemen, Oberleitungen und Stromversorgungsanlagen. Neben Hochwasser und gravitativen Massenbewegungen verursachen auch Starkregen, Hitze, Dürre und Sturmwurf direkte und indirekte Risiken für die Verkehrssysteme Straße und Schiene. Zur kurz- und langfristigen Reduktion naturgefahrenbedingter Risiken ist deshalb eine möglichst zeitnahe Identifizierung aller klimawandelbedingten Ursachen, der daraus resultierenden Naturgefahren, der Exposition der jeweiligen Infrastruktur sowie ihrer Vulnerabilität notwendig. Dies beinhaltet die Bewertung der naturgefahr-spezifischen Risiken aber auch Verbundrisiken sowie Kaskadeneffekte. Zur Analyse der Risiken fehlt es bislang grundlegend an einer Klassifizierung und Quantifizierung systemspezifischer Schäden durch Naturgefahren im Rahmen eines standardisierten Monitoringprogramms.

Um das Ziel zu erreichen, die Verkehrssysteme Schiene und Straße im Hinblick auf klimawandelbedingte Risiken resilienter auszugestalten, ist es deshalb unumgänglich, in einem ersten Schritt eine umfassende Datengrundlage zu schaffen. Diese soll sowohl Informationen zu naturgefahrbedingten Schäden und Störungen als auch zu ausgeführten Maßnahmen zur Behebung von Schäden und Störungen enthalten. Auf Grundlage dieser Datengrundlage sollen ein besseres Verständnis der Wirkfaktoren entwickelt und erforderliche Warnstrukturen (Responsemanagement) aufgebaut werden. Dieser systemische Maßnahmenansatz soll um spezifische Maßnahmen ergänzt werden, die unmittelbar zur Minderung der Störanfälligkeit der jeweiligen Infrastruktur beitragen.

Auswahl an Maßnahmen zur Erreichung der Ziele:

Zum Erreichen des landgebundenen Ziels, die Störanfälligkeit der Bundesfernstraßen- und Bundesschienenwegeinfrastruktur messbar zu vermindern und damit deren Zuverlässigkeit messbar zu erhöhen, gilt es,

1. Maßnahmen zur Verbesserung der Datengrundlagen zum Zweck eines besseren Verständnisses oder im Hinblick auf Warnstrukturen sowie
2. Maßnahmen zur Steigerung der Resilienz der Verkehrsinfrastruktur im Regelwerk und Umsetzung vor Ort

durchzuführen. Dabei müssen die Maßnahmen zur Resilienz zunächst identifiziert und gegebenenfalls erprobt werden, bevor sie im Regelwerk verankert und umgesetzt werden können.

Zu 1.

Maßnahmen zur Verbesserung der Datengrundlagen (wirkungsbezogen und konkret räumlich) umfassen:

- die Schaffung eines zentralen systematischen Meldesystems und Errichtung einer zentralen Datenbank unter Berücksichtigung bereits vorhandener, ggf. dezentraler Meldesysteme und Datenbanken zur kategorisierten, zeitlich und räumlich referenzierten Erfassung von naturgefahrbedingten Schäden und Störungen (einschließlich der ausgeführten Maßnahmen zur Behebung von Schäden und Störungen sowie der Gewährleistung der Verkehrssicherheit);
- Im gesamten Schienennetz des Bundes eine teilautomatisierte Überwachung betriebskritischer Schienen-Infrastrukturkomponenten im Rahmen der technischen Möglichkeiten bis 2030;
- für das gesamte Schienennetz des Bundes bis 2030 ein Monitoring der gleisnahen Vegetation (50m) durch eine regelmäßige (teil)automatisierte räumliche Erfassung in besonders gefährdeten Abschnitten;
- eine regelmäßige Erfassung von gleisnahen Bodenbewegungen (200 m Abstand vom Gleis) in potenziell gefährdeten Teilen des gesamten Schienennetzes des Bundes (z.B. ehemalige Bergbauggebiete, Mittelgebirge);
- für das gesamte Schienennetz des Bundes sowie alle betriebsrelevanten Gebäude wie Personenbahnhöfe, Stellwerke, Werke bis 2030 die Identifikation von Risiken durch Starkregen, Dürre und Hitze, Sturm und Hochwasser und regelmäßige Überwachung aller als vulnerabel eingestuften Netzabschnitte und Infrastrukturen; sowie
- Entwicklung von bundesweiten Simulationen zu den Auswirkungen klimawandelbedingter Risiken auf Verkehrswege (z.B. Überflutung in Folge von Starkregenereignissen).

Zu 2.

Maßnahmen zur Steigerung der Resilienz der Verkehrsinfrastruktur im Regelwerk und deren Umsetzung umfassen:

- eine Steigerung der Resilienz von Schienenverkehrsinfrastrukturen (i.S.v. Schienenwegen und betriebsnotwendigen Gebäuden, einschließlich Verkehrsstationen) gegen physische Klimarisiken durch Anpassung der baulichen und technischen Anlagen;
- die Entwicklung eines Audits "Hochwasserresilienz" im Rahmen der Straßenplanung
- eine Verbesserung der Resilienz gegen Starkregenereignisse und Hochwasser von Streckenabschnitten in Tieflage sowie insbesondere von Tunneln für beide Verkehrsträger;
- die Stärkung der Resilienz von Straßenböschungen gegen Rutschungen und Ausspülungen aufgrund von Starkregenereignissen durch Überprüfung von Ursache-Wirkungsmechanismen zur Entwicklung baulicher Anpassungsoptionen;
- im gesamten Schienennetz des Bundes frühzeitige bauliche Sicherung aller durch den Klimawandel zusätzlich von Hangrutschung und Steinschlag gefährdeter Streckenabschnitte von Bundesschienenwegen;
- Prüfung und ggf. Modifikation der Regelwerke für beide Verkehrsträger;
- sowie Einleitung von Anpassungsmaßnahmen zur Gesundheitssicherung von Reisenden der Schieneninfrastruktur, insbesondere an Bahnhöfen und Haltepunkten, mit dem Schwerpunkt Hitze- und UV-Belastung.

Maßnahmen des Bundes, die zur Erreichung der wasserstraßen- sowie landgebundenen Ziele beitragen, sind:

- **Überprüfung der Weiterentwicklung der Verfahren und Methoden der Verkehrsinfrastrukturplanung des Bundes (für die drei Verkehrsträger Schiene, Straße und Wasserstraße)**, u. a. durch geeignete Berücksichtigung des Nutzens resilienzsteigernder Maßnahmen im Rahmen der Neuaufstellung eines „Bundesverkehrswege- und -mobilitätsplan 2040“;
- **die klimafolgenbezogenen Ressortforschungsprogramme des BMDV zu intensivieren:** Spezifische, auf einzelne Handlungsfelder, Regionen, Verkehrsnetze und Objekte bezogene Klimawirkungsanalysen sind eine wichtige Entscheidungsgrundlage. Dabei ist das methodische Rüstzeug aktuell zu halten und weiterzuentwickeln. Diese Aufgabe erfüllt die Ressortforschung, insbesondere das verkehrsträgerübergreifende BMDV-Expertennetzwerk.

Das BMDV-Expertennetzwerk widmet sich in Themenfeld 1 der Aufgabe „Verkehr und Infrastruktur an Klimawandel und extreme Wetterereignisse anpassen“, und erarbeitet Grundlagen für den wasser- und landgebundenen Verkehr, die zukünftig auch zur Erreichung obiger Ziele beitragen sollen.

Im Rahmen von Themenfeld 1 werden u.a. exemplarische Klimawirkungsanalysen für die Verkehrsträger Straße, Schiene und Wasserstraße methodisch erarbeitet und durchgeführt. Die Systematik der Klimawirkungsanalyse erlaubt regional differenzierte Aussagen zu Art, Grad und Bedeutung des Einflusses verschiedener Klimawirkungen (darunter Hoch- und Niedrigwasser) auf die Verkehrsnetze von Wasserstraße, Schiene und Straße unter Berücksichtigung der Infrastruktureigenschaften und Verkehrsleistung. Dabei können sowohl beobachtete vergangene als auch projizierte zukünftige Klimabedingungen zugrunde gelegt werden. Die Erkenntnisse fließen auch in Projekte ein, die sich mit den Themen "Resilienz" und "Resilienzmanagement" befassen. Hieran ist auch das Themenfeld 3 "Zuverlässige Verkehrsinfrastruktur" beteiligt, das ferner den Zustand von Infrastrukturbauwerken einbezieht.

- **den DAS-Basisdienst „Klima und Wasser“ auszubauen:**

Als qualitätsgesicherte Informations- und Datenbasis zum Klimawandel und dessen Auswirkungen wurde im Kontext der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) der operative DAS-Basisdienst „Klima und Wasser“ ins Leben gerufen. Die Entwicklung wurde durch die BMDV-Ressortforschung (z.B. Expertennetzwerk) unterstützt. Der Dienst ist bei den BMDV-Oberbehörden (DWD, BfG, BSH, BAW) installiert.

Die Leistungen des DAS-Basisdienst „Klima und Wasser“ sind für Maßnahmenplanungen und Investitionsentscheidungen von hoher Relevanz auch für Schiene und Straße. Darüber hinaus liefert der Dienst zentrale Daten und Beratung z.B. für die Klimawirkungsanalysen des Bundes, u.a. zu den meteorologischen, hydrologischen und ozeanographischen Folgen des Klimawandels. Zielführend wäre daher auch ein Ausbau sowie eine Erweiterung um weitere insbesondere für den Landverkehr wichtige Klimawirkungen wie beispielsweise Massenbewegungen und Sturmwurf.

Indikatoren:

Der **Indikator** VE I-3 Starkregen und Straße zeigt die Betroffenheit von Bundesfernstraßen durch unwitterartigen Starkregen. Es wird eine Zunahme solcher Wetterereignisse erwartet, die Wetterereignisse treten in ganz Deutschland auf und die entstehenden Schäden können beträchtlich sein. Ein äquivalenter Indikator stellt Starkregen im Siedlungsbereich (BAU-I-4) dar.

Zudem sind bei Bedarf zu berücksichtigen:

- BAU-I-5 (Schadenaufwand in der Sachversicherung) zur Berücksichtigung privater sowie gewerblicher Schäden durch Elementargefahren,
- WW-I-5 (Wassertemperatur stehender Gewässer), WW-I-3 (Hochwasser), WW-I-4 (Niedrigwasser), WW-R-1 (Wassernutzungsindex), WW-R-2 (Hochwasserschutz),
- FW-I-6 (Waldbrandgefährdung und Waldbrand), FW-I-7 (Waldzustand), FW-R-1 (Mischbestände) zur Bewertung der (gleis)begleitenden Vegetation/ Wald sowie
- HUE-2 (Nutzung von Warn- und Informationsdiensten).

Ferner dient der Indikator VE-I-5 Beeinträchtigung von Straßen durch außergewöhnliche Wetter- und Witterungsereignisse zur Konkretisierung der genannten Ziele. Für Störungen im Schienenverkehr (Indikator VE-I-6) liegen noch keine Informationen vor, da es sich hierbei lediglich um fiktive Daten handelt. Hier erweist sich ein besonderer Handlungsbedarf. Darüber hinaus sind die Indikatoren für das o.g. landgebundene Ziel noch nicht abschließend festgelegt. Sie müssen ggf. neu entwickelt und konkretisiert werden (siehe Kapitel 3 „Bedarfe für zukünftige Weiterentwicklungen“).

Handlungsfeld „Gebäude“: Hintergründe und Allgemeine Zielsetzung

In dem Handlungsfeld sind die **maßgeblichen Ziele** die **Schadensvermeidung an baulichen Strukturen von Gebäuden**, auch zur **Reduktion der finanziellen Risiken** und insbesondere zum **Schutz der Nutzenden**. Zur Erreichung dieser Ziele sind verschiedene **Akteure** anzusprechen. Wesentliche Akteure im Bauwesen sind **Eigentümer, Betreibende** und **Nutzende**.

Weitere wichtige Stakeholder sind **Finanzdienstleister** und **Versicherer** (Interesse an Werterhalt), aber auch **Bund, Länder** und **Kommunen** (Interesse an Beständigkeit der Gebäude und an positiver Wirkung auf Umfeld / Quartier / Stadt) und nicht zuletzt **Berater im Bauwesen** (Landschafts- / Architekten und Ingenieure) und **Bauausführende** bzw. das **Handwerk** (oft als erster Kontaktpartner für bauliche Fragestellungen). Alle Akteure haben unterschiedliche Interessen und Ziele, zwischen denen vermittelt werden muss. Planungsziele wie z.B. Klimaschutz, Energieeffizienz, Klimaanpassung und weitere Ziele müssen aktuell und zukünftig harmonisiert werden. **Gemeinsames Ziel** ist jedoch

die **Sicherheit und der Komfort der Nutzenden** sowie die Beibehaltung der **Sicherheit der Gebäude** bzw. die **Herstellung von Resilienz**. Bei der Bewältigung des Klimawandels sind benachteiligte und vulnerable Gruppen vor ökonomischer und sozialer Überforderung zu schützen.

Im Fokus stehen zunächst **Maßnahmen**, die **gegen sommerliche Hitzeeinwirkungen** und Trockenperioden wirken. Darüber hinaus werden auch Maßnahmen gegen **Starkregen und örtliche Überflutungen sowie Flusshochwassern** als besonders dringlich bewertet. Beide Ausprägungen haben bislang die stärksten negativen Auswirkungen auf Nutzende (u.a. Kreislaufprobleme bis hin zu einer erhöhten Mortalität¹³) und Gebäudesubstanz (Schadenshöhen, Wertverluste). Weitere Ausprägungen wie Sturm, Hagel u.a. werden maßnahmenbezogen adressiert.

Die o.g. Ziele sollten durch Maßnahmen mit Mehrfachnutzen und Multifunktion möglichst in Verbindung mit einer für das Quartier und die **Stadtentwicklung** wirkenden (Ökosystem-) Leistung erreicht werden (**Synergieeffekte**).

Sofern im Weiteren bauliche Anpassungsmaßnahmen erwähnt werden sind hierunter stets auch naturbasierte Maßnahmen wie Dach-, Fassaden- und Liegenschaftsbegrünungen zu verstehen. Diese erzielen oft vergleichbare physikalische Effekte wie rein (bau-)technische Lösungen, rufen jedoch weitere positive Effekte wie die Erhöhung der Wasserrückhaltefähigkeit zur Entlastung der kommunalen Kanalisation, die Verbesserung des Mikroklimas, die Steigerung der Biodiversität oder ähnliches hervor. Daher sollten diese stets in die planerische Abwägung einbezogen werden.

Im vorliegenden Handlungsfeld werden keine Maßnahmen zur Verhaltensprävention verfolgt. Dennoch ist zu betonen, dass das Nutzendenverhalten wichtig ist und ein gutes Anwendungswissen den korrekten Umgang mit der bautechnischen Anlage Gebäude stark beeinflussen kann.

Da der Bund keinen ordnungsrechtlichen Zugriff auf den Gebäudebestand und dessen Eigentümer oder Betreiber hat (die Musterbauordnung (MBO) u. jeweiligen Landesbauordnungen (LBO´en) liegen in der Zuständigkeit der Bundesländer), werden zur Zielerreichung im Wesentlichen informierende, aufklärende und motivierende Methoden (**Kommunikation** – als ein Schwerpunkt) aufgeführt, die nur gemeinsam mit den Akteuren Wirkung zeigen können. In Teilen greifen auch steuernde (**rechtliche**, z. B. über das BauGB, **und normierende Instrumente**) und fördernde Methoden (**finanzielle Anreize**). Z. B. können entsprechende Methoden über die Anforderung 5 „Naturgefahren am Standort“ und Anforderung 6 „Gründach“ des staatliche Gütesiegels Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude (QNG) integriert bzw. ggf. durch aktuelle wissenschaftlich basierte und ggf. schon normativ geregelte Anforderungen erweitert werden.

Die Planungshoheit von Kommunen und die rechtlichen Zuständigkeiten der Länder bleiben bei den Maßnahmen und Instrumenten unberührt.

Auf Zieldefinitionen im Bereich der Bundesbauten wird zudem bewusst verzichtet: Nahezu alle Bundesliegenschaften und -bauten befinden sich im Eigentum der Bundesanstalt für Immobilienaufgaben (BImA) im Geschäftsbereich des BMF. Diese hat auch die Aufgabe der baulichen Betreuung. Bei Baumaßnahmen des Bundes werden mit den formulierten baupolitischen Zielen u. a. durch Anwendung des „Bewertungssystems Nachhaltiges Bauen“ (BNB) Aspekte der Klimaanpassung abwägend berücksichtigt und dadurch eine Vorbildfunktion ausgestrahlt.

Grundsätzlich sind zur Zielerreichung **Moderationsprozesse** erforderlich, aber auch geeignet. Diese sollen Interessen und Ziele zwischen Bund, Land und Kommune, innerhalb der Quartiere zwischen

¹³ <https://www.umweltbundesamt.de/daten/umwelt-gesundheit/gesundheitsrisiken-durch-hitze#gesundheitsrisiko-hitze>

der Kommune und Eigentümern, Betreibenden bzw. Nutzenden von einzelnen baulichen Einheiten, sowie mit wirtschaftlichen und zivilgesellschaftlichen Akteuren (z. B. Immobilien- und Versicherungsverbände, Ingenieur-, Architekten- und Handwerkskammern) moderieren, um zu konsensualen Ergebnissen zu kommen.

Aufgrund der fehlenden flächendeckenden Dokumentation über die Widerstandsfähigkeit des Gebäudebestandes (beispielsweise in Form eines Gebäuderegisters) können in Teilen derzeit nur indirekte Indikatoren benannt werden, die auf eine Zielerreichung rückschließen lassen. Eine Maßnahme im Zuge des Transformationsprozesses zum Klimaschutz und zur Klimaanpassung kann die Einrichtung eines flächendeckenden Registers für Gebäude auf Basis bestehender Überlegungen in Verbindung mit der Umsetzung eines digitalen Gebäudepasses sein, um diese Prozesse künftig beobachten und bei Fehlentwicklungen nachsteuern zu können.

Gegebenenfalls zusätzliche Anforderungen zur Erhöhung der Resilienz von Gebäuden gegen Ausprägungen des Klimawandels müssen sorgfältig mit anderen baupolitischen Zielen und Zielen wie beispielweise der Baukostenbegrenzung und der schnellen Bereitstellung von bezahlbarem Wohnraum abgeglichen werden und dürfen diesen nicht entgegenstehen.

Ziel I-3: Handlungsfeld „Gebäude“: Anpassung von Gebäuden und Liegenschaften zum Schutz der Nutzenden mit besonderem Fokus auf vulnerable Gruppen

Hintergrund:

Die Ausprägungen des Klimawandels erfordert sowohl bei Neubauten als auch bei der Anpassung des Gebäudebestandes eine planerische und bauliche Berücksichtigung. Dieses soll Nutzenden sichere Gebäude ohne Einschränkungen im Wohnstandard bieten.

Maßnahmen und Instrumente zur Anpassung von Gebäuden und Liegenschaften zum Schutz der Nutzendengruppen umfassen:

1.0 Zusammenstellen und Evaluieren von Datengrundlagen auch durch Auswertung vergangener Schadensereignisse, u. a.:

- zur Verbesserung der Beurteilung des Zustandes des Gebäudebestandes zum Schutz der Nutzenden und der fortschreitenden Anpassung an die Folgen des Klimawandels;
- zur Verbesserung der Beurteilung besonders gefährdeter und anfälliger Gebäudetypologien und Bauweisen in Verbindung mit Informationsgrundlagen zu besonders vulnerablen Gruppen, sowie deren räumlichen Verteilung in Deutschland, beispielsweise zur Verbesserung von zielgerichteten Umsetzungsmaßnahmen.

Instrument hierfür ist die Entwicklung von direkt messbaren quantitativen Indikatoren und Datengrundlagen unter Berücksichtigung bereits vorhandener Datenbestände.

1.1 Eine Verbesserung der Planungsgrundlagen und Bewertungsinstrumente:

Zur Klimafolgenanpassung im Gebäudebereich insbesondere der spezifischen Anforderungen sozialer und gemeinwohlorientierter Einrichtungen und Gebäude für vulnerable Gruppen.

Instrument hierfür ist die Prüfung und Verbesserung von Standards, Entwicklung und Einführung von Leitlinien / Planungsleitfäden und abgestimmten Bewertungsmethoden, Anpassung beispielsweise von Qualitätssiegeln und Nachhaltigkeitsvorgaben des Bundes für Gebäude.

1.2 Eine Verbesserung der Rahmenbedingungen für die bauliche Anpassung hin zu klimaresilienten Gebäuden insb. für soziale und gemeinwohlorientierte Einrichtungen und Anbieter von bezahlbarem Wohnraum / Wohnraum für vulnerable Gruppen.

Instrument hierfür kann die Prüfung und ggf. inhaltliche Anpassung und Fortschreibung von Fördertatbeständen in Förderprogrammen des Bundes sowie ggf. die Neuschaffung von Förderangeboten sein, mit denen u.a. naturbasierte bauliche Anpassungsmaßnahmen am Gebäude und auf der Liegenschaft gefördert werden. Bei Förderung mit öffentlichen Geldern ist die bauliche Vorsorgequalität künftig sicherzustellen.

1.3 Eine Verbesserung der Informationsvorsorge und des Wissenstransfers im Bereich der baulichen Starkregenvorsorge, der Hitzevorsorge und des Innenraumklimas sowie die Unterstützung durch einen niederschweligen Zugang zu Informationsmaterial mit besonderem Fokus auf vulnerable Gruppen bzw. den entsprechenden gefährdeten und anfälligen Gebäuden.

Instrumente hierfür sind die Öffentlichkeitsarbeit und der allgemeine Wissenstransfer, beispielsweise durch analoge und digitale Aufklärungskampagnen zur Stärkung der Risikowahrnehmung der Akteure im Bauwesen, niederschwelliges Informationsmaterial und Veranstaltungen, Leitfäden für die Umsetzung von i. W. baulichen Präventionsmaßnahmen insbesondere bei Gebäuden sozialer Einrichtung, Erziehungs- und Bildungsbauten, Sporteinrichtungen etc. (siehe auch Cluster „Wasser“ Unterziel 2.II)

Indikatoren:

Indikator zur Messung der Zielerreichung zu Ziel I-3 ist zum einen eine tendenziell sinkende Zahl geschädigter Personen trotz tendenziell steigender Unwettergefahren, zum anderen die Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen.

Indikator I-3.a: **Indikator zur Darstellung der verstärkten Resilienz im Gebäudebereich;** trotz steigender Unwettergefahren sollte aufgezeigt werden können, dass Gebäude und Liegenschaften allgemein Nutzende und besonders vulnerable Gruppen besser schützen können.

Indikator I-3.b: **Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen,** die zur Anpassung von Gebäuden und Liegenschaften zum Schutz der Nutzenden beitragen (qualitativ)

Ziel I-4: Handlungsfeld „Gebäude“: Schutz von Gebäuden und Liegenschaften mit besonderem Fokus auf den Gebäudebestand

Hintergrund:

Bauleitplanung und Bauordnungsrecht verfügen grundsätzlich bereits jetzt über ein Spektrum von Möglichkeiten, um Klimaanpassung in der Neubauplanung voranzubringen. Im Vergleich dazu sind die Optionen, mit denen auf den Bestand eingewirkt werden kann insbesondere aufgrund des baurechtlichen Bestandsschutzes, deutlich eingeschränkt.

Technische Regelwerke und Standards bieten eine fundierte Grundlage zur Berücksichtigung von Naturgefahren und Extremwetterereignissen am Gebäude, bieten jedoch bislang in der Regel keine bemessungstechnischen Grundlagen zur Berücksichtigung zukünftiger Folgen des Klimawandels.

Klimaanpassung wird nach wie vor oft nicht durchgängig als Bestandteil der kommunalen Daseinsvorsorge angesehen. In Teilen kann dieses durch die kommunale Daseinsvorsorge sogar nicht abgedeckt werden. Die Freiwilligkeit zur Umsetzung von zukunftsgerichteten Klimafolgenanpassungsmaßnahmen und damit verbundene Kosten stellen zudem ein großes Hemmnis für klimaangepasstes Bauen und Sanieren dar. Eine verbindliche Vorgabe zur Berücksichtigung von Klimafolgewirkungen auf Gebäudeebene gibt es bislang nicht.

Maßnahmen und Instrumente zum Schutz von Gebäuden und Liegenschaften mit besonderem Fokus auf den Gebäudebestand umfassen:

2.0 Die Dokumentation der Verbesserung des Zustandes des Gebäudebestandes.

Instrument hierfür ist die Entwicklung und Einführung einer qualifizierten flächendeckenden Dokumentation des Gebäudebestands (beispielsweise in Form eines Gebäuderegisters) die eine Beurteilung in Bezug auf Klimaschutz und Klimaanpassung als Teil eines interoperablen Datenökosystems zu Gebäuden umfasst.

2.1 Bauvorsorge und Ertüchtigung des Gebäudebestandes zur verbesserten Schadenvermeidung

Instrument hierfür ist eine gebündelte Informationsbereitstellung z.B. über klimaangepasstes Bauen und Sanieren, zur baulichen Überflutungs- und Hitzevorsorge für den öffentlichen und privaten Bereich, zum Schutz vor weiteren Extremwetterereignissen (wie z.B. vor Sturm oder Hagel u.a.) und zur Risikowahrnehmung als Grundlage zur Beurteilung der erforderlichen Anpassungsmaßnahmen („Wissen um die Gefahr“). Dieses z.B. als Vorlage zur Verwendung durch Bund, Länder u. Kommunen, Beraterinnen und Berater/Planende, Immobilienentwickelnde und -betreibende z.B. durch eine technische Konkretisierung typischer und wirksamer Schutzmaßnahmen und Qualitätsmerkmale durch Standardisierung bei Verschneidung mehrerer Nachhaltigkeitsziele (insb. Ressourcen- und klimaschonendes Bauen).

Erkenntnisse aus vorherigen Havarien und Schadensbildern sind dabei auszuwerten und der Erkenntnisgewinn, beispielsweise zum „besseren“ und nachhaltigen Wiederaufbau in Form von Praxishilfen und Aufbereitung positiver Umsetzungsbeispiele bereitzustellen.

2.2 Entwicklung und Bereitstellung einer Methodik inkl. Datengrundlagen zur Erstellung von bedarfsgerechten Klimawirkungs- und Risikoanalysen für Gebäude und Liegenschaften („Klimarisiko-Check“) für Bestand- und Neubau

Instrument hierfür ist die Bereitstellung von Informations-, Daten- und Kartenmaterial (durch Bund/Länder/Kommunen); Bereitstellung eines digitalen Instrumentes zur vereinfachten und bedarfsgerechten Bewertung der gebäude- und liegenschaftsbezogenen Risiken, z.B. durch Weiterentwicklung des bestehenden geographischen Informationssystem GIS-ImmoRisk Naturgefahren bei entsprechender Bereitstellung der dafür notwendigen Ressourcen (siehe auch Maßnahme 3.1) und auf Basis einer Bewertungssystematik des Nachhaltigen Bauens

(beispielsweise BNB 2.0) und unter Berücksichtigung bestehender Anforderungen.

2.3 Eine Prüfung der Rahmenbedingungen für die bauliche Anpassung hin zu klimaresilienten Bestandsgebäuden

Instrument hierfür kann die Prüfung und ggf. inhaltliche Anpassung und Fortschreibung von bestehenden Förderprogrammen des Bundes sein (I-4.4): Bei Förderung mit öffentlichen Geldern ist die bauliche Vorsorgequalität sicherzustellen.

2.4 Die Stärkung der Klimaanpassung und Beseitigung von Hemmnissen in technischen Regelwerken für Liegenschaften, Gebäude und auch deren technische Ausstattung

Beispielsweise Anregung zur Einführung eines Klimaänderungsfaktors bei Bemessungsgrundlagen beispielsweise im Überflutungsnachweis oder beim sommerlichen Wärmeschutz sowie Verankerung von blau-grüner Infrastruktur für Gebäude und Liegenschaft sowie die Prüfung von Anrechnungsmöglichkeiten bauphysikalischer Effekte. Nachteilige Effekte für den Klimaschutz sind zu vermeiden. Prüfung einer Einführung einer maximalen Leitinnenraumtemperatur bei Gebäuden für vulnerable Gruppen (Nutzende) zur Stützung des Ziel I-3.

Instrument ist eine Prüfung und ggf. Anstoß durch den Bund zur Anpassung.

2.5 Die Beseitigung von rechtlichen Hemmnissen der Klimaanpassung, u.a. im Hinblick der Wechselwirkung zwischen dem System Gebäude, Liegenschaft und Quartier.

Instrument hierfür ist eine Überprüfung und ggf. weitere Anpassung der bestehenden Gesetzgebung (z.B.: BauGB und BauNVO, MBO, Richtlinien zu Bedarfsplanung, Wohneigentumsgesetz; Empfehlung zur Prüfung und ggf. Anstoß zur Anpassung je nach Verantwortlichkeit durch Bund/Länder); Prüfung eines Grünflächenfaktors zum Maß der baulichen Nutzung.

2.6 Verbesserung der Vorsorge gegen Trockenheit und Dürre u.a. durch Erhalt des natürlichen Wasserhaushaltes z.B. durch die Stärkung blau-grüner Infrastruktur bei öffentlichen und privaten Gebäuden und wassersensible Liegenschaftsentwicklung auch zum Erhalt des natürlichen Bodenhaushaltes oder durch bautechnische Maßnahmen.

- *Instrument* kann beispielsweise die Entwicklung eines Wasserfußabdruckes o. Ä. für die Lebenszyklusanalyse von Gebäuden sein.

2.7 Innovationsförderung und wissenschaftliche Weiterentwicklung des klimaangepassten Bauens

Forschungslücken bestehen u.a. im Hinblick auf die möglichen Systemleistungen von Gebäuden mit verschiedenen bautechnischen und konstruktiven Lösungen und z.B. in der Materialwirkung bei der Gebäudehülle und Gebäudekonstruktion. Auch in der Entwicklung von einheitlichen qualitativen und quantitativen Anforderungen und Zielvorgaben des klimafolgenangepassten Bauens und Sanierens besteht Forschungsbedarf, sowie auch in Bezug auf eine mögliche Verankerung im Bauplanungsrecht, im Bauordnungsrecht, für die Gebäudeplanung und der Außenraumgestaltung, für nachhaltige bautechnische Lösungen sowie im Rahmen von Zertifizierungssystemen und im Förderrecht.

Forschung und Ableitung von Umsetzungshilfen beispielsweise zu kühlenden und konsumfreien Begegnungsorten im Innen- und Außenbereich, wie kühle Gebäude, Schulhöfe, „Kühle Räume“ in öffentlichen Bauten, Lernorten etc.

Instrument ist die Ressortforschung und Forschungsförderung, dabei insb. das Innovationsprogramm ZukunftBau des BMWBS. (siehe auch HF „Stadt- und Siedlungsentwicklung“)

2.8 Förderung der Informationsverbreitung zu den Leistungen von Ökosystemen und naturbasierten Lösungen für die Klimaanpassung im Bereich Gebäude und Liegenschaften sowie einer möglichen Integration dieser, mindestens im Neubau. Z.B. Stärkung der Multifunktion und der Mehrfachnutzen von Bauteilen und Flächen zur Abfederung von Schadensrisiken aufgrund von Starkregen und Hitze.

Instrument hierfür ist eine Informationsbereitstellung für Bund, Länder u. Kommunen, Beratende / Planende, Immobilienentwickelnde/-betreibende zur Wirkung von Maßnahmen und Bezifferung von Kosten und Vorteilen im Rahmen von Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen einzelner Gebäude und baulicher Anpassungsmaßnahmen.

Indikatoren:

Maßgeblich zur Messung der Zielerreichung ist der tendenziell sinkende Schadensaufwand an Gebäuden, wobei es hier auf einen langfristig anhaltenden Trend zur Reduzierung der durch Unwetterereignisse hervorgerufene Schäden trotz der tendenziell steigenden Unwettergefahren ankommt. Aus dem DAS Monitoringbericht 2023 liegt bereits folgender Indikator vor:

Indikator 2.A: Schadensaufwand in der (Wohn)Gebäudeversicherung,

Indikator 2.B: Schäden an Gebäuden aufgrund von Extremwetterereignissen,

Indikator 2.C: Anzahl an Gebäuden mit vorliegender Klimawirkungs- und Risikoanalyse („Klimarisiko-Check“)

Indikator 2.D: Anzahl Baugenehmigungen in festgelegten Überschwemmungs- und Risikogebieten

Indikator 2.E: Abgerufene Fördersummen für gebäude- und liegenschaftsbezogene Klimaanpassungsmaßnahmen in EUR

Indikator 2.F: Umsetzung festgelegter Maßnahmen zum Schutz von Gebäuden und Liegenschaften mit besonderem Fokus auf den Gebäudebestand (qualitativ).

Ziel I-5: Handlungsfeld „Gebäude“: Reduzierung finanzieller Risiken bei Gebäuden

Die bauliche Berücksichtigung von Ausprägungen des Klimawandels ist sowohl bei Neubauten als auch bei der Anpassung des Gebäudebestandes elementar, um dauerhaft auch finanzielle Risiken für Eigentümer und Betreiber, aber auch für die Allgemeinheit beherrschbar zu halten. Hauptaugenmerk zur Reduzierung der finanziellen Risiken liegen darauf, eine objektgerechte Klimawirkungs- und Risikoanalyse („Klimarisiko-Check“) zu entwickeln, die Gebäudeeigentümern und -betreibern zur Verfügung gestellt wird und aus den Empfehlungen für bauliche Anpassungen hervorgehen.

Maßnahmen und Instrumente zur Reduktion finanzieller Risiken umfassen:

3.0 Die Auswertung von Datengrundlagen auch durch Auswertung vergangener Schadensereignisse

- zur verbesserten Beurteilung des Zustandes des Gebäudebestandes und der fortschreitenden Anpassung an die Folgen des Klimawandels,
- zur verbesserten Beurteilung von Schadensausmaßen und dessen bauliche und räumliche Verteilung, ggf. in Abstimmung z.B. mit GDV u.a.

Instrument hierfür ist das Zusammenführen, die Entwicklung und Fortführung von direkt messbaren

quantitativen Indikatoren.

3.1 Die Entwicklung einer Klimawirkungs- und Risikoanalyse für Gebäude und Liegenschaften („Klimarisiko-Check“)

Instrumente hierfür sind die Bereitstellung von Informations-, Daten- und Kartenmaterial (durch Bund/Länder/Kommunen) und Methodik (Bund/Länder/weitere Akteure) zur Bereitstellung eines Instrumentes zur vereinfachten und bedarfsgerechten Bewertung der Gebäude- und liegenschaftsbezogenen Risiken sowie die Klärung von Möglichkeiten zur Dokumentation (beispielsweise über einen digitalen Gebäudepass).¹⁴

3.2 Entwicklung von praktikablen und anwendungsorientierten Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen bei der Bewertung einzelner Gebäude und baulicher Anpassungsmaßnahmen zur Erleichterung von Anpassungs- und Investitionsentscheidungen am Gebäude und auf Liegenschaften. Instrument hierfür ist z.B. das Bereitstellen von niederschweligen Kosten-Nutzenanalysen zu Risiken und einer praxisnahen Abwägungsmethodik zu weiteren Nachhaltigkeitszielen.

Indikatoren:

Indikator 3.A: Öffentliche Ausgaben zur Abdeckung nicht versicherter Schäden in EUR,

Indikator 3.B: Schäden an Gebäuden aufgrund von Extremwetterereignissen (siehe 2.B),

Indikator 3.C: Umsetzung festgelegter Maßnahmen zur Reduzierung finanzieller Risiken durch bauliche Prävention (qualitativ)

3. Bedarfe für zukünftige Weiterentwicklungen

Handlungsfeld „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“

Die Übersicht der Indikatoren zeigt, dass für einzelne Maßnahmentypen bereits spezifische Indikatoren existieren. Integrierende Indikatoren, die den Gesamterfolg der Anpassung mit Blick auf die gesellschaftlichen oder wirtschaftlichen Auswirkungen bewerten, befinden sich aktuell noch im experimentellen Status und müssen weiter erarbeitet und erprobt werden.

Dabei ist ein integrierter, systemischer Ansatz wichtig. Neben den nachgelagerten Wirkungen, z. B. einer eingeschränkten Transportangebotsleistung, sind auch vorgelagerte Zusammenhänge zu berücksichtigen, z. B. die vielfältigen Nutzungsansprüche an die Ressource "Wasser" während Dürren (und somit Niedrigwassersituationen). Die Entwicklung eines systematischen Meldewesens zu den Auswirkungen von Naturgefahren sowie der ausgeführten Maßnahmen zum Beheben der Schäden und der Störungen sowie der Gewährleistung der Verkehrssicherheit ist für die Verkehrsträger Schiene, Straße und Wasserstraße zwingend erforderlich.

Für die Wasserstraße ist ferner eine gemeinsam mit anderen Akteuren angelegte Datenerhebung bedeutend. Die Ressource "Wasser" ist unabhängig vom verkehrswasserwirtschaftlichen Bezug für viele Handlungsfelder und Akteure relevant. Gerade in Niedrigwassersituationen bestehen vielfältige Nutzungsansprüche. Einzugsgebietsweite und clusterübergreifend benötigte Daten zu Wassernutzungen, Anpassungswirkungen (z. B. Retention, blau-grüne Infrastruktur) und zur Dynamik des Wasserhaushalts müssen zusammengestellt werden und gemeinsam nutzbar sein. Ebenso ist bei der Maßnahmenumsetzung unverändert zu berücksichtigen, dass Verkehrsinfrastrukturen und der infrastrukturnahe Bereich auch ökologische und weitere Funktionen haben (z. B. die als

¹⁴ Siehe Maßnahme 2.2 „Entwicklung und Bereitstellung einer Methodik inkl. Datengrundlagen zur Erstellung von Klimawirkungs- und Risikoanalysen für Gebäude und Liegenschaften („Klimarisiko-Check“) für Bestand und Neubau“.

Wasserstraßen genutzten Flüsse) und auch hier übergreifend zusammengearbeitet werden muss. Unter anderem muss der bestehende Dialog mit den Ländern fortgesetzt und intensiviert werden. Auch innerhalb des Verkehrsbereichs sind bestehende Datenbedarfe zu befriedigen; z. B. sind Daten zur Nutzbarkeit intermodaler Transportoptionen (Fahrzeugverfügbarkeiten einzelner Verkehrsträger, Leistungsfähigkeit von Umschlagplätzen) systematisch zu erfassen.

Ein weiterer Baustein für kohärentes Handeln ist insbesondere im Bereich der Infrastruktur die Berücksichtigung des Klimawandels in Normen und Richtlinien sowie in der Methodik des Bundesverkehrswegeplans. Dabei ist i. S. vorsorgenden Handelns nicht nur anzuerkennen, dass der Klimawandel bereits beginnt und z. B. Bemessungswerte ggf. nachgeführt werden müssen, sondern auch dass ein für die Zukunft projizierter Klimawandel anzunehmen ist.

Zur Entwicklung von integrierenden Indikatoren, die z. B. die gesamtwirtschaftliche Wirkung von Anpassungsmaßnahmen im Verkehrsbereich erfassen, sind ferner genauere Daten und Systemanalysen der verladenden Wirtschaft und des produzierenden Gewerbes erforderlich.

Weiterer Forschungsbedarf besteht in der Entwicklung und der Bereitstellung von Resilienzindikatoren für die Verkehrsinfrastruktur. Dabei ist die Entwicklung einer einheitlichen Methodik für die Bewertung von Resilienzniveaus, die unter anderem auf den Forschungsergebnissen des BMDV-Expertennetzwerkes basieren kann, denkbar.

Handlungsfeld „Gebäude“:

Viele Erkenntnisse zum (bau- und ingenieurtechnischen) Umgang zur Anpassung von Gebäuden an die Ausprägungen des Klimawandels sind bekannt. Zum **Handlungsfeld „Gebäude“** besteht jedoch u.a. Forschungsbedarf, um die Klimaprojektionen in ihren regionalen und lokalen Ausprägungen zusammen mit den örtlichen Gegebenheiten wie z.B. der Topographie zu verknüpfen. Die Forschungsförderung des BMBF adressiert solche transdisziplinäre Forschung (siehe Cluster „Übergreifendes“) in verschiedenen Fördermaßnahmen, wie z.B. „Regionale Informationen zum Klimahandeln (RegIKlim)“. Forschungsbedarf besteht auch in der Untersuchung des klimatischen Wandels im Kontext der Ungleichheit, die sich sozial-räumlich äußert. Dies kann die Verschneidung klimatischer, räumlicher, baulicher und soziodemografischer Daten zur differenzierten Beschreibung des bundesdeutschen Anpassungsbedarfs im Gebäudebereich beinhalten, an dem sich zukünftig die Priorisierung und Förderung von Anpassungsmaßnahmen orientieren könnte.

Weiterer Forschungsbedarf wird im Bereich einer einheitlichen Klimawirkungs- und Risikoanalyse für Gebäude und Liegenschaften („Klimarisiko-Check“), angestoßen durch den Bund, gesehen. Diese soll Akteure des Gebäudewesens (im Wesentlichen Eigentümer, Betreiber und Beratende) darin unterstützen, die Resilienz von Gebäuden und Liegenschaften einheitlich und möglichst unkompliziert zu beurteilen. Dabei wird Wert auf eine anwendungsorientierte und praxisnahe (aufwandsreduzierte) Ermittlung, Bewertung und Dokumentation gelegt.

Zudem sind Anforderungen und Nachweismethoden zu erarbeiten, die eine verstärkte Berücksichtigung der Klimaanpassung in Förderprogrammen und Bewertungssystemen ermöglichen. Bestehende Ansätze der Lebenszyklusbetrachtung von Gebäuden sollten hinsichtlich wasser- und biodiversitätsbezogener Bewertungsaspekte wissenschaftlich evidiert und weiterentwickelt werden sowie unter Nachhaltigkeitsbetrachtungen und jeweils aktuellen baupolitischen Aspekten an bewährte Planungs- und Bewertungsmethoden angeknüpft werden. Um Forschungsbedarfe ganzheitlich zu entwickeln, ist die kosteneffiziente Bewertung von Anpassungsmaßnahmen wünschenswert, um Resilienz an notwendigen Stellen und im geeigneten Maße sicherzustellen.

Auch die praxisnahe Erforschung geeigneter bautechnischer und konstruktiver Lösungen soll vorangetrieben werden. Themenbereiche umfassen darüber hinaus bauliche Aspekte, wie z.B.

flächensparende Erschließungsformen, wasserdurchlässige Flächenbeläge, Fließ- und Notabflussabwege, Beschattung und Verdunstung, Umgang mit Trink- und Brauchwasser bzw. Grauwasser im Gebäude und auf der Liegenschaft, Versickerungsanlagen etc. Darüber hinaus sind Informationen zu Kosten-Nutzen-Aspekten von baulichen Klimafolgenanpassungsmaßnahmen zu entwickeln und für die Öffentlichkeit bereitzustellen.

Um Wirksamkeitsuntersuchungen fundiert mit Daten zu hinterlegen, wird die Entwicklung und Einführung einer flächendeckenden Dokumentation und einer regelmäßigen Auswertung über die Widerstandsfähigkeit des Gebäudebestandes durch Bundes- und Landesbehörden für sinnvoll erachtet. In dieser sind verschiedene, bereits vorhandene liegenschafts- und gebäudebezogene Daten zusammenzuführen und auszuwerten (siehe auch Gebäuderegister), sodass ein Dokumentationsmehraufwand für Bauherren, Eigentümer und andere Akteure möglichst vermieden wird.

Außerdem besteht Forschungs- und Entwicklungsbedarf im Bereich der Wirksamkeitsuntersuchung von verschiedenen Maßnahmen (Informationsverbreitung, Steuerungs- und Regelungsbedarf sowie Förderbedarf) und der Identifizierung und Entwicklung von geeigneten Indikatoren zum Monitoring.

Übersicht

Handlungsfeld „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“

Klimaanpassungsziel	Jahr der Zielerreichung	Indikator	M=Maßnahmen/ I=Instrumente zur Zielerreichung
<p>Ziel I-1: Handlungsfeld „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“</p> <p>Wasserstraßengebundenes Ziel: Transport- und Logistikbedingungen im Bereich der Bundeswasserstraßen bei Niedrigwasser optimieren.</p>	<ul style="list-style-type: none"> 2030-2040, da die Umsetzung und Zielerreichung je nach Maßnahme variieren. <p>Es ist anzumerken, dass die Anpassung des Wasserstraßentransports gegenüber den Folgen des Klimawandels nicht mit dem angegebenen Zeitraum endet.</p>	<ul style="list-style-type: none"> WW-I-6 "Niedrigwasser"¹⁵ bzw. WW-KL-01 "Niedrigwasser"¹⁶ VE-I-2 "Niedrigwassereinschränkungen am Rhein" bzw. VE-KL-01 "Schiffbarkeit der Binnenschiffahrtsstraßen (Niedrigwasser)" IG-KL-09 "Beeinträchtigung des Warenverkehrs über Wasserstraßen (Inland)" (potentieller Beladungsgrad repräsentative Schiffstypen) Weiterentwicklung: Indikator zu Analyse des Nutzens von Vorhersagesystemen Neuentwicklung: Indikator zur Ermittlung von Maßnahmenwirkungen auf Güterströme und Transportablauf Neuentwicklung: Integrierter Indikator ökonomischer Effekte (z.B. Produktivitätseffekte) 	<p>Jeweils für ausgewählte Wasserstraßen:</p> <ul style="list-style-type: none"> Wasserwirtschaftliche Maßnahmen (Wasservolumenbezogene Maßnahmen) Wasserwirtschaftliche und flussbauliche Maßnahmen (Wassertiefenbezogene Maßnahmen) Wasserwirtschaftliche, Flussbauliche und schiffstechnische Maßnahmen (abladungswirksame Maßnahmen) Maßnahmen zur Weiterentwicklung von Vorhersagesystemen Maßnahmen im Bereich Logistik (Lagerhaltung, Produktionsanpassung)
<p>Ziel I-2: Handlungsfeld „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“</p> <p>Landgebundenes Ziel: Ziel zur Reduktion der Schäden und Störungen im</p>	<ul style="list-style-type: none"> 2030-2050, da die Umsetzung und Zielerreichung je nach Maßnahme variieren. 	<p>Bisherige Indikatoren:</p> <ul style="list-style-type: none"> VE-I-3 (Starkregen und Straße) VE-I-5 (Beeinträchtigung von Straßen durch außergewöhnliche Wetter- und Witterungsereignisse) VE-I-6 (Wetter und witterungsbedingte Störungen im Schienenverkehr) 	<p>Daten:</p> <ul style="list-style-type: none"> Systematisches zentrales Meldesystem und zentrale Datenbank In 100 % des Schienennetzes des Bundes teilautomatisierte Überwachung betriebskritischer Infrastrukturkomponenten für das deutsche Schienennetz

<p>Straßen- und Schienenverkehr, die auf wetter- und witterungsbedingte Einflüsse wie Hochwasser, Starkregen, Hitze, Sturm oder gravitative Massenbewegung zurückzuführen sind.</p>		<p>zudem BAU-I-4 (Starkregen im Siedlungsbereich) BAU-I-5 (Schadenaufwand in der Sachversicherung) WW-I-5 (Wassertemperatur stehender Gewässer) WW-I-3 (Hochwasser) WW-I-4 (Niedrigwasser) WW-R-1 (Wassernutzungsindex) WW-R-2 (Hochwasserschutz) FW-I-6 (Waldbrandgefährdung und Waldbrand) FW-I-7 (Waldzustand) FW-R-1 (Mischbestände) HUE-2 (Nutzung von Warn- und Informationsdiensten)</p> <p>Die Indikatoren für das landgebundene Ziel sind noch nicht festgelegt und werden derzeit noch weiterentwickelt.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoring der gleisnahen Vegetation für 100 % des Schienennetzes des Bundes bis 2030 • Erfassung von gleisnahen Bodenbewegungen in gefährdeten Teilen des gesamten Schienennetzes des Bundes • Für 100 % des Schienennetzes des Bundes sowie alle betriebsrelevanten Gebäude bis 2030 die Identifikation von Risiken durch Starkregen, Hitze, Dürre, Sturm und Hochwasser • Entwicklung von bundesweiten Simulationen der Überflutung von Verkehrswegen in Folge von Starkregenereignissen <p>Regelwerke und Umsetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Steigerung der Resilienz von Schienenverkehrsinfrastrukturen • Audit "Hochwasserresilienz" für Straßenplanung • Verbesserung der Resilienz gegen Starkregenereignisse und Hochwasser von Streckenabschnitten in Tieflage sowie insbesondere von Tunneln für beide Verkehrsträger • Stärkung der Resilienz von Straßenböschungen gegen Rutschungen und Ausspülungen aufgrund von Starkregenereignissen • für 100 % des Schienennetzes des Bundes frühzeitige bauliche Sicherung aller auf Grund des Klimawandels zusätzliche durch Hangrutschung und Steinschlag gefährdeter Streckenabschnitte von Bundesschienenwegen • Prüfung und ggf. Modifikation der Regelwerke für beide Verkehrsträger • sowie Einleitung von Anpassungsmaßnahmen zur Gesundheitssicherung von Reisenden der Schieneninfrastruktur, insbesondere an Bahnhöfen und Haltepunkten, mit dem Schwerpunkt Hitze- und UV-Belastung. <p>Gilt für wasserstraßen- und landgebundene Ziele:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Überprüfung der Weiterentwicklung der Verfahren und Methoden der Verkehrsinfrastrukturplanung des Bundes (für die drei Verkehrsträger Schiene, Straße und Wasserstraße), u.
---	--	---	--

			a. durch geeignete Berücksichtigung des Nutzens resilienzsteigernder Maßnahmen im Rahmen der Neuaufstellung eines „Bundesverkehrswege- und Mobilitätsplans 2040“ (I-2.13)
--	--	--	---

Handlungsfeld „Gebäude“

Klimaanpassungsziel	Jahr der Zielerreichung	Indikator	M=Maßnahmen/ I=Instrumente zur Zielerreichung
Ziel I-3: Handlungsfeld „Gebäude“	2030 bis 2050	Darstellung der verstärkten Resilienz im Gebäudebereich; trotz steigender Unwettergefahren sollte aufgezeigt werden können, dass Gebäude und Liegenschaften allgemein Nutzende und besonders vulnerable Gruppen besser schützen können.	1.0 M: Zusammenstellen und Evaluieren von Datengrundlagen auch durch Auswertung vergangener Schadensereignisse I: Entwicklung von Indikatoren und Datengrundlagen
Anpassung von Gebäuden und Liegenschaften zum Schutz der Nutzenden mit besonderem Fokus auf vulnerable Gruppen	2030 bis 2050	Umsetzung	1.1 M: Verbesserung der Planungsgrundlagen und Bewertungsinstrumente zur Klimafolgenanpassung I: Prüfung und Verbesserung von Standards, Entwicklung und Einführung von Leitlinien / Planungsleitfäden
	2030 bis 2050	Umsetzung	1.2 M: Verbesserung der Rahmenbedingungen für die bauliche Anpassung I.: Prüfung und ggf. inhaltliche Anpassung und Fortschreibung von Fördertatbeständen in bestehenden Förderprogrammen des Bundes sowie ggf. die Neuschaffung von Förderangeboten sein
	2030 bis 2050	Umsetzung durch Einführung und Fortentwicklung	1.3. M: Verbesserung der Informationsvorsorge und des Wissenstransfers I: Öffentlichkeitsarbeit und der allgemeine Wissenstransfer durch niederschweligen Zugang zu Informationsmaterial
		Übergeordnet:	2.0

DAS 2024 – Anhang 1: Ausführliches Clusterpapier „Infrastruktur“

Ziel I-4: Handlungsfeld „Gebäude“ Schutz von Gebäuden und Liegenschaften mit besonderem Fokus auf den Gebäudebestand	2030 bis 2050	tendenziell sinkender Schadensaufwand an Gebäuden (Anm.: Bedeutsam ist hier der langfristig anhaltende Trend zur Reduzierung durch Unwetterereignisse hervorgerufenen Schäden trotz der tendenziell steigender Unwettergefahren. - Schadensaufwand in der (Wohn-) Gebäudeversicherung, - Schäden an Gebäuden aufgrund von Extremwetterereignissen	M: Dokumentation der Verbesserung des Zustandes des Gebäudebestandes I: Entwicklung und Einführung einer Dokumentation des Gebäudebestandes (bspw. in Form eines Gebäuderegisters)
		Umsetzung der Entwicklung und Bereitstellung	2.1 M: Bauvorsorge zur verbesserten Schadenvermeidung I: gebündelte Informationsbereitstellung z.B. über klimaangepasstes Bauen und Sanieren – ggf. als Vorlage zur Verwendung durch Akteure des Bauwesens unter Verwertung von Erkenntnissen aus Schadensereignissen
		Umsetzung der Entwicklung und Bereitstellung, Anzahl an Gebäuden mit vorliegender Klimawirkungs- und Risikoanalyse („Klimarisiko-Check“)	2.2 M: Methodik inkl. Datengrundlagen zur Erstellung von Klimawirkungs- und Risikoanalysen für Gebäude und Liegenschaften („Klimarisiko-Check“) I: Bereitstellung von Informations-/ Daten- und Kartenmaterial, eines digitalen Instrumentes zur vereinfachten Bewertung, bspw. durch Weiterentwicklung von GIS-ImmoRisk Naturgefahren
		Umsetzung, Abgerufene Fördersummen für gebäude- und liegenschaftsbezogene Klimaanpassungsmaßnahmen	2.3 M: Prüfung der Rahmenbedingungen I: Prüfung und ggf. inhaltliche Anpassung und Fortschreibung von bestehenden Förderprogrammen des Bundes
		Umsetzung	2.4 M: Stärkung der Klimaanpassung und Beseitigung von Hemmnissen in technischen Regelwerken I: Prüfung und ggf. Anstoß durch den Bund zur Anpassung
		Entwicklung und Umsetzung	2.5 M: Beseitigung von rechtlichen Hemmnissen I: Überprüfung und ggf. weitere Anpassung der bestehenden Gesetzgebung
		Entwicklung	2.6 M: Vorsorge gegen Trockenheit und Dürre, der Erhalt des natürlichen

			<p>Wasserhaushaltes</p> <p>I: z.B. wissenschaftliche Weiterentwicklung eines Wasserfußabdruckes für die Lebenszyklusanalyse von Gebäuden</p>
	2030 bis 2050	Einführung und Fortentwicklung	<p>2.7</p> <p>M: Innovationsförderung und wissenschaftliche Weiterentwicklung</p> <p>I: Ressortforschung und Forschungsförderung, dabei insb. durch das Innovationsprogramm Zukunft Bau des BMW SB</p>
	2030 bis 2050	Umsetzung	<p>2.8</p> <p>M: Informationsverbreitung zu den Leistungen von Ökosystemen und naturbasierten Lösungen</p> <p>I: Informationsbereitstellung für Akteure des Bauwesens zur Wirkung von Maßnahmen; Prüfung und ggf. Anpassung technischer und rechtlicher Regelwerke etc.</p>
<p>Ziel I-5: Handlungsfeld „Gebäude“</p> <p>Reduzierung finanzieller Risiken bei Gebäuden</p>	2030 bis 2050	öffentliche Ausgaben zur Abdeckung nicht versicherter Schäden, Schäden an Gebäuden aufgrund von Extremwetterereignissen	<p>3.0</p> <p>M: Auswertung von Datengrundlagen</p> <p>I: Zusammenführung, Fortführung bestehender und Entwicklung neuer Indikatoren</p>
		Umsetzung	<p>3.1</p> <p>M: Klimawirkungs- und Risikoanalyse (Klimarisiko-Check) für Gebäude</p> <p>I: Bereitstellung von Informations-/ Daten- und Kartenmaterial und Methodik</p>
		Umsetzung	<p>3.2</p> <p>M: Entwicklung von praktikablen und anwendungsorientierten Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen bei der Bewertung einzelner Gebäude und baulicher Anpassungsmaßnahmen zur Erleichterung von Anpassungs- und Investitionsentscheidungen</p> <p>I: niederschwellige Kosten-Nutzenanalysen zu Risiken und praxisnahe Abwägungsmethodik zu weiteren Nachhaltigkeitszielen</p>

4. Empfehlungen für Maßnahmen der Länder und anderer Akteure

Handlungsfeld „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“:

Wasserstraßengebundenes Ziel (I-1):

Ein verlässlicher Wasserstraßentransport ist für viele Länder, die dort angesiedelte verladende Wirtschaft, die Tourismuswirtschaft und für die Versorgung der Bevölkerung von hoher Bedeutung, sodass hier ein hohes Synergiepotential und viele gemeinsame Interessen bestehen. Auch trägt eine Steigerung des wasserstraßengebundenen Verkehrs zur Erreichung der Klimaziele bei. Der bestehende Dialog muss diesbezüglich fortgesetzt und intensiviert werden.

Die Ressource "Wasser" ist jedoch unabhängig vom verkehrswasserwirtschaftlichen Bezug für viele Handlungsfelder und Akteure relevant. Gerade in Niedrigwassersituationen (heißen, trockenen Sommern) bestehen vielfältige Nutzungsansprüche. Einzugsgebietsweite und clusterübergreifend benötigte Daten zu Wassernutzungen, Anpassungswirkungen (z. B. Retention, blau-grüne Infrastruktur) und natürlich zur Dynamik des Wasserhaushalts müssen clusterübergreifend zusammengestellt werden und gemeinsam nutzbar sein; u. a. für die Cluster "Infrastruktur", "Wasser" und "Land und Landnutzung". Ebenso ist bei der Maßnahmenumsetzung unverändert zu berücksichtigen, dass Verkehrsinfrastrukturen und der infrastrukturnahe Bereich auch ökologische und weitere Funktionen haben (z.B. die als Wasserstraßen genutzten Flüsse) und auch hier übergreifend zusammengearbeitet werden muss.

Aufgrund der übergreifenden Bedeutung von "Transport" und "Wasser" ist die Stärkung der Resilienz vor dem Hintergrund des Klimawandels oder generell "Katastrophen" in mehrere Strategien neben der "vorsorgenden Anpassungsstrategie" eingebettet. Diese sind über den Verkehrssektor und die Bundesebene hinaus relevant¹⁷. Maßnahmen in Bezug auf die genannten Themen sind mit den Zielstellungen der genannten Strategien abzugleichen und mit den entsprechenden Akteuren zu erörtern.

Der Bund ist Eigentümer der Bundeswasserstraßen, aber nicht für alle Aspekte der auf diesem Verkehrsträger ablaufenden Verkehre verantwortlich. In Bezug auf den Güterverkehr sind z. B. die verladenden Unternehmen und die Reedereien weitere wichtige Akteure in Bezug auf die Anpassung an den Klimawandel. Sie treffen letztlich Entscheidungen bzgl. Verlagerungsmöglichkeiten während extremer Niedrigwasserperioden (inkl. einer angepassten Vertragsgestaltung zur Sicherung von Transportkapazitäten) sowie der Schaffung und Ausschöpfung von Lager- und Ladungskapazitäten oder auch der Entwicklung und des Einsatzes niedrigwasseroptimierter Schiffstypen und setzen diese um. Das BMDV wirkt hier unterstützend (s. Maßnahme "Anpassung der Transportkonzepte" oben).

Generell gilt, dass im Rahmen der Maßnahmenplanung und -umsetzung vielfältige Interessen abzuwägen sind. Diese Abwägung wird für Maßnahmen der Anpassung gegenüber den Folgen des Klimawandels ebenso durchgeführt wie für Maßnahmen, die aus anderer Motivation angegangen werden. Um die notwendigen und mit der vorsorgenden Anpassungsstrategie einhergehenden Maßnahmen durchzuführen ist ein offener Dialog über alle Ebenen (Länder, andere Akteure) erforderlich.

¹⁷ Strategien und Konzepte neben der "vorsorgenden Klimaanpassungsstrategie" (Auswahl): Deutsche Strategie zur Stärkung der Resilienz gegenüber Katastrophen, Nationale Strategie zum Schutz kritischer Infrastrukturen, EU-Strategie zur Anpassung an den Klimawandel, Sedimentmanagementstrategien, Masterplan Binnenschifffahrt, Gesamtkonzept Elbe, Wasserwirtschaftlicher Ausbau und Unterhaltung, Masterplan Freizeitschifffahrt, Nationale Hafenstrategie, Behördenstrategien, Bundesprogramm Blaues Band Deutschland, Aktionsplan Westdeutsche Kanäle

Landgebundenes Ziel (I-2):

Das zu etablierende systematische Meldewesen für die Verkehrsträger Schiene und Straße einschließlich bindender Berichtspflichten gilt es nun in die Praxis umzusetzen, um die notwendigen Grundlagen zu erhalten, weitere Indikatoren zu entwickeln und eine Anpassung der Infrastruktur an die Folgen des Klimawandels messbar machen. Die beteiligten Länder und Akteure werden in das systematische Meldewesen einbezogen, um ein möglichst umfassendes Bild zu erhalten. Bereits vorhandene Meldewesen der Länder sind zu evaluieren und bei der Entwicklung eines zentralen Meldesystems zu berücksichtigen bzw. zu integrieren. Eine doppelte Datenhaltung bzw. -pflege soll vermieden werden.

Mit Hilfe der ableitbaren Ursachen-Wirkungs-Modelle können in einem weiteren Schritt konkrete Managementmaßnahmen identifiziert werden, die die Schienen- und Straßenverkehrsinfrastruktur gegen die Folgen des Klimawandels resilienter ausgestaltet.

Handlungsfeld „Gebäude“:

Allen in diesem Handlungsfeld genannten Akteuren wird empfohlen, die bestehenden und sich noch verstärkenden Risiken aus den Folgen des Klimawandels bei Ihren Tätigkeiten zu berücksichtigen:

Eigentümer/Betreiber:

Untersuchung des Gebäudebestandes auf Defizite; Umsetzung baulicher Maßnahmen; Veranlassung von organisatorischen und betrieblichen Maßnahmen; ggf. finanzielle Absicherung von übrigen Risiken (siehe Cluster „Übergreifendes“ Aktionsfeld „Eigenvorsorge“); Nutzung der von durch Bund, Ländern, Kommunen und anderen Organisationen bereitgestellten Informationen zur Anpassung. Durch das BMWSB bzw. seiner nachgeordneten Behörde Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bau- und Raumwesen (BBR) werden schon jetzt Informationen wie z.B. „Klimaangepasste Gebäude und Liegenschaften“, „Hochwasserschutzfibel“ oder „Leitfaden Starkregen – Objektschutz und bauliche Vorsorge“ bereitgestellt (siehe: <https://www.bbsr.bund.de>)

Finanzdienstleister / Versicherungen:

Beurteilung und Berücksichtigung des Risikos von Schäden durch Ausprägungen des Klimawandels und Berücksichtigung von baulichen Anpassungen dagegen in den Bewertungsverfahren.

Länder und Kommunen:

Konkretisierung der regionalen und lokalen Gefährdungen durch Ausprägungen des Klimawandels sowie Veröffentlichung und Verbreitung der Ergebnisse für die unterschiedlichen Zielgruppen; ggf. Verschneidung von Schadenserhebungen, -ursachen und Entwicklung von baulichen Präventionsmaßnahmen; verbesserte Nutzung von bereits bestehenden bauplanungs- und bauordnungsrechtlichen Hebeln, bspw. durch Festsetzungen im Rahmen der Bauleitplanung und durch Anpassung der Musterbauordnung; bzw. Einführung einer den Klimawandel berücksichtigenden Freiraumsatzung, zum gebündelten Nachweis von Regenwasserretention, Förderung der Artenvielfalt und der Vermeidung von Hitzeinseln auf beplanten Grundstücken.

Hochschulen und Universitäten, Weiterbildungsstätten der Verbände und der Kammern:

Um dem Fachkräftemangel entgegen zu wirken sollten Hochschulen und Universitäten sowie Weiterbildungsstätten der Verbände und Kammern die Lehre und Aus-, Fort- und Weiterbildung über bauliche Vorsorgemöglichkeiten und Anpassung von Gebäuden

verstärkt in den Blick nehmen.

Beratende im Bauwesen (Landschafts-/Architekten und Ingenieure, Handwerk; i. W. deren Verbände/Kammern):

Verbreitung des Wissens und der Kenntnisse über bauliche Maßnahmen gegen Ausprägungen des Klimawandels durch Schulungs- und Fortbildungsangebote; ggf. Einführung einer niederschweligen Fachberatung (ähnlich zur Energieberatung) unter Berücksichtigung bestehender Strukturen (bspw. Verbraucherschutz, Volkshochschulen, Zentrum Klimaanpassung) ggf. mit Unterstützung des Bundes; Aus- und Weiterbildung von Sachverständigen für den Schadensfall.

5. Risiken

Handlungsfeld „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“:

Umsetzungsrisiken für den wasserstraßengebundenen Verkehr: Während der Umsetzung von Maßnahmen, insbesondere von Infrastrukturmaßnahmen, sind viele ökologische und ökonomische Faktoren zu berücksichtigen und viele Akteursgruppen zu beteiligen. Ziel ist es immer einen größtmöglichen Konsens herzustellen. Daher müssen Pläne mitunter angepasst und Fertigstellungszeitpunkte verschoben werden. In Bezug auf einige Maßnahmentypen (z. B. Schiffstechnik) kann der Bund z. B. in Form von Förderung Anreize schaffen. Die Umsetzungsentscheidung liegt aber außerhalb des Einflussbereiches der Bundesregierung.

Umsetzungsrisiken für den landgebundenen Verkehr: Mit Blick auf die Zielerreichung im Bereich der Schieneninfrastruktur muss festgehalten werden, dass der Zustand von Infrastrukturkomponenten derzeit noch nicht automatisiert prüfbar ist. Schäden an diesen Anlagen sind daher heute noch nicht automatisiert erfassbar. Hierfür müssen zunächst die technischen Voraussetzungen geschaffen werden. Dies ist auf Grund der Vielzahl von unterschiedlichsten technischen Komponenten über das gesamte Schienennetz hinweg eine Herausforderung.

Die o.g. Umsetzungsrisiken müssen auch in Bezug auf die Zielerreichung berücksichtigt werden.

Statistische Wahrscheinlichkeiten: Der Nutzen etwaiger Maßnahmen entfaltet sich insbesondere in Extremsituationen (z. B. extreme Niedrigwassersituationen). Es ist möglich, in der Vergangenheit wiederholt vorgekommen und im Grundsatz im Wort "Extrem" angelegt ("extrem selten"), dass sich über längere Zeit keine Extreme ereignen. Der Nutzen der Maßnahmen ist in diesem günstigen Fall ggf. nur in geringem Maße nachweisbar. Andere Größen sind ggf. unterschätzt, z. B. das Risiko ausbleibender Gletscherspeisung für den Rhein.

Finanzielle Risiken: Für die Umsetzung der vorgenannten Maßnahmen ist eine bedarfsgerechte Ressourcenausstattung erforderlich.

Handlungsfeld „Gebäude“:

Unzureichendes Wissen über den tatsächlichen Zustand des bundesdeutschen Gebäudebestandes erschwert die Implementierung von Monitoring- und Evaluierungskonzepten sowie Indikatoren für das Handlungsfeld Gebäude.

Der Bund verfügt über limitierte Einflussmöglichkeit aufgrund der rechtlichen Zuständigkeiten der Länder und Kommunen. Außerdem ist das Einwirken der öffentlichen Hand auf Privatpersonen bzw. deren Eigentum und Besitz durch die Eigentumsgarantie des Art. 14 Abs. 1 GG eingeschränkt. Der hieraus entwickelte Bestandsschutz soll bauliche Anlagen vor nachträglichen bauaufsichtlichen

Maßnahmen schützen. Dieser ist bei der Umsetzung insb. von Ziel I-4, welches die Ertüchtigung von Bestandsbauten in den Fokus stellt, besonders zu berücksichtigen.

Weiterhin besteht das Risiko der Fehlanpassung oder auch „Maladaption“, wenn bei der Umsetzung von baulichen Klimaanpassungsmaßnahmen Wechselwirkungen mit anderen Planungszielen nicht ausreichend beachtet werden (bspw. negative Auswirkungen auf Klimaschutzziele durch hohe graue Emissionen baulicher Klimaanpassungsmaßnahmen, negative Auswirkungen auf die Barrierefreiheit durch Schwellen an Eingangstüren oder negative Auswirkungen auf den Gesundheitsschutz, z.B. durch Erhöhung der UV-Belastung in der unmittelbaren Nähe von Gebäuden aufgrund des Rückstrahlvermögens (Albedo) heller, reflektierender Fassaden.

Gegebenenfalls zusätzliche Anforderungen zur Erhöhung der Resilienz von Gebäuden gegen Ausprägungen des Klimawandels müssen zudem sorgfältig mit anderen baupolitischen Zielen und Zielen wie beispielweise einer Baukostenbegrenzung und einer schnellen Bereitstellung von bezahlbarem Wohnraum abgeglichen werden und dürfen diesen nicht entgegenstehen.

Messbare Ziele der Klimaanpassung im Cluster „Land und Landnutzung“

Verantwortliches Ressort: BMUV/BMEL

1. Signifikante Risiken im Cluster und den einzelnen Handlungsfeldern

Die letzte [Klimawirkungs- und Risikoanalyse \(KWRA\)](#) für Deutschland von 2021 untersuchte strukturiert die aktuellen Klimawirkungen und zukünftige Klimarisiken für das Cluster Land und Landnutzung und den vier zugeordneten Handlungsfeldern „Biologische Vielfalt“, „Boden“, „Landwirtschaft“ und „Wald- und Forstwirtschaft“. Daraus ergibt sich die hohe Relevanz, Ziele für eine vorsorgende Klimaanpassungsstrategie zu entwickeln, welche sich an den dringenden und sehr dringenden Handlungserfordernissen orientieren. Diese Anpassungsziele sollten konsistent mit anderen Fachstrategien und Verpflichtungen des Bundes sein (z.B. Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz, Nationale Strategie zur Biologischen Vielfalt (NBS 2030), EU-Biodiversitätsstrategie für 2030, EU-Bodenstrategie für 2030, Bund-Länder-Zielvereinbarung zum Klimaschutz durch Moorbodenschutz, Waldstrategie 2050, der Ackerbaustrategie 2035, der Agenda zur Anpassung von Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei und Aquakultur an den Klimawandel oder dem Aktionsplan Anpassung).

Für das Handlungsfeld **Biologische Vielfalt** liegen laut KWRA sehr dringende Handlungserfordernisse für die Klimawirkungen (a) Schäden an Wäldern, (b) Schäden an wassergebundenen Habitaten und Feuchtgebieten sowie (c) Ausbreitung invasiver Arten vor. Dringende Handlungserfordernisse wurden für die Klimawirkungen (d) Ökosystemleistungen, (e) Schäden an Küstenökosystemen, (f) Verschiebung von Arealen und Rückgang der Bestände und (g) Verlust an genetischer Vielfalt identifiziert. Die Anpassungsdauer der biologischen Vielfalt kann mehrere Jahrzehnte betragen. Es gilt daher die Erhaltung der biologischen Vielfalt vor allem in Zeiten des Klimawandels im Allgemeinen zu fördern und so die Resilienz von Mensch und Natur gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels zu steigern.

Die Auswirkungen des Klimawandels auf das Handlungsfeld **Boden** sind laut KWRA und DAS-Monitoringbericht: (a) Verlust fruchtbarer Böden durch zunehmende Erosion, (b) Rutschungen und Muren in den Gebirgsregionen, (c) Wassermangel in Land- und Forstwirtschaft (inkl. Frage nach Water reuse), (d) Rückgang der Sickerwasserbildung und damit der Grundwasserneubildung), (e) Konsequenzen für die Bodenbiodiversität und den Boden(kohlen)stoffhaushalt, (f) Auswirkung auf die Filterfunktion für Nitrat und Schadstoffe (und damit auf die Qualität des Grundwassers) und (g) langfristiger Verlust der Bodenfruchtbarkeit. Die Funktionen des Bodens als Standort für die Nahrungs-, Rohstoff- und Futtermittelproduktion, als Lebensraum und Lebensgrundlage für Pflanzen, Tiere und den Menschen, als Kohlenstoffspeicher und Regulator für klimarelevante Spurengase sowie bedingt durch seine wichtige Rolle beim Klima- und Hochwasserschutz müssen langfristig gesichert werden.

Im Handlungsfeld **Landwirtschaft** bestehen laut KWRA sehr dringende Handlungserfordernisse für die Klimawirkungen (a) abiotischer Stress (Pflanzen) und (b) Ertragsausfälle. Für die landwirtschaftlichen Betriebe zeigte sich die Relevanz für die Anpassung an die genannten Klimarisiken in den letzten Jahren, welche insbesondere durch die hohe Trockenheit und punktuell starke Regenfälle für viele Betriebe und in vielen Regionen Deutschlands klimatisch herausfordernd waren und teilweise mit erheblichen Ertragsschwankungen und -verlusten einhergingen. Die dahingehenden Handlungserfordernisse sind weitreichend anerkannt und werden auch in anderen Strategieprozessen, wie der Agenda Anpassung von Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei und Aquakultur an den Klimawandel des BMEL, dem Aktionsplan Anpassung und der Ackerbaustrategie, aufgegriffen. Auf Betriebsebene umfassen diese insbesondere die Anpassung der

Pflanzenbausysteme unter anderem durch erweiterte Fruchtfolgen, klimastabilere und regional angepasste Arten und Sorten, bodenschonende Anbauverfahren, Humusaufbau und Flurgestaltung zum Schutz vor Erosion.

Für das Handlungsfeld **Wald- und Forstwirtschaft** definiert die KWRA sehr dringende Handlungserfordernisse für die Klimawirkungen (a) Hitze- und Trockenstress, (b) Stress durch Schädlinge/Krankheiten und (c) Nutzfunktion: Holzertrag. Dringende Handlungserfordernisse liegen für die Klimawirkungen (d) Schäden durch Windwurf und (e) Nutzfunktion: Erholung vor. Die Wechselwirkung zwischen abiotischen und biotischen Risiken stellt eine große Herausforderung für die Wälder in Deutschland und ihre Ökosystemleistungen dar, da sich die Wuchsbedingungen für die Wälder in einem zum Teil wachstumsmindernden und bestandsbedrohenden Ausmaß ändern und die Ertragsbildung, -qualität und -stabilität der Wälder negativ beeinflusst.

Eine vorsorgende Klimaanpassungsstrategie sollte die weitreichenden Wechselwirkungen zwischen den Anpassungsmaßnahmen im Cluster Land und Landnutzung, speziell bei der Aufrechterhaltung und Nutzung von Ökosystemleistungen unter Klimawandelbedingungen, berücksichtigen. Eine intakte Natur und ein gesunder Boden tragen zur Klimaanpassung und zur Vorsorge gegen Klimawandelfolgen bei. Auch die Stabilität von Produktionssystemen, insbesondere in der Land- und Forstwirtschaft erfordert eine intakte Umwelt. Das Zusammenspiel biotischer und abiotischer Faktoren generiert Ökosystemdienstleistungen, z.B. über die Bereitstellung von Bodenfruchtbarkeit, Bestäubung, Erosionsschutz und Schädlingskontrolle, aber auch die Bereitstellung von Nahrungs- und Futtermitteln sowie biogener Rohstoffe. Es bestehen zusätzlich Wechselwirkungen mit anderen Clustern, insb. den Anpassungsmaßnahmen im Cluster Wasser. Die systematische Entwässerung der Landschaft diente über Jahrhunderte hinweg der Gewinnung von landwirtschaftlicher, forstwirtschaftlicher und Siedlungsfläche sowie dem Abbau von Torf. Dies beeinträchtigt nach wie vor den Zustand vieler Ökosysteme. Die Zielerreichung nationaler und internationaler Abkommen, Vereinbarungen und Strategien hängt auch maßgeblich von einem möglichst ausgeglichen Landschaftswasserhaushalt ab. Eine Verbesserung des Wasserrückhaltevermögens in der Fläche beeinflusst daher auch die Zielerreichung der Handlungsfelder im Cluster Land und Landnutzung.

2. Ziele, Indikatoren und Maßnahmen/Instrumente

Nachfolgend werden die definierten Ziele mit dazugehörigen Unterzielen, Indikatoren und Maßnahmen erläutert. Eine wesentliche Voraussetzung war, dass diese Anpassungsziele messbar und konsistent mit anderen Fachstrategien und Verpflichtungen des Bundes sein sollten. Es wurden Ziele ausgewählt und definiert, von denen eine wesentliche Wirkung auf die Anpassung des Clusters zu erwarten ist.

Resiliente Ökosysteme

Box: Anpassungs- und Widerstandsfähigkeit der Arten und Ökosysteme bis 2030 stärken

Der Biodiversitätsverlust und der Klimawandel hängen eng miteinander zusammen und verstärken sich gegenseitig. Die biologische Vielfalt wird durch den Klimawandel stark beeinflusst, z. B. durch die Verschiebung von Lebensräumen, durch Dürren und große Hitze. Gleichzeitig trägt ein hohes Maß an biologischer Vielfalt zur besseren Klimaanpassung und Vorsorge gegen die Folgen des Klimawandels bei. Naturnahe, vielfältige Ökosysteme können den Veränderungen durch den Klimawandel in der Regel besser standhalten, sich leichter erholen und Störungen besser puffern: sie sind resilienter. Viele Ökosysteme fungieren zudem als CO₂-Senken und damit als natürliche Klimaschützer, ohne deren Funktionsfähigkeit die Klimaziele nicht zu erreichen sind. Mit dem Verlust der biologischen Vielfalt gehen diese Leistungen der Natur unwiederbringlich verloren. Daher muss die Widerstands-

und Anpassungsfähigkeit von Arten und Ökosystemen durch die Erhaltung und Stärkung der biologischen Vielfalt gefördert werden.

Die Nationale Strategie zur Biologischen Vielfalt (NBS) ist seit 2007 die zentrale Naturschutzstrategie der Bundesregierung. Von hoher Bedeutung für den Schutz der biologischen Vielfalt in Deutschland ist die Fortentwicklung für die Zeit bis 2030, die NBS 2030, mit welcher der "Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework" (GBF) umgesetzt, sowie ein Beitrag zur Umsetzung der EU-Wiederherstellungsverordnung und der EU-Biodiversitätsstrategie für 2030 geleistet werden soll. Es ist beabsichtigt, Ziele, Indikatoren und Maßnahmen der NBS 2030, die Synergien zur Klimaanpassung aufweisen, im Rahmen der nächsten Fortschreibung der Anpassungsstrategie aufzunehmen. Für die Fortschreibung geplant sind Unterziele zu den Bereichen Biotopverbund, Schutzgebiete, naturbasierte Lösungen, gebietsfremde Arten, Struktur- und Landschaftselemente, Ökolandbau, Biodiversität in Agrarlandschaften, und Wiederherstellung.

Ziel L-1: Direkte und indirekte Auswirkungen des Klimawandels auf die Biologische Vielfalt minimieren

Die Verbreitung der Tier- und Pflanzenarten, der Lebensgemeinschaften und der Ökosysteme wird wesentlich vom Klima bestimmt. Veränderungen u.a. der Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse sowie der Häufigkeit von Extremereignissen beeinflussen langfristig die jahreszeitliche Entwicklung, das Verhalten, die Fortpflanzung, die Konkurrenzfähigkeit und die Nahrungsbeziehungen von Arten. Zusätzlich hat der Klimawandel auch indirekte Auswirkungen auf die biologische Vielfalt, z.B. durch die Umsetzung von Klimaschutz- und Klimaanpassungsmaßnahmen. Um die biologische Vielfalt in Deutschland zu erhalten, müssen die direkten und indirekten Auswirkungen des Klimawandels auf die biologische Vielfalt minimiert werden.

Unterziel 1.I (Landschaftsplanung): Bis 2030 wird eine naturverträgliche Klimaanpassung im Rahmen von Neuaufstellungen und Fortschreibungen von Landschaftsplanungen umgesetzt.

Die Landschaftsplanung sollte zukünftig verstärkt die Dynamik und die Veränderungen der Landschaft durch den Klimawandel vorausschauend berücksichtigen, um Anpassungsoptionen und flexible Entwicklungsmöglichkeiten zu unterstützen. Die Klimawandelfolgen und die daraus resultierenden Anforderungen an den Biotop- und Artenschutz finden zunehmend Eingang in Landschaftsprogramme und Landschaftsrahmenpläne. Konkrete Aussagen u.a. zu Zielen und Maßnahmen mit Klimawandelbezug fehlen bislang aber in der überwiegenden Mehrzahl der Pläne¹⁸. Die Messbarkeit dieses Ziels ist unter Heranziehung des DAS-Indikators BD-R-1: Berücksichtigung des Klimawandels in Landschaftsprogrammen und Landschaftsrahmenplänen möglich. Als Grundlage für die Auswertung wäre das beim Bundesamt für Naturschutz geführte „Landschaftsplanverzeichnis“ heranzuziehen, das u.a. eine Übersicht der Landschaftsrahmenpläne und Landschaftsprogramme Deutschlands vorhält. Mit Blick auf dieses Unterziel wird eine eigenständige Auswertung geprüft.

¹⁸ Monitoringbericht 2019 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Link: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/das_monitoringbericht_2019_barrierefrei.pdf

Für die kommende Fortschreibung der Klimaanpassungsstrategie sind zudem Unterziele zu den Themen „naturbasierte Lösungen“ und „gebietsfremde Arten“ geplant (vgl. Box: „Anpassungs- und Widerstandsfähigkeit der Arten und Ökosysteme bis 2030 stärken“)

Widerstandsfähige Böden gegenüber Klimavariabilität und extremen Wetterereignissen

Ziel L-2: Widerstandsfähigkeit des Bodens gegenüber den Folgen des Klimawandels stärken

Zielbild: Böden sind widerstandsfähig gegenüber Klimavariabilität und ungünstigen Wetterbedingungen (insbesondere Extremwetter- und -witterung). Sie wirken als Filter und Puffer gegenüber Schadstoffeinträgen und schützen Gewässer und das Grundwasser. Sie sind Bestandteil der natürlichen Wasser- und Stoffkreisläufe. Ihre wichtigen Funktionen als Standort für die Nahrungs-, Rohstoff- und Futtermittelproduktion, als Lebensraum und Lebensgrundlage für Pflanzen, Tiere und den Menschen, als Kohlenstoffspeicher und Regulator für klimarelevante Spurengase sowie ihre wichtige Rolle beim Klima- und Hochwasserschutz werden erhalten und geschützt.

Die Europäische Kommission hat als Teil der EU Biodiversitätsstrategie im Juli 2023 einen Vorschlag für eine Richtlinie zur Bodenüberwachung und -resilienz vorgelegt. Ein Ziel des Richtlinienvorschlags ist es, bis 2050 gesunde Böden zu erreichen und einen gesunden Zustand der Böden aufrecht zu erhalten, sodass die Böden vielfältige Ökosystemleistungen in einem Umfang erbringen können, der die Auswirkungen des Klimawandels und des Verlusts an biologischer Vielfalt verhindert bzw. abmildert und die Widerstandsfähigkeit gegen Naturkatastrophen und die Ernährungssicherheit erhöht.

Unterziel 2.1 (Flächenverbrauch): Bis 2030 soll der durchschnittliche tägliche Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche (Flächenverbrauch) auf unter 30 Hektar pro Tag reduziert werden. Bis 2050 wird eine Flächenkreislaufwirtschaft (Flächenverbrauch Netto-Null) angestrebt.

Zumeist entstehen neue Siedlungs- und Verkehrsflächen auf landwirtschaftlich genutzten und häufig auch hochwertigen Böden. Diese Umwandlungen von Ackerböden, Wald oder Grünland verursachen beträchtliche Umweltauswirkungen und verstärken die negativen Folgen des Klimawandels: Ein Großteil der Flächen wird mit Gebäuden oder Anlagen bebaut oder für Verkehrswege in Anspruch genommen und führt durch die damit einhergehende Bodenversiegelung zu erheblichen Bodenbeeinträchtigungen. Dies zerstört die natürliche Bodenfruchtbarkeit und behindert so auch eine zukünftige (Wieder-)Nutzung für die Land- und Forstwirtschaft. Versiegelte Böden verlieren ihre Fähigkeit zur Regulierung des Mikroklimas und können im Sommer keinen Beitrag zur Milderung der Überhitzung in Städten leisten. Flächenverbrauch und damit einhergehend der Verlust naturnaher Böden führen zu einer Verminderung der natürlichen Treibhausgasspeicherung im Boden und tragen damit zur weiteren Klimaerwärmung bei. Auch die Artenvielfalt und Anpassungsmöglichkeiten von Tieren und Pflanzen werden beeinträchtigt, da im Zuge des Flächenverbrauchs Landschaften zerschnitten und die Lebensräume zerstört werden. Neu erschlossene Siedlungs- und Verkehrsflächen verursachen zusätzlichen Verkehr, der wiederum Lärm und Schadstoffbelastungen verursacht. Außerdem erhöht der Flächenverbrauch den Material- und Energieverbrauch für den Bau und Betrieb von Gebäuden und Erschließungsinfrastruktur.

Das Ziel entspricht der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie und der EU-Bodenstrategie. Indikator zur Messung von Unterziel 3.1 ist die Entwicklung der **Siedlungs- und Verkehrsfläche** (L-3.1.a), welche bereits im bestehenden DAS Monitoring abgebildet wird.

Da auch die Flächeninanspruchnahme für Vorhaben zum Ausbau der Erneuerbaren Energien und zum Teil unter dem Indikator „Siedlungs- und Verkehrsfläche“ erfasst wird, wird der Indikator „Siedlungs- und Verkehrsfläche“ parallel zum entsprechenden Indikator in der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie weiterentwickelt, um den Anteil der Erneuerbaren Energien an der Gesamt-Flächeninanspruchnahme zukünftig transparenter darzustellen.

Unterziel 2.II (Bodenversiegelung): Anstieg der der Bodenversiegelung reduzieren

Etwa die Hälfte (45 Prozent) der Siedlungs- und Verkehrsflächen ist versiegelt, sowie etwa 6,54% der Gesamtfläche Deutschlands, das heißt mit Gebäuden oder Anlagen bebaut oder für Fahrbahnen, Parkplätze und Gehwege asphaltiert, betoniert, gepflastert oder verdichtet und anderweitig befestigt. Je nach Versiegelungsgrad werden die natürlichen Bodenfunktionen und ökosystemaren Leistungen des Bodens beeinträchtigt oder können gar nicht mehr erbracht werden.

Wird der Boden dauerhaft von Luft und Wasser abgeschlossen, gehen die Bodenfauna und die Bodenflora verloren, welche wiederum wichtige Funktionen für den Erhalt und die Neubildung von fruchtbaren Böden erfüllen. Eine übermäßige Bodenversiegelung hat auch unmittelbare Auswirkungen auf den Wasserhaushalt und die Grundwasserneubildung. Unversiegelter Boden kann je nach Bodenart, Humusgehalt und Bewuchs bis zu 200 Liter Niederschlag pro Quadratmeter und einem Meter Tiefe aufnehmen. Wenn der Boden überbaut, asphaltiert, mechanisch verdichtet oder befestigt ist, fließt ein großer Anteil des Niederschlagswassers sehr rasch oberflächlich ab oder über Abwasserkanäle in die Flüsse. Die Kombination aus Flussverbauung, Begradigung und Bodenversiegelung lässt Hochwasserspitzen entstehen. Auch das Kleinklima wird negativ beeinflusst: Aus versiegeltem Boden kann kein Wasser verdunsten und somit fehlt eine vor allem im Sommer in urbanen Räumen wichtige Kühlfunktion des Bodens. Pflanzen sind als Wasserverdunster und als Schattenspendler nicht vorhanden.

Schließlich ist Bodenversiegelung nur schwer und mit hohen Kosten wieder zu beseitigen. Auch im Anschluss an eine Entsiegelung bleibt die natürliche Struktur des Bodens gestört. Häufig bleiben Reste von Fremdstoffen (wie Beton- oder Asphaltbrocken, Kunststoffsplitter oder diverse Schadstoffe) im Boden zurück. Neue Bodenfauna und -flora bilden sich nur über längere Zeiträume, so dass auch die natürliche Bodenfruchtbarkeit verzögert und oft nicht in der vorherigen Qualität wieder herstellbar ist.

Vor diesem Hintergrund wird die Dringlichkeit der Limitierung der Bodenversiegelung deutlich. Im Rahmen der Fortentwicklung der Nationalen Strategie zur Biologischen Vielfalt 2030 (NBS 2030) ist die zukünftige Minimierung der Bodenversiegelung bei der Flächenneuanspruchnahme als Zielvorstellung vorgesehen. Zudem werden im Rahmen der Überarbeitung der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie ein Ziel und ein entsprechender Indikator zur Bodenversiegelung entwickelt. Ein Indikator zur Messung ist der Versiegelungsgrad, der den Prozentsatz und die Veränderung der Bodenversiegelung anteilig an der bundesweiten Gesamtfläche darstellt. Die COPERNICUS-Daten ermöglichen es, kontinuierlich über die Änderungen des Bodenversiegelungsgrades zu berichten. Langfristig anzustreben ist ein Indikator, der neben der Fläche ggf. auch den qualitativen Verlust (Bodenfunktionserfüllung) berücksichtigt. Es besteht ein inhaltlicher Bezug dieses Indikators zum Indikator der „versickerungsfähigen Oberfläche“ im HF Stadt- und Siedlungsentwicklung. Im Laufe der methodischen Ausarbeitung der Indikatoren soll geprüft werden, inwieweit beide Indikatoren gemeinsame Datengrundlagen nutzen und sich in der Weiterentwicklung ergänzen können, mit dem Ziel einer möglichst effizienten Erfassung und sachgerechten Reduzierung des Aufwands. Perspektivisch erscheint es weiterhin sinnvoll, die Entsiegelungspotenziale zu erfassen und nach Möglichkeit in Bezug zur Wiederherstellung der Bodenfunktionen zu setzen (z.B. Wasseraufnahme, Wasserspeicherfähigkeit, Bodenkühlfunktion (vor allem in urbanen Räumen im Sommer relevant), Lebensraum für unzählige Bodenorganismen (u.a. bedeutsam für die Bodenfruchtbarkeit).

Unterziel 2.III (Guter ökologischer Zustand): Bis 2026 werden eine Definition und Beurteilung eines guten ökologischen Bodenzustands entwickelt und geeignete Klimaanpassungsmaßnahmen (sowie Klimaschutzmaßnahmen) abgeleitet.

Für den Klimaschutz und die Klimaanpassung sind die Leistungen der Bodenorganismen von enormer Wichtigkeit, denn sie sind für die Boden- und Humusbildung maßgeblich verantwortlich. Humus ist durch die Bindung von Kohlenstoff und einen wesentlichen Beitrag zu einem ausgeglichenem Bodenwasserhaushalt sowohl für den Klimaschutz als auch für die Klimaanpassung unerlässlich. Die Diversität der Bodenorganismen ist in unterschiedlicher Form und typischer Zusammensetzung in den Lebensraumtypen (Biotopen) der Landschaft etabliert. Um ihre Veränderungen aufgrund des Klimawandels bewerten zu können, muss ein guter ökologischer Bodenzustand als Referenz lebensraumspezifisch bekannt sein. Die Erhebung und Definition eines guten ökologischen Bodenzustands ist weiterhin eine wichtige Voraussetzung, um geeignete Maßnahmen zum Klimaschutz und zur Anpassung an den Klimawandel abzuleiten.

Das Ziel entspricht der EU-Bodenstrategie und trägt zur Umsetzung des Aktionsplans 2020–2030 für die Internationale Initiative für die Erhaltung und nachhaltige Nutzung der biologischen Vielfalt des Bodens und des aktualisierten Aktionsplans auf der 15. Konferenz der Vertragsparteien des Übereinkommens über die biologische Vielfalt bei.

Als einen ersten Schritt, die Auswirkungen des Klimawandels auf die Biodiversität im Boden datenbasiert und bundesweit abzubilden, kommt der Indikator Regenwurmfauna in Betracht. Er fokussiert auf die Entwicklung der mittleren Abundanz (Häufigkeit) sowie die Artenzahl unterschiedlicher Lebensformtypen der Regenwurmfauna auf Messstandorten auf Acker- und Grünlandböden. Regenwürmer reagieren sensibel auf den Einfluss verschiedener klimatischer Faktoren, wie auf eine Veränderung der Feuchteverhältnisse oder der Temperatur. Sie werden bereits im Rahmen der Bodendauerbeobachtung in einigen Bundesländern untersucht. Eine Erweiterung und Standardisierung der bestehenden Bodenmonitoring-Programme ist jedoch erforderlich.

Für eine umfassende Betrachtung der Bodenbiodiversität ist es darüber hinaus notwendig, die wichtigsten funktionellen Gruppen des Bodennahrungsnetzes zu erfassen. Dies sind, neben den betrachteten Regenwürmern, die Organismengruppen: Enchytraeiden, Bodenmilben, Collembolen, Nematoden, Protisten, Bakterien und Pilze. Vor diesem Hintergrund befinden sich weitere Indikatoren im Rahmen des Monitorings der biologischen Vielfalt in Agrarlandschaften (MonViA) in der Entwicklung. Sie betreffen u.a. die Erfassung von Regenwürmern und Bodenmikroorganismen. Darüber hinaus zielt ein Projekt des Thünen-Instituts darauf ab, die umfangreichen Daten der Bodenzustandserhebung im Wald (BZE-Wald) mit neu erhobenen Daten zu Biodiversität und biologischer Aktivität im Boden zu verknüpfen (BBZE Wald).

Landwirtschaft und Boden: Gemeinsame Ziele

Gesunde Böden sind die Grundvoraussetzung für eine nachhaltige und zukunftsfähige Landwirtschaft. Ca. 48% der Böden Deutschlands werden landwirtschaftlich genutzt. Somit hat die landwirtschaftliche Bodenbewirtschaftung einen bedeutenden Einfluss auf den Bodenzustand. Die Umsetzung von Maßnahmen zum Erhalt und Schutz der Bodengesundheit und –resilienz liegt also zumeist in der Hand von Landwirtinnen und Landwirten, die damit gleichzeitig ihre betrieblichen Risiken im Kontext der Klimaveränderungen senken können. Resiliente Böden tragen wesentlich zur Minderung von Ernteausfällen sowie zum Erhalt einer hohen Bodenfruchtbarkeit und Produktivität bei. Eine klimaangepasste Bodenbewirtschaftung kann auch dazu beitragen, die Bodenbiodiversität und den Bodenwasserhaushalt zu verbessern, wovon nicht nur die

Landwirtschaft, sondern auch die (Agrar-)Ökosysteme insgesamt profitieren (siehe dazu auch Punkt 2.1.3. im Cluster Wasser zum Landschaftswasserhaushalt und zur Rolle der Bodenbearbeitung in Bezug auf kritische Bodenfeuchtezustände).

Um die Synergien und Interdependenzen im Nexus Boden-Landwirtschaft angemessen darzustellen, werden hier Ziele aufgeführt, die gleichermaßen zur **Verbesserung der Widerstandsfähigkeit des Bodens gegenüber den Folgen des Klimawandels** als auch zur **Resilienzsteigerung der Agrarökosysteme** beitragen:

Unterziel 0.I (Kohlenstoffspeicherfunktion und Bodenhumus): Der Humusgehalt in landwirtschaftlich genutzten mineralischen Böden ist je nach Ausgangslage durch standortangepasste Maßnahmen zu erhalten oder zu erhöhen. Für Standorte mit bewirtschaftungsbedingt sehr niedrigen Humusgehalten, sollte durch angepasste Bewirtschaftung eine Steigerung des Humusgehalts erreicht werden.

Humus in landwirtschaftlichen Böden ist für zentrale Funktionen wie das Bodenleben, die Bodenfruchtbarkeit, den Wasserhaushalt, die Nährstoffverfügbarkeit oder die Erosionsminderung von großer Bedeutung und hat daher auch in Bezug auf die Anpassung an den Klimawandel eine zentrale Rolle. Außerdem können die Folgen des Klimawandels über ihren Einfluss auf die landwirtschaftlichen Erträge und die Mineralisation von organischem Bodenkohlenstoff (C_{org}) zu deutlichen Veränderungen der C_{org} -Vorräte führen. Die Anpassung der Landwirtschaft an den Klimawandel trägt daher auch zum Humuserhalt bei. Die Höhe der Humusgehalte in Böden wird in erster Linie durch Standortfaktoren, wie dem Tongehalt, beeinflusst. Auf der einzelnen Fläche bestimmen darüber hinaus die landwirtschaftliche Nutzung und Bewirtschaftung die Humusgehalte. Wegen der großen räumlichen Heterogenität dieser Gehalte, die sich aus der Kombination von naturräumlicher Ausstattung (Ausgangsgestein, Klima), Nutzung und Nutzungsgeschichte ergeben, gibt es große Unterschiede im Potential durch die Bewirtschaftung die Humusgehalte zu erhöhen. Der Beitrag einer humuserhaltenden bzw. -mehrenden Bewirtschaftung zur Klimaanpassung ist aber unumstritten, weshalb humusreiche und humusarme Böden auch in ihrer Zielvorgabe zu unterscheiden sind.

Der DAS-Indikator „BO-R-1“ bildet die Humusgehalte von Acker- und Grünlandböden ab. Ein weiterer Indikator ist zu entwickeln, der sich an den laufenden Prozessen auf EU-Ebene (Nature Restoration Law, Soil Monitoring Law) orientiert und auf den Arbeiten von TI und UBA aufbaut. Darüber hinaus ist ein Monitoring der humusmehrenden Maßnahmen über die vorhandenen Verwaltungsdaten aus InVeKoS (**Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem der EU**) zur Überwachung der Leistung der [GAP](#) denkbar. Auch dieser Indikator wäre noch zu entwickeln.

Unterziel 0.II (Moorböden): Mittel- bis langfristig wird der Abbau der organischen Substanz in Moor- und weiteren organischen Böden (im Folgenden kurz „Moorböden“) durch eine dauerhafte und weitgehende Wiedervernässung sowie eine Wasserstandsanhhebung mit torferhaltender Bewirtschaftung gestoppt und ihre Erhaltung durch ein adäquates Wassermanagement auf Einzugsgebietsebene gesichert. Minderung der jährlichen Treibhausgasemissionen aus organischen Böden um 5 Mio. t CO₂-Äq. bis 2030. (Bund-Länder-Zielvereinbarung zum Klimaschutz durch Moorbodenschutz und Nationale Moorschutzstrategie). Bis 2026 erfolgt ein Ausstieg aus der Torfverwendung im Hobbygartenbau und bis 2030 ein weitgehender Ausstieg aus der Torfverwendung im Erwerbsgartenbau (Torfminderungsstrategie BMEL).

Zielformulierung und Maßnahmen zum Schutz von Moorböden sind bereits in der Bund-Länder-Zielvereinbarung zum Klimaschutz durch Moorbodenschutz und in der Nationalen Moorschutzstrategie verankert. Darin enthalten sind auch weitere Ziele und Maßnahmen zur land- und forstwirtschaftlichen Nutzung von Moorböden. In Bezug auf die Ziele im Cluster Wasser sollten Moorböden in die wasserwirtschaftlichen Planungen einbezogen werden, um auch unter

Klimawandelbedingungen nasse Moorböden nass zu halten bzw. Moorböden vernässen zu können (vgl. Cluster Wasser, 3. Unterziel „Resilienz des Landschaftswasserhaushalts stärken“). Moorböden sollten außerdem in ein dezentrales Hochwassermanagement einbezogen werden. Die Nationale Moorschutzstrategie formuliert hierzu weitere Ziele und Maßnahmen, welche konsequent auch zur Erreichung dieses Klimaanpassungsziels umgesetzt werden sollten.

Zur Messung der Zielerreichung können die Methoden zur Erhebung und Regionalisierung von Indikatoren, welche im Rahmen des Moorbodenmonitorings MoMoK entwickelt wurden, herangezogen werden. Zur Beschreibung der Zustände von Moorböden kommen folgende Indikatoren in Frage: 1) Moorwasserstände, 2) (Moortypische) Biotop- bzw. FFH-Lebensraumtypen aus entsprechenden Kartierungen 3) Vorhandensein von Paludikulturen sowie Maßnahmen zur Wasserstandsanehebung landwirtschaftlich genutzten Böden (z.B. „Moorschonende Stauhaltung“) (InVeKoS) 4) Geländehöhenänderungen 5) Änderung der Bodenkohlenstoffvorräte. Wichtig wäre auch der Aufbau einer Maßnahmendatenbank, in der Maßnahmen der Wasserstandsanehebung bzw. Wiedervernässung auch von nicht landwirtschaftlich genutzten Moorböden dokumentiert und flächenscharf verortet sind. Die Moorwasserstände, Vegetation, Geländehöhen und Bodenkohlenstoffvorräte werden im Rahmen des Moorbodenmonitorings an Stichprobenflächen erfasst, Vegetationsdaten liegen zumindest für geschützte Biotop-/FFH-Lebensraumtypen bei den zuständigen Behörden vergleichsweise großflächig vor. Die Methoden dazu sind in Frank et al. (2022)¹⁹ bzw. in den einschlägigen Kartieranleitungen für die Vegetation beschrieben. Für die operationellen Arbeiten und damit für eine Nutzbarkeit der Indikatoren zur Messung der Zielerreichung ist jedoch eine Verstetigung des Moorbodenmonitorings für den Klimaschutz (MoMoK) notwendig. Verbesserte Methoden zur Regionalisierung von Moorwasserständen werden derzeit erarbeitet. Die THG-Emissionen aus organischen Böden werden außerdem im Nationalen Treibhausgasinventar erfasst. Entsprechend wird dort auch berichtet werden, ob das Minderungsziel der Bund-Länder-Zielvereinbarung zum Klimaschutz durch Moorbodenschutz und der Moorschutzstrategie erreicht wird. Dies erfordert ein abgestimmtes Monitoring von ANK-Maßnahmen und einen Zugang zu den dort erhobenen Daten, was derzeit erarbeitet wird. Zusätzlich zur Torfersetzung durch die entwässerungsbasierte land- und forstwirtschaftliche Nutzung von Moorböden führt der Torfabbau zur Freisetzung großer Mengen an Treibhausgasen und hat damit negative Auswirkungen auf das Klima.

Der Klimaschutzplan 2050 der Bundesregierung sieht Maßnahmen vor, mit denen die Verwendung von Torf verringert werden soll. Der Anteil an Torf in Hobbyerden und Kultursubstraten wird ab 2024 in der Torfstatistik ausgewiesen. Ein entsprechender Indikator ist darauf aufbauend zu entwickeln.

Unterziel 0.III (Kulturpflanzenvielfalt): Ziel ist es, den Anteil an Betrieben mit einem Kulturpflanzenspektrum von mindestens fünf verschiedene Kulturpflanzen und einem ausgewogenen Anteil an Blatt- und Halmfrüchten, Winterungen und Sommerungen, Feldgemüse, Zwischenfrüchten und Untersaaten bis 2030 zu erhöhen und auf 10 Prozent der deutschen Ackerfläche Leguminosen (Hülsenfrüchte zur Körnernutzung und Leguminosen(-gemische) zur Grünernte) anzubauen (Ackerbaustrategie 2035, Eiweißpflanzenstrategie).

Böden sind die natürliche Lebensgrundlage für unsere Gesellschaft und wichtiger Bestandteil der Lebensmittelproduktion. Die Landwirtschaft braucht gesunde Böden, um nachhaltig wirtschaften zu können. Eine standortangepasste Bodenbewirtschaftung ist der Garant für den Erhalt der natürlichen Bodenfunktionen. Weite Fruchtfolgen begünstigen u.a. den Humusaufbau und die Biodiversität in der Agrarlandschaft. Die Erhöhung des Kulturpflanzenspektrums, das heißt der genetischen und strukturellen Vielfalt in der Agrarlandschaft, leistet einen wichtigen Beitrag für

¹⁹ Frank S, Dettmann U, Heidkamp A, Piayda A, Oehmke W, Tiemeyer B (2022) Methodenhandbuch zu den Gelände- und Laborarbeiten für den Aufbau des deutschlandweiten Moorbodenmonitorings für den Klimaschutz (MoMoK) – Teil 1: Offenland, Version 1.0. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 111 p, Thünen Working Paper 199, DOI:10.3220/WP1661764883000

den natürlichen Klimaschutz und erhöht gleichzeitig die Resilienz der Landwirtschaft gegenüber den Folgen des Klimawandels. Eine Erweiterung des Kulturpflanzenpektrums wirkt außerdem Pflanzenschutzproblemen (Schaderregerbefall, Unkrautdruck, Resistenzen) entgegen und mindert das Risiko von Ertragsausfällen durch abiotischen Stress. Die Fruchtfolgen müssen mit einem ausgewogenen Anteil an Blatt- und Halmfrüchten, Winterungen und Sommerungen, Feldgemüse sowie mehr Zwischenfrüchten und Untersaaten unter Beachtung von Anbaupausen erweitert werden. Weite Fruchtfolgen können neben pflanzenbaulichen und ökologischen Vorteilen auch zur betrieblichen Risikomanagement im Klimawandel beitragen, sofern die angebauten Kulturarten nachgefragt und wirtschaftlich sind.

Mögliche Indikatoren, welche zum Teil aus der Agrarstatistik abgeleitet werden können und auch im Rahmen der Ackerbaustrategie 2035 aufgeführt werden, sind die Anbauflächen von Kulturarten inkl. Zwischenfrüchten und der Anbauumfang von Leguminosen und Leguminosengemengen. Im Rahmen des DAS Monitorings werden die Anbauflächen wärmeliebender Ackerkulturen (LW-R4) und die Sorten und Vermehrung wärmeliebender Kulturen (LW-R-2) beschrieben. Ein Monitoring der Entwicklung des Anbauspektrums in einzelnen Betrieben müsste dagegen entwickelt werden. Ein erster Ansatzpunkt dafür wäre die Inanspruchnahme von Förderungen zu „vielfältigen Kulturen“ im Rahmen der GAP und der GAK.

Ebenfalls geeignet wäre der im Rahmen des Monitorings der biologischen Vielfalt in Agrarlandschaften (MonViA) entwickelte Indikator zur Lebensraumvielfalt. Zur Nutzung wäre eine Verstetigung von MonViA notwendig.

Unterziel 0.IV (Dauergrünland): Der heutige Dauergrünlandanteil an der Agrarfläche bleibt mindestens erhalten. Mögliche Flächennutzungskonkurrenzen mit anderen Anpassungszielen (Wiedervernässung von Moorböden, Erstaufforstungen auf erosionsgefährdeten Standorten) sowie weitere politische Ziele wie die Förderung einer nachhaltigen tiergerechten Weidehaltung von Wiederkäuern werden bei der Zielevaluierung mit einbezogen.

Die Klimaanpassungsleistung des Dauergrünlandes wird über die ganzjährige Bodenbedeckung mit dauerhaftem Bewuchs und damit einhergehender höherer Wasserinfiltrationsfähigkeit und -haltefähigkeit sowie geringerer Erosionsanfälligkeit im Vergleich zu Ackerflächen erzielt. Damit kommt Dauergrünland insbesondere auf erosionsgefährdeten Standorten bei zunehmender Starkregenintensität und -häufigkeit eine Bedeutung in der Klimaanpassung zu. Je nach ökologischem Wert des Dauergrünlandes werden zusätzliche positive Effekte für die Biodiversität erwartet sowie durch in der Regel höhere Humusgehalte für den Klimaschutz. Die nachhaltige Nutzung des Dauergrünlandes für die Wiederkäuerernährung kann zudem die Konkurrenz um Flächen zur Lebensmittelerzeugung auf Ackerflächen zu mindern. Im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik der EU (GAP) wird der Erhalt des Dauergrünlandes über die Konditionalität in den Standards für den guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand (GLÖZ) 1, 2 & 9 geregelt. Für das umweltsensible Dauergrünland in Natura 2000-Gebieten und für Dauergrünland in bestimmten Feuchtgebieten und Mooren etwa gilt hiernach grundsätzlich ein Umwandlungs- und Pflugverbot. Für die Umwandlung von Dauergrünland außerhalb solcher Gebiete gilt grundsätzlich eine Genehmigungspflicht, teilweise verbunden mit der Verpflichtung zur Anlage einer Ersatzgrünlandfläche. Generell keinen Schutz bieten die GAP-Regelungen allerdings vor einer Änderung von Dauergrünland in eine nichtlandwirtschaftliche Fläche. Eine neue Herausforderung für die Erhaltung des Dauergrünlandes über die GAP stellt die 2024 EU-weit eingeführte Ausnahmeregelung für Kleinbetriebe bis zu 10 ha landwirtschaftlicher Fläche dar, nach der die Einhaltung der Konditionalität auf diesen Betrieben nicht mehr kontrolliert und eine Nicht-Einhaltung nicht mehr sanktioniert wird. Teilweise tragen auch ordnungsrechtliche Regelungen bereits zum Erhalt von (Dauer-) Grünland bei. In einigen Ländern ist die Umwandlung von Dauergrünland grundsätzlich verboten. Im Wasserhaushaltsgesetz finden sich einschränkende Regelungen für die Umwandlung von Grünland in Ackerland in Gewässerrandstreifen, Überschwemmungsgebieten und Hochwasserentstehungsgebieten. Je nach Einzelfall können auch naturschutzrechtliche Bestimmungen etwa zum Gebiets-, Biotop- oder Artenschutz Handlungen

rechtliche Grenzen setzen, die Grünlandflächen mit besonderem Naturschutzwert erheblichen Beeinträchtigungen auszusetzen drohen. So bilden bestimmte Grünlandtypen gesetzlich geschützte Biotope nach BNatSchG. Weitere Einschränkungen finden sich in den Landschaftsplänen.

Die Messung der Zielerreichung ist über den bereits existierenden DAS-Indikator BO-R-2 Flächenanteil des Dauergrünlands an der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) möglich. Der Beitrag des Dauergrünlandes zur Klimaanpassung und die damit verbundene Zielsetzung sollte kontinuierlich im Kontext steigender Flächenansprüche, zum Beispiel für die Wiedervernässung von Mooren, die Ausweitung von Agroforstsystemen oder die Etablierung neuer Wälder, und sich dadurch verstärkender Nutzungskonkurrenzen evaluiert werden. Die Anpassungsleistung unterschiedlicher Flächennutzungen gilt es politisch einzuordnen, zu diskutieren und zu bewerten.

Unterziel 0.V (Erosion): Auf mindestens 50% der die Erheblichkeitsschwelle für Bodenerosion durch Wasser (modelliert) überschreitenden Flächen und mindestens 50% der potentiell mittel bis hoch durch Winderosion betroffenen Ackerflächen soll der Bodenabtrag bis 2030 durch eine standortangepasste Bewirtschaftung, Landnutzung und Flurgestaltung reduziert werden.

Durch den Abtrag durch Bodenerosion verlieren Böden den kohlen- und nährstoffreichen Oberboden, die Reduzierung der Bodenmächtigkeit schränkt die für die Klimaanpassung notwendige Bodenfunktionen ein (u.a. Wasserspeicher- und -filterfunktion, Ertragsfunktion) und der Eintrag in Gewässer beeinträchtigt deren ökologischen Zustand. Mit der prognostizierten Zunahme der Erosivität der Niederschläge werden intensivere Einzelereignisse ohne Anpassungsmaßnahmen voraussichtlich häufiger zu Schäden an Böden, landwirtschaftlichen Kulturen und Infrastruktur führen. Maßnahmen zur Anpassung sollten sich vorrangig auf die am stärksten gefährdeten Flächen fokussieren.

Grundlage für die Auswahl einer Flächenkulisse sollten in der Regel Modellierungen der Erosion unter Berücksichtigung der Bewirtschaftung und die Definition von Erheblichkeitsschwellen für das Ergreifen vorsorgender Maßnahmen sein. Erheblichkeitsschwellen befinden sich derzeit in Erarbeitung und stehen ab Ende 2024 zur Verfügung. Eine bundesweit einheitliche Ausweisung des Bodenabtrages durch Wind unter Berücksichtigung der Bewirtschaftung und Schutzwirkung liegt jedoch bisher nicht vor und ist zu entwickeln. Daher wird an dieser Stelle ein vorsorgender Ansatz gewählt, indem Schutzmaßnahmen gegen Winderosion auf Grundlage der potentiellen Winderosionsgefährdung umgesetzt werden sollen.

Der im DAS-Monitoring verankerte Indikator BO-I-2: Regenerosivität reicht als Impact-Indikator nicht für das Monitoring der Anpassung an den Klimawandel aus. Zur Messung der Zielerreichung eignen sich Modellierungen von Abtragsraten. Dies kann zunächst für Wasser erfolgen, für Wind müsste ein entsprechendes Verfahren entwickelt werden. Die Einbeziehung des Bewirtschaftungseinflusses auf den Bodenabtrag durch Wasser (ABAG C-Faktor) kann über die Bewirtschaftungsdaten aus vorhandenen Verwaltungsdaten InVeKoS abgeleitet werden. So lange Modellierungen des Bodenabtrages durch Wind noch nicht vorliegen, könnten die ergriffenen Maßnahmen gegen Winderosion in der Flächenkulisse der potentiellen mittleren und hohen Winderosionsgefährdung ausgewertet werden. Außerdem sollten die Entwicklungen der Deskriptoren im Rahmen des Soil Monitoring Law der EU zu Bodenerosion berücksichtigt werden.

Unterziel 0.VI (Bodenschadverdichtung): Bodenschadverdichtungen werden effektiv verhindert.

Durch Verdichtung wird das Porenvolumen im Boden reduziert und damit der Wasserhaushalt und Gasaustausch gestört, was Ernteeinbußen und Schäden durch erhöhten Oberflächenabfluss und Erosion zur Folge haben kann. Durch die sinkende Sauerstoffkonzentration im Boden und damit verbundene Abnahme der Zahl der Bodenorganismen wird auch der Nährstoffgehalt im Boden beeinträchtigt. Wenn durch die Verdichtung die Bodenfunktionen substantiell gestört werden, liegt eine Bodenschadverdichtung vor. Diese potenzieren somit im Kontext des Klimawandels die ohnehin schon vorhandenen Risiken hinsichtlich Bodentrockenheit, Ertragsicherheit, Erosion und

Verschärfung von Abflussspitzen sowie die Beeinträchtigung der Bodenbiodiversität und des Nährstoffhaushalts.

Bodenschadverdichtungen können beim Befahren des Bodens mit schwerer Last bzw. hohem Druck, vor allem im Rahmen der landwirtschaftlichen Bodenbearbeitung oder bei Baumaßnahmen entstehen, insbesondere wenn die mechanische Belastbarkeit des Bodens, d.h. seine Tragfähigkeit bzw. sein Druckkompensationsvermögen, gering ist und die Böden in (zu) feuchtem Zustand befahren werden. Auch unter Wald ist der Boden beim Befahren mit schwerem Gerät gefährdet, da im Wald keine Lockerung des Bodens erfolgt und ein geschädigter Oberboden noch Jahre nach der Befahrung den schlechten Zustand bewahrt.

Es gibt derzeit keine einheitliche Ermittlung der tatsächlichen Bodenverdichtung in Deutschland. Verbindliche Schwellenwerte, ab denen eine Verdichtung im Boden als Bodenschadverdichtung gilt, werden aktuell entwickelt. Diese wären auch im Hinblick auf Maßstäbe zur Bewertung physikalischer schädlicher Bodenveränderungen gemäß der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung erforderlich. In einigen Bundesländern und Regionen vorliegende Strukturuntersuchungen und Einzelmessungen lassen vermuten, dass etwa 10 bis 20 Prozent der Ackerflächen durch bewirtschaftungsbedingte Verdichtung beeinträchtigt sind. In Norddeutschland sind besonders Böden aus Geschiebelehmen und in Süddeutschland tonhaltige Böden betroffen.²⁰ Auswertungen der Bodenzustandserhebung Landwirtschaft (Schneider & Don, 2019) liegen in der gleichen Größenordnung und finden auf ~14% der ackerbaulich genutzten Böden die Durchwurzelung beschränkende Verdichtungen, welche auf die Bewirtschaftung zurückgeführt werden können.²¹ Damit wird der Bedarf zur Formulierung eines Ziels und geeigneter Indikatoren zur Reduzierung bzw. effektiven Vermeidung von Bodenschadverdichtungen deutlich. Die Daten zur Beschreibung der zeitlichen Entwicklung der Befahrbarkeitstage als Indikator zur Entwicklung des Verdichtungsrisikos sind vorhanden und sollen konzeptionell in einen Indikator überführt werden, weitere Indikatoren sollen entwickelt werden. Umso wichtiger ist es, No-Regret-Maßnahmen zur Vermeidung zu Verdichtung umzusetzen. Außerdem sollten die Entwicklungen der Deskriptoren im Rahmen des Soil Monitoring Law zu Unterbodenverdichtung berücksichtigt werden.

Für die kommende Fortschreibung der Klimaanpassungsstrategie ist zudem ein Unterziel zum Thema „Struktur- und Landschaftselemente“ geplant (vgl. Box: „Anpassungs- und Widerstandsfähigkeit der Arten und Ökosysteme bis 2030 stärken“). **Fehler! Linkreferenz ungültig.** <https://www.bfn.de/monitoring-von-landwirtschaftsflaechen-mit-hohem-naturwert> **Fehler! Linkreferenz ungültig.**

Resiliente Agrarökosysteme, Betriebe und Produktion

Ziel L-3: Die Resilienz der Agrarökosysteme gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels stärken. Das Ziel ist eine nachhaltige, standortangepasste Bewirtschaftung und Struktur, welche zu einer Biotop- und Strukturvielfalt sowie biologischen Vielfalt in Agrarlandschaften, einem resilienten Landnutzungssystem und einer stabilen Produktion an Agrarrohstoffen beiträgt.

Agrarökosysteme und sie umgebende/angrenzende, mit ihnen in Interaktion stehende Ökosysteme sind nicht isoliert voneinander zu betrachten, vielmehr hängt ihre Resilienz im landschaftlichen Kontext auch stark von ihren Wechselwirkungen ab. Zu diesem Ziel gibt es daher Querbezüge zu den Zielen anderer Cluster und Handlungsfelder, vor allem zu den Handlungsfeldern Biologische Vielfalt

²⁰ https://www.soilassist.de/fileadmin/soilassist/Newsletter_2019_2020_deutsch.pdf

²¹ Schneider, F., & Don, A. (2019). Root-restricting layers in German agricultural soils. Part I: extent and cause. *Plant and Soil*, 442, 433-451.

und Boden und dem Cluster Wasser. Um Überschneidungen und Dopplungen zu vermeiden, finden sich gemeinsame Unterziele zum Ziel Resiliente Agrarökosysteme und zum Handlungsfeld Boden in einem gemeinsamen Zielkomplex.

Die Resilienz von Agrarökosystemen ggü. dem Klimawandel als solches kann derzeit nicht mit einem Indikator oder Indikatorenset gemessen werden. Vielmehr beschreiben gezielt ausgewählte Unterziele mit entsprechenden Indikatoren das Resilienzpotential der Agrarökosysteme. Mögliche Entwicklungen im Rahmen des im Aufbau befindlichen Monitorings der EU Farm-to-Fork Strategie sollten für die finale Auswahl der Indikatoren zur Messung der Zielerreichung berücksichtigt werden.

In Hinblick auf die Anpassung an sich ändernde klimatische Bedingungen und die Erhaltung bzw. Steigerung der Resilienz von Agrarökosystemen sind die Ziele einer nachhaltigen und standortangepassten Bewirtschaftung unter anderem die Risikostreuung durch den Erhalt und die Förderung der biologischen Vielfalt, die Förderung des natürlichen Regulationsvermögens, die Steigerung der Wasseraufnahme und -haltekapazität der Böden sowie der Ressourcen- und Nährstoffnutzungseffizienz. Die definierten Unterziele streben daher diese Wirkungen an.

Unterziel 3.I (Pflanzenschutzmittel): Bis 2030 Reduktion der Verwendung und des Risikos von Pflanzenschutzmitteln insgesamt um 50 % (vgl. Referenzzeitraum 2011 bis 2013) (Farm-to-Fork)

Es ist die Hauptaufgabe der Landwirtschaft, die Bevölkerung mit sicheren, qualitativ hochwertigen und bezahlbaren Lebensmitteln zu versorgen. Gleichzeitig muss die landwirtschaftliche Praxis so gestaltet sein, dass sie die öffentliche Gesundheit sowie die Umwelt schützt und die Artenvielfalt erhält. Das Ziel ist daher: den integrierten Pflanzenschutz konsequent umzusetzen und die Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel (PSM) im Sinne der Farm-to-Fork Strategie ambitioniert zu reduzieren. Viele der nötigen Anpassungsmaßnahmen, um weniger abhängig von Pflanzenschutzmitteln zu wirtschaften (integrierter Pflanzenschutz, Sortenwahl, Fruchtwechsel etc.), werden langfristig die Resilienz von Agrarökosystemen gegenüber Klimaveränderungen stärken und damit auch das Ertragspotential in sich verändernden klimatischen Bedingungen sichern. Leitbild sind dabei die Ziele der Farm-to-Fork-Strategie. Im Rahmen der Berichterstattung zum Nationalen Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (NAP) zur Umsetzung der EU-Pflanzenschutz-Rahmenrichtlinie 2009/128/EG über einen Aktionsrahmen der Gemeinschaft für die nachhaltige Verwendung von Pestiziden stehen mit dem Behandlungsindex und dem Risikoindikator SYNOPS bereits Indikatoren zur Verfügung, die der Quantifizierung der Intensität der Anwendung von PSM sowie der Abschätzung der mit dem Einsatz verbundenen Risiken dienen (Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz und PAPA). Es ist regelmäßig zu prüfen, inwieweit diese ergänzt bzw. weiterentwickelt werden müssen, um die anvisierte Reduktion der tatsächlich angewandten Pflanzenschutzmittelmengen und des Risikos abbilden zu können.

Unterziel 3.II (Genetische Vielfalt Kulturpflanzen/Nutztierrassen): Die regional angepassten, gefährdeten Kulturpflanzensorten und Nutzierrassen werden durch in-situ/on-farm- und ex-situ-Erhaltung gesichert

Die genetische Vielfalt der genutzten Pflanzen und Tiere stellen eine essentielle Grundlage für künftige Nutzungen und Innovationen in der Landwirtschaft dar. Der Erhalt trägt somit auch zur Sicherung der Ernährung und Rohstoffversorgung unter den Folgen des Klimawandels bei. Vielfältige landwirtschaftliche Systeme sind zudem potentiell besser gewappnet gegen Auswirkungen des Klimawandels, wie zunehmende Schädlinge und Krankheitserreger. Mögliche Indikatoren zur Messung (und ggf. Konkretisierung) von Unterziel 4.III sind die SDG-Indikatoren, die zur Überprüfung von Ziel 2.5 verwendet worden sind. Hierfür wird die Anzahl der für Ernährung und Landwirtschaft nutzbaren a) pflanzen- und b) tiergenetischen Ressourcen gemessen, die mittel- oder langfristig

sicher aufbewahrt werden sowie der Anteil heimischer Rassen, die als vom Aussterben bedroht eingestuft sind.

Zusätzlich können die derzeit in der Entwicklung befindlichen Indikatoren zur genetischen Vielfalt in der Landwirtschaft im Rahmen des Monitorings der biologischen Vielfalt in Agrarlandschaften (MonViA) herangezogen werden. Für ein kontinuierliches Monitoring müsste MonVia verstetigt werden.

Für die kommende Fortschreibung der Strategie sind zudem Unterziele zu den Themen „Öko-Landbau“ und „Biologische Vielfalt in Agrarlandschaften“ geplant (vgl. Box: „Anpassungs- und Widerstandsfähigkeit der Arten und Ökosysteme bis 2030 stärken“).

Ziel L-4: Landwirtschaftliche Betriebe weiter anpassen an klimatische Veränderungen und widerstandsfähig machen gegenüber Klimavariabilität und ungünstigen Witterungsbedingungen. Das Ziel sind Betriebe, die auch unter anspruchsvollen klimatischen Bedingungen ausreichend hochwertige Lebens- und Futtermittel sowie biobasierte Rohstoffe auf nachhaltige Weise produzieren.

Der Klimawandel erhöht neben möglichen positiven Auswirkungen auf die Wachstumsbedingungen in Deutschland das Risiko von Extremwetterereignissen, wie Starkregen, Sturm, Hagel und Spätfrösten, längeren Trocken- und Hitzeperioden sowie einer Verschiebung der Wachstumsperioden und beeinflusst somit die Ertragsbildung, -qualität und -stabilität bisher vorherrschender Anbausysteme. Die Sicherstellung der Produktion von ausreichenden Nahrungs- und Futtermitteln sowie biogenen Rohstoffen in der notwendigen Qualität und Quantität stellt daher ein zentrales Ziel der Anpassungsbemühungen in der Landwirtschaft dar. Dies ist insbesondere auch vor dem Hintergrund bedeutend, dass in anderen Weltregionen deutlich negativere Auswirkungen des Klimawandels auf die Wachstumsbedingungen zu erwarten sind.

Eine ausreichende Flächenverfügbarkeit und die Vermeidung von Bodenversiegelungen sind Voraussetzungen für das Umsetzen dieser Vorhaben. Daher ist auch das Erreichen des Ziels, bis 2030 das Fortschreiten der Siedlungs- und Verkehrsfläche auf weniger als 30 Hektar/Tag zu begrenzen ein zu beachtender Faktor.

Unterziel 4.1 (Ertragsschwankungen): Es kommt bis 2030 (und danach fortlaufend bis 2050) zu keiner klimawandelbedingten Zunahme der Ertragsschwankungen sowie klimawandelbedingten Abnahme der ökonomischen Resilienz der landwirtschaftlichen Betriebe.

Die Höhe der Ertragsschäden in Folge von Extremwetterlagen sind ein relevanter Indikator zur Messung der Anpassungswirkung umgesetzter Anpassungsmaßnahmen auf den landwirtschaftlichen Betrieben und in den Agrarökosystemen. Für die Betriebe zeigte sich die Relevanz für die Anpassung an die genannten Klimarisiken in den letzten Jahren. Insbesondere durch die hohe Trockenheit waren diese für viele Betriebe und viele Regionen Deutschlands klimatisch herausfordernd und gingen teilweise mit erheblichen Ertragsschwankungen und -verlusten einher. Auch unter den Folgen des Klimawandels und den steigenden Risiken sollten die landwirtschaftlichen Betriebe wettbewerbsfähig sein und zur Einkommenssicherung der Landwirtinnen und Landwirte beitragen. Neben den Risiken durch schwankende Bedingungen und Extremwetterlagen selbst können auch Veränderungen im Anbau oder in der Betriebsführung zur Anpassung an den Klimawandel zusätzliche Kosten verursachen.

Für die Ausgestaltung des quantitativen Ziels muss die Bezugsgröße noch konzeptionell entwickelt werden. Als Indikator zur Messung der Ertragsschwankungen sollte der DAS Indikator **LW-I-2**

Ertragsschwankungen weiterentwickelt werden, u.a. in Bezug auf die Regionalität die Berücksichtigung weiterer Kulturen und die Abgrenzung von weiteren Einflüssen auf die Erträge. Neben der methodischen Weiterentwicklung der Indikatoren ist auch eine Weiterentwicklung der statistischen Erhebungen notwendig, um regionalisierte Aussagen zu Ertragsschäden infolge von Extremwetterlagen, zur Wirksamkeit von Anpassungsmaßnahmen, zur Rolle des Ökolandbaus und zu weiteren Kulturen, zum Beispiel Sonderkulturen und Gemüse, zu ermöglichen. Ein Indikator zur Messung der ökonomischen Resilienz der landwirtschaftlichen Betriebe in ihrer Gesamtheit, der die Folgen des Klimawandels und die Implementierung von Anpassungsmaßnahmen für die ökonomische Resilienz des Sektors abbilden kann, muss noch entwickelt werden. Ansatzpunkte sind z.B. die Anzahl der Insolvenzen oder der Cash Flow III. Auf der Basis des Indikators könnte das Ziel noch weiter hinsichtlich des Zielwertes und Jahr der Zielerreichung konkretisiert werden.

Unterziel 4.II (Versorgungssicherheit): Es kommt bis 2030 (und danach bis 2050 fortlaufend) zu keiner klimawandelbedingten Abnahme in der Versorgungssicherheit mit Agrarprodukten.

Die Folgen von großflächigen Extremwetterlagen, insbesondere von langanhaltenden Dürreereignissen, kann die Versorgungssicherheit mit Nahrungs- und Futtermitteln sowie Agrarrohstoffen reduzieren. Klimaanpassungsmaßnahmen sollten daher die Sicherung der Versorgung mit zentralen Agrargütern auch im Falle von Extremwetterlagen im In- und Ausland adressieren. Ein Ansatzpunkt für einen Indikator zur Messung der Versorgungssicherheit kann der Selbstversorgungsgrad für zentrale Agrargüter darstellen, welcher bereits jährlich von der BLE für einige Agrargüter ermittelt wird. Ein Indikator, der auch die Import- / Exportbeziehungen des Agrarsektors für die Versorgungs- und Ernährungssicherheit im Klimawandel berücksichtigt, existiert bisher nicht, sollte aber im weiteren Verlauf des Prozesses entwickelt werden. Die Definition konkreter quantitativer Ziele ist hier derzeit nur teilweise möglich bzw. sinnvoll, weil die dafür notwendigen wissenschaftlichen Grundlagen und geeignete Indikatoren fehlen. In den relevanten Fachstrategien wurden bisher keine quantitativen Anpassungsziele formuliert.

Unterziel 4.III (Anpassungsverhalten): Das Anpassungsverhalten der landwirtschaftlichen Betriebe unterliegt einem kontinuierlichen Monitoring. Der Anteil der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF), für die im Rahmen der GAP mit einer Unterstützung verbundene Verpflichtungen zur Verbesserung der Anpassung an den Klimawandel bestehen, beträgt bis 2027 21,09%. (Anpassung fortlaufend an GAP Ergebnisindikatoren)

Bei der Umsetzung der Anpassung sind verschiedene Akteursebenen, insbesondere Betriebsleitende, die vor- und nachgelagerte Wertschöpfungskette, EU, Länder und Bund, von Bedeutung. Die Entscheidung zur Umsetzung der Anpassungsmaßnahmen liegt aber bei den landwirtschaftlichen Betrieben. Um Hemmnissen bei der Implementierung zu begegnen, kann der Bund weiterhin über die Agrarförderung die Implementierung einzelner Maßnahmen fördern. Die Priorität staatlichen Handelns sollte aber die Verbesserung der Informationslage der Betriebe hinsichtlich Klimafolgen und Anpassungsoptionen und deren Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit von Betrieben sein sowie auf die für die Bereitstellung der Information notwendige Infrastruktur (WBAE 2018). Die Agenda Anpassung von Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei und Aquakultur des BMEL formuliert hierfür bereits qualitative Ziele und nennt wichtige Maßnahmenkategorien, welche weiterhin umgesetzt werden sollten und zur Zielerreichung beitragen. Weitere relevante Fachstrategien, welche zur Zielerreichung beitragen sind die Ackerbaustrategie 2035, die Nationale Wasserstrategie, der Aktionsplan Anpassung sowie verschiedene Strategien der Länder.

Für das Monitoring des Anpassungsverhaltens von landwirtschaftlichen Betrieben stehen Indikatoren im DAS-Monitoring zur Verfügung. Diese sind relevant für einen Überblick zum Anpassungsverhalten

der deutschen Landwirtschaft. Für den nächsten DAS-Monitoring Bericht wird vorgeschlagen, diese zum Teil zu überarbeiten bzw. zu ergänzen:

- LW-R-1 Anpassung von Bewirtschaftungsrhythmen
- LW-R-2 Anpassung und Vermehrung wärmeliebender Ackerkulturen
- LW-R-3 Anpassung des Sortenspektrums im Weinbau
- LW-R-4 Anbau wärmeliebender Ackerkulturen
- LW-R-5 Pflanzenschutzmittel - Absatz und –Anwendung (Indikator weiterzuentwickeln)
- LW-R-6 Landwirtschaftliche Bewässerung
- (LW-I-1 Verschiebung agrarphänologischer Phasen) (kein eigentlicher Anpassungsindikator)
- LW-I-3 Hagelschäden in der Landwirtschaft (Weiterentwicklung und Aufteilung empfohlen: 1. Fläche Hagelschutznetze; 2. Versicherte Schäden von allen witterungsbedingten Ertragseinbußen)
- Gegen Extremwetterschäden versicherte Anbaufläche (noch nicht vorhanden)

Zur Messung einer quantitativen Zielerreichung sind diese Indikatoren bisher nur bedingt geeignet, da sie sich auf einzelne Anpassungsoptionen konzentrieren. Ein potenzieller aggregierter Indikator ist aber der im Ziel genannte Anteil der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) mit Verpflichtungen zur Verbesserung der Anpassung an den Klimawandel, für die im Rahmen der GAP eine Unterstützung gewährt wird. Zu den derzeit unterstützten Anpassungsmaßnahmen gehören z.B. eine vielfältige Fruchtfolge, konservierende Bodenbearbeitung, Erosionsschutzmaßnahmen, Ernteversicherungen, betriebliche und überbetriebliche Bewässerungsanlagen und Maschinen und Anlagen zur Vorbeugung von Extremwetterschäden (z.B. Frostschutzberegnung oder Hagelschutznetze). Dabei sollte die Auswahl der Interventionen, welche förderfähig und anrechenbar sind, zukünftig noch stärker auf Klimaanpassung fokussieren. Die zur Verfügung stehenden Interventionen werden daher kontinuierlich evaluiert und ggf. angepasst bzw. neue Interventionen entwickelt, um den aktuellen Bedarfen und dem Stand des Wissens gerecht zu werden. Als Informationsgrundlage für den Erfolg der Anpassungsmaßnahmen können auch die Indikatoren zu den Unterzielen 5.I und 5.II ergänzend herangezogen werden.

Resiliente Wälder und adaptives naturnahes Waldmanagement

Ziel L-5: Die Anpassungsfähigkeit der Wälder gegenüber klimatischen Veränderungen und ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber Klimavariabilität und ungünstigen Wetterbedingungen (insbesondere Extremwetter- und -witterung) stärken, sodass sie aufgrund ihrer hohen Artenvielfalt günstige Bedingungen für den Erhalt ihrer Funktionalitäten aufweisen.

Dieses Ziel formuliert ein übergeordnetes Leitbild für artenreiche und resiliente Wälder und adaptives Waldmanagement, das die Umweltdynamik berücksichtigt, auch im Hinblick auf eine zukünftige Naturnähe. Es trägt damit der Tatsache Rechnung, dass für das Handlungsfeld Wald vergleichsweise viele Klimarisiken mit einem sehr dringenden oder dringenden Handlungserfordernis im Rahmen der letzten KWRA identifiziert wurden (a. Hitze- und Trockenstress in Wald- und Forstwirtschaft, b. Stress durch Schädlinge/ Krankheiten in der Wald- und Forstwirtschaft, c. Waldbrandrisiko, d. Nutzfunktion: Holzerntrag, e. Schäden durch Windwurf, f. Nutzfunktion: Erholung in der Wald- und Forstwirtschaft). Die Relevanz einer umfassenden Anpassung der Waldbestände und des Waldmanagements zur Erhaltung produktiver Wälder ist hinreichend durch das laufende Monitoring des aktuellen Waldzustandes belegt. Die letzte Waldzustandserhebung 2022 zeigt weiterhin generell hohe Kronenverlichtungen für alle Baumarten und sehr hohe Absterberaten insbesondere in Fichtenbeständen. Die Verlichtungswerte bei der Buche bleiben auf hohem Niveau

und es zeigt sich eine weitere Verschlechterung bei der Kiefer. Andere nationale Strategieprozesse, wie die Waldstrategie 2050 (BMEL 2021) formulieren ähnlich übergeordnete Leitbilder mit dem Ziel umfassender Waldumbaumaßnahmen.

Zur Zielerreichung werden Unterziele formuliert, welche sich durch ein Indikatorenset quantifizieren lassen. Die Ziele konzentrieren sich auf einzelne Anpassungsoptionen mit ausgewählten quantitativen Angaben und erheben nicht den Anspruch, die Gesamtheit potentieller Anpassungsoption der Waldbehandlung abzubilden. Eine Bewertung der Tendenz der Zielerreichung des Oberziels über die Quantifizierung der Unterziele ist aber möglich. Für das Monitoring des Anpassungsverhaltens des Waldmanagements bzw. des Anpassungserfolgs stehen Indikatoren im DAS-Monitoring zur Verfügung.

Unterziel 5.I (Waldumbau und klimaangepasstes Waldmanagement): Bis 2030 beträgt der Umfang des Waldumbaus (Umbaufläche und Wiederbewaldungsfläche, mit Baumartenwechsel und/oder Baumartenanreicherung –überwiegend standortheimischer Baumarten und geeigneter Herkünfte) und der Umfang der Waldfläche mit Förderung durch das Förderprogramm „Klimaangepasstes Waldmanagement“ (Förderfläche) pro Jahr durchschnittlich 100.000 ha (inkl. Wiederbewaldungsfläche, mit Baumartenwechsel).

Auch für Wälder gilt, dass mehr Diversität auch mehr Resilienz, also eine größere Widerstandsfähigkeit gegen äußere Einflüsse bewirken. Forstliche Anpassungsmaßnahmen, die den Wert der Vielfalt und den Beitrag der Biodiversität für den Erhalt der funktionalen Integrität von Ökosystemen und als Voraussetzung für die Erbringung zahlreicher ökologischer Leistungen von Wäldern beachten, leisten daher langfristig einen Beitrag zur Minderung des Klimawandels und zur Anpassung an den Klimawandel. Der Waldumbau im Staats-, Körperschafts- und Privatwald wird über Förderungen mit EU-, Bundes- und Landesmitteln sowie aus Haushaltsmitteln und dem ANK finanziert und vorangetrieben. Infolge der verheerenden Auswirkungen der Dürrejahre 2018 bis 2020 wurden in erheblichem Umfang vor allem durch den Bund und die Länder zusätzliche Mittel bereitgestellt, um den Waldumbau hin zu artenreichen und klimaresilienten Wäldern zu beschleunigen und die Wiederbewaldung der Kalamitätsflächen zu ermöglichen. Bei der Baumartenwahl und -mischung ist die prognostizierte Klimawandeldynamik über den gesamten Lebenszeitraum der Waldbestände zu berücksichtigen. Als Indikator zur Messung der Zielerreichung eignet sich **DAS FW-R-1 Umfang des Waldumbaus**²² sowie die Waldfläche, die zusätzlich in ein klimaangepasstes Waldmanagement überführt wurde. Der dazu bereits existierende Indikator aus dem DAS-Monitoring ist weiterzuentwickeln (Umbaufläche Privatwald und Kommunen mit und ohne Förderung, Einbeziehung Wiederbewaldungsflächen, Waldfläche mit Förderung durch das Förderprogramm „Klimaangepasstes Waldmanagement“) unter Berücksichtigung und Stärkung natürlicher Prozesse. Darüber hinaus kann auf geeignete Indikatoren aus der Bundeswaldinventur (BWI) zurückgegriffen werden (u.a. Naturnähe der Baumartenzusammensetzung, Strukturvielfalt und Naturverjüngung).

Unterziel 5.II (Forstgenetische Ressourcen): Bis 2030 werden die forstgenetischen Ressourcen durch 50.000 ha in-situ, 3.000 ha ex-situ Flächen erhalten.

Die Erhaltungsbestände stellen sicher, dass die genetische Vielfalt bei den häufigen und seltenen Baumarten gesichert werden kann. Damit werden grundlegende Voraussetzungen für die Bewahrung der Anpassungsfähigkeit der Wälder geschaffen. Die Fläche von Erhaltungsbeständen und Saatgut-Beständen dienen dazu, geeignetes Vermehrungsmaterial zur Wiederbewaldung und zum Waldumbau zur Verfügung zu stellen. Die Erforschung der Eigenschaften von Baumarten ist hierzu

²² Titelerweiterung vorgeschlagen, weil der Indikator nicht nur den geförderten Waldumbau, sondern auch den durch Eigenmittel des Bundes und der Länder erfolgten Waldumbau abbildet. Nicht enthalten ist aber der nicht geförderte Waldumbau in Privat- und Kommunalwäldern.

eine wesentliche Voraussetzung, um die Anbauwürdigkeit dieser Baumarten unter den veränderten klimatischen Bedingungen zu verstehen. Als Indikator zur Messung der Zielerreichung eignet sich **DAS FW-R-2 Erhaltung forstgenetischer Ressourcen.**

Unterziel 5.III (Forstwirtschaftliche Informationen): Bis 2030 steigen die forstwirtschaftlichen Informationen zum Thema Anpassung kontinuierlich an.

Die Information der für das Waldmanagement zuständigen Personen ist essentiell für die Umsetzung von übergeordneten Anpassungsvorgaben und -planungen. Daher sind zum einen Informationen zum aktuellen Kenntnisstand der Waldforschung zum Thema Klimawandel, zur Bedeutung der Biodiversität und Naturnähe für die Klimaanpassung von Wäldern, Auswirkungen von Extremwetterlagen und -witterung sowie geeignete Maßnahmen des Waldmanagements erforderlich. Gleichzeitig sollen neue Wege der Information über direkte Schulung, soziale Medien und Öffentlichkeitsarbeit intensiviert werden. Als Indikator zur Messung der Zielerreichung eignet sich **FW-R-6 Forstl. Informationen zum Thema Anpassung [100 Artikel a-1 in AFZ zu Klimawandel)]**²³. Zusätzlich wird geprüft, den Mitteleinsatz des Bundes und der Länder zu Schulung und Fachinformation zu Thema Waldanpassung als Indikator heranzuziehen.

Unterziel 5.IV (Monitoring): Der Anpassungserfolg wird durch die Indikatoren der DAS kontinuierlich beobachtet und bei Fehlentwicklungen Maßnahmen eingeleitet.

Das DAS Monitoring enthält mehrere Indikatoren, die in ihrer Gesamtheit einen Überblick über den Anpassungserfolg geben können. In Ihrer Tendenz sollten sie abnehmende Entwicklungen aufweisen. Als Indikatoren eignen sich **FW-I-3: Waldzustand (Kronenverlichtung), FW-I-4: Absterberate, FW-I-5: Schadholz – Umfang nicht planmäßiger Nutzungen, FW-I-7: Schadholzaufkommen durch Buchdrucker, FW-I-8: Waldbrandgefährdung und Waldbrand (Brandfläche) und FW-1-2 Gefährdete Fichtenbestände.** Darüber hinaus lässt **FW-I-1 Baumartenzusammensetzung in Naturwaldreservaten** Aussagen zum Verlauf von Anpassungsprozessen in Waldökosystemen mit natürlicher Dynamik zu.

Für das Handlungsfeld Boden relevant:

Unterziel 5.V (Wasserrückhalt): Der Wasserrückhalt und die -speicherung im Waldboden wird kontinuierlich bis 2050 verbessert.

Für den Wasserrückhalt in der Fläche, sowohl zur Überbrückung längerer Trockenperioden als auch zur Aufnahme größerer Wassermengen im Falle von Starkregenereignissen spielen Wälder eine zentrale Rolle im Landschaftswasserhaushalt. Insbesondere naturnahe Wälder leisten einen wichtigen Beitrag zu Erosionsschutz, Sickerwasserspende und Resilienz der Wasserinfrastruktur. Als ein Indikator zur Messung der Zielerreichung eignet sich die Menge an organischer Bodensubstanz bzw. der dort gespeicherte Kohlenstoffvorrat in Waldböden, abgebildet im bereits im DAS-Monitoring verwendeten Indikator **DAS FW-R-5 Humusvorrat in Waldböden.** Eine um eine bodenhydrologische Komponente ergänzte und erweiterte Variante des Indikators Humusvorrat in Waldböden wird angestrebt, um das Ziel der verbesserten Wasserspeicherung in Waldböden umfassender abzubilden. Zur Bewertung der Wasserverfügbarkeit und Dürreerisiken befindet sich derzeit ein Wasserhaushaltsmodell in der Weiterentwicklung (Forschungsvorhaben TroWaK), welches die für die Wasserverfügbarkeit relevanten Einflussfaktoren Witterung, Baumartenzusammensetzung und Boden gemeinsam betrachtet.

²³ Indirekte Indikation, da die Artikelanzahl keine direkte Aussage zur Wirkung auf das Anpassungsverhalten zulässt.

Tabelle

Resiliente Ökosysteme			
Ziel L-1: Direkte und indirekte Auswirkungen des Klimawandels auf die Biologische Vielfalt minimieren			
	Unterziel	Indikatoren	Maßnahmen
	.		
Landschaftsplanung	Bis 2030 wird eine naturverträgliche Klimaanpassung im Rahmen von Neuaufstellungen und Fortschreibungen von Landschaftsplanungen umgesetzt.	mögliche Indikatoren: DAS-Indikator BD-R-1: Berücksichtigung des Klimawandels in Landschaftsprogrammen und Landschaftsrahmenplänen (Vorhanden, weiterzuentwickeln)	- Entwicklung von Empfehlungen zur besseren Integration von Anpassungsmaßnahmen in die Landschaftsplanung sowie Hinweise zur planerischen Festlegung bzw. Umsetzung
Widerstandsfähige Böden gegenüber Klimavariabilität und extremen Wetterereignissen			
Ziel L-2: Widerstandsfähigkeit des Bodens gegenüber den Folgen des Klimawandels verbessern			
	Unterziel	Indikatoren	Maßnahmen
Flächenverbrauch	Bis 2030 soll der durchschnittliche tägliche Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche (Flächenverbrauch) auf unter 30 Hektar pro Tag reduziert werden. Bis 2050 wird eine Flächenkreislaufwirtschaft (Flächenverbrauch Netto-Null) angestrebt.	mögliche Indikatoren: DAS Indikator: RO-R-5: Entwicklung der Siedlungs- und Verkehrsfläche	- Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie der BReg mit dem 30 ha Ziel und dem DAS Indikator für Siedlungs- und Verkehrsfläche (StaBa) - DAS Monitoringbericht - Satellitenfernerkundung - Transparente Darstellung des Anteils Erneuerbarer Energien an der Siedlungs- und Verkehrsfläche durch Weiterentwicklung des DAS Indikators für Siedlungs- und Verkehrsfläche parallel zum entsprechenden Indikator in der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie
Bodenversiegelung	Arbeitsformulierung: Anstieg der Bodenversiegelung reduzieren	mögliche Indikatoren: Bodenversiegelungsgrad: Der Indikator stellt den Prozentsatz und die Veränderung der Bodenversiegelung dar.	Neuversiegelung limitieren durch: - Innentwicklung mit prioritärer Nachnutzung bereits versiegelter Flächen - Verringerung des Grades der Bodenversiegelung auch bei

		<p>Es wird eine Abbildung des Anteils der versiegelten Fläche an der bundesweiten Landesfläche vorgeschlagen, zusätzliche Bezugsgrößen sind ebenfalls denkbar. Auf Grundlage der COPERNICUS-Daten kann kontinuierlich über die Änderungen der Bodenversiegelungsgrades durch Destatis berichtet werden. Der Indikator wird auch im Rahmen der Überarbeitung der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie (DNS) diskutiert, insofern besteht noch ein Aktualisierungsvorbehalt. Ein konkreter Indikatorvorschlag für die DNS wird voraussichtlich bis Herbst 2024 vorliegen. Destatis und das UBA arbeiten aktuell an einem Indikator-Konzept und stimmen sich dazu gemeinsam ab.</p>	<p>Neuinanspruchnahme von Siedlungs- und Verkehrsfläche und im Zuge von Flächenrecyclingmaßnahmen mit dem Ziel einer Renaturierung und Erhöhung der Bodenkühlleistung.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ausrichtung rechtlicher Vorgaben und förderpolitischer Maßnahmen auf eine noch stärkere Ausschöpfung der Potentiale der Nachnutzung bereits versiegelter Flächen sowie der Mehrfachnutzung der Fläche (Multifunktionalität). - Im Rahmen der Fortentwicklung der Nationalen Strategie zur Biologischen Vielfalt 2030 (NBS 2030) für 2030 wird die weitere zukünftige Minimierung der Bodenversiegelung bei der Flächenneuanspruchnahme als Zielvorstellung vorgesehen. - Zudem werden im Rahmen der Überarbeitung der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie ein Ziel und ein entsprechender Indikator zur Bodenversiegelung entwickelt. - Perspektivisch erscheint es weiterhin sinnvoll, die Entsiegelungspotentiale zu erfassen und nach Möglichkeit in Bezug zur Wiederherstellung der Bodenfunktionen (z.B. Wasseraufnahme, Wasserspeicherfähigkeit, Bodenkühlfunktion, Lebensraum für Bodenorganismen) zu setzen. Wünschenswert wäre eine verstärkte Forcierung von Maßnahmen zur Entsiegelung als wesentlicher Beitrag zur Klimaanpassung (z. B. im Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz (ANK)).
<p>Ökologischer Zustand</p>	<p>Bis 2026 werden eine Definition und Beurteilung eines guten ökologischen Bodenzustands entwickelt und geeignete Klimaschutz- und Klimaanpassungsmaßnahmen abgeleitet</p>	<p>mögliche Indikatoren:</p> <p>Indikator „Regenwurmfauna“, der bundesweit die Entwicklung der mittleren Abundanz (Häufigkeit) sowie der Artenzahl unterschiedlicher Lebensformtypen der Regenwurmfauna auf Messstandorten auf Acker- und Grünlandböden betrachtet. Langfristig</p>	<p>ANK-Maßnahme 6.4. Stärkung der Bodenbiodiversität:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bis Mitte 2025: Erstellung von Methodenstandards und Vorbereitung der Basiserhebung - Ende 2025 bis Ende 2026: Basiserhebung für verschiedene Nutzungsarten durch, um lebensraumtypbezogene bodenbiologische Referenzdaten für einen guten ökologischen Bodenzustand zu sammeln - Langfristig: Etablierung eines bundesweiten Messnetzes zur Bodenbiodiversität das diverse Organismengruppen sowie

		<p>wird auch eine Betrachtung weiterer Landnutzungsformen angestrebt. (Status: in Erarbeitung)</p> <p>Zwei weitere Indikatoren wurden im Rahmen des Monitorings zur Biologischen Vielfalt in Agrarlandschaften (MonViA) entwickelt:</p> <p>1) "Zusammensetzung, Diversität, Abundanz und Netzwerkstruktur von Bodenmikrobiomen" (Status: in Erarbeitung);</p> <p>2) "Trendmonitoring der Regenwurmgemeinschaften" (Status: in Erarbeitung);</p>	<p>Begleitparameter zu Boden und Bewirtschaftung umfasst und regelmäßig wiederholte Untersuchungen vorsieht</p> <ul style="list-style-type: none"> - Prüfung der Anschlussfähigkeit an bestehende Bodenzustandserhebungen sowie an das Monitoring zur Biologischen Vielfalt in Agrarlandschaften (MonViA)
Boden und Landwirtschaft: Gemeinsame Ziele			
	Unterziel	Indikatoren	Maßnahmen
Kohlenstoffspeicherfunktion und Bodenhumus	<p>Der Humusgehalt in landwirtschaftlich genutzten mineralischen Böden ist je nach Ausgangslage durch standortangepasste Maßnahmen zu erhalten oder zu erhöhen.</p> <p>Für Standorte mit sehr niedrigen Humusgehalten sollte durch angepasste Bewirtschaftung eine Steigerung des Humusgehalts erreicht werden.</p>	<p>mögliche Indikatoren:</p> <p>Der DAS-Indikator „BOR-1: Humusgehalte von Acker- und Grünlandböden“ (vorhanden)</p> <p>Ein weiterer Indikator ist zu entwickeln, der sich an laufenden Prozessen auf EU-Ebene (NRL, Soil Monitoring Law) orientiert und auf den Arbeiten von TI und UBA aufbaut.</p> <p>Monitoring der Umsetzung humusmehrender Maßnahmen über die vorhandenen Verwaltungsdaten InVeKoS (Daten bei den Ländern vorhanden,</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Förderung humusmehrender Maßnahmen inkl. zum Schutz der Bodenbiodiversität, die über die gute fachliche Praxis hinausgehen, auch über die Agrarförderung (GAP über Konditionalität und Ökoregelungen, GAK) möglich z.B. weite Fruchtfolgen mit (möglichst tiefwurzelnden) Leguminosen und/oder Zwischenfrüchten zur Erhöhung der Humusgehalte sowie zur Verringerung und Vermeidung von Bodenverdichtungen, Förderung von Beweidung, schonender Bodenbearbeitung, Bodenbedeckung (Red. Abtrag durch Erosion) vor allem Zwischenfrüchte, Agroforstsysteme. - Einrichtung eines Monitorings der Umsetzung humusmehrender Maßnahmen über die InVeKoS-Daten - ANK-Maßnahmen 6.1, 6.2, 6.5 - Einrichtung des Nationalen Bodenmonitoringzentrums (ANK Maßnahme 8.3) - Umsetzung der Ackerbaustrategie

		Indikator müsste entwickelt werden)	<ul style="list-style-type: none"> - Forschung und Wissenstransfer in die Praxis zur humusmehrenden Wirkung unterschiedlicher ackerbaulicher Maßnahmen unter unterschiedlichen Standortbedingungen. - nationale Umsetzung der Verordnung zur Wiederherstellung der Natur (hier: ökosystemspezifische Verpflichtungen mit Bezug zu landw. Ökosystemen und deren Bestand an organischem Kohlenstoff und mineralischen Ackerböden)
Moorböden	<p>Mittel- bis langfristig wird der Abbau der organischen Substanz in Moor- und weiteren organischen Böden durch eine dauerhafte und weitgehende Wiedervernässung sowie eine Wasserstandsanhebung mit torferhaltender Bewirtschaftung gestoppt und ihre Erhaltung durch ein adäquates Wassermanagement auf Einzugsgebietsebene gesichert. Minderung der jährlichen Treibhausgasemissionen aus organischen Böden um 5 Mio. t CO₂-Äq. bis 2030. (Bund-Länder-Zielvereinbarung zum Klimaschutz durch Moorbodenschutz und Nationale Moorschutzstrategie). Bis 2026 erfolgt ein Ausstieg aus der Torfverwendung im Hobbygartenbau und bis 2030 ein weitgehender Ausstieg aus der Torfverwendung im Erwerbsgartenbau. (Torfminderungsstrategie (BMEL))</p>	<p>mögliche Indikatoren:</p> <p>Methoden zur Erhebung und Regionalisierung von Indikatoren sind im MoMoK entwickelt, dass aber verstetigt werden müsste.</p> <p>1) Moorwasserstände (Methodik zur Erhebung vorhanden, Messnetz wird durch MoMoK etabliert, Daten werden zur Regionalisierung von Moorwasserständen für das Treibhausgasinventar genutzt)</p> <p>2) (Moortypische) Biotop- bzw. FFH-LRT aus entsprechenden Kartierungen (Daten grundsätzlich vorhanden, aber heterogen in Aktualität und Inhalt)</p> <p>3) Vorhandensein von Paludikulturen sowie Maßnahmen zur Wasserstandsanhebung landwirtschaftlich genutzter Böden (z.B. „Moorschonende Stauhaltung“) (InVeKoS) (Daten vorhanden, Methoden zur Ableitung von THG-Emissionen in Arbeit, Datenverfügbarkeit muss gesichert werden)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Nationale Moorschutzstrategie der BR - Aktionsprogramm natürlicher Klimaschutz (ANK) - Bund-Länder-Zielvereinbarung Klimaschutz durch Moorbodenschutz - Umsetzung der Torfminderungsstrategie (BMEL) - ANK, Handlungsfeld 1.4 mit der Förderung einer standortangepassten, nassen Nutzung und Handlungsfeld 6.5 mit Investitionen in Maschinen und Geräte zur (moor)bodenschonenden Bewirtschaftung FöRi Wiedervernässung und Landwirtschaft und FöRi zu Moorbodenbewirtschaftung (Maschinen) - Umsetzung der Wasserstrategie - Verstetigung des Moorbodenmonitorings MoMoK - Nationale Umsetzung (nach Annahme durch Rat der EU) der Verordnung zur Wiederherstellung der Natur (hier: ökosystemspezifische Verpflichtungen mit Bezug zu landw. Ökosystemen und Wiedervernässung von Torfmooren) - Aufbau einer Maßnahmendatenbank, in der Maßnahmen der Wasserstandsanhebung dokumentiert und flächenscharf verortet sind - Verwendung von Torfersatzstoffen bei öffentlichen Aufträgen an den Garten- und Landschaftsbau wird im Rahmen der Torfminderungsstrategie adressiert (läuft beim BMEL) - Informationsmaßnahmen zur Nutzung von Torfersatzstoffen im Gartenbau und Forschungsvorhaben zu Torfersatzstoffen (läuft beim BMEL; unterstützt durch BMUV, siehe Nationale Moorschutzstrategie) - Maßnahmen zur Bewusstseinsbildung von Eigentümerinnen und Eigentümern,

		<p>4) Geländehöhenänderungen (terrestrisches Messnetz wird in MoMoK aufgebaut, d.h. Methodik vorhanden, Fernerkundungsansätze für genutzte Standorte im Entwicklungsstadium, Methoden zur Ableitung von THG-Austausch in Entwicklung)</p> <p>5) Änderung der Bodenkohlenstoffvorräte. (Methodik zur Aufnahme vorhanden, Erstaufnahme an MoMoK-Standorten erfolgt derzeit)</p> <p>6) THG-Emissionen aus organischen Böden gemäß Nationalem Treibhausgasinventar. (vorhanden, derzeit jedoch noch keine explizite Integration von Vernässungsmaßnahmen aufgrund von mangelnder Datenverfügbarkeit/Datenheterogenität/Kapazitäten)</p> <p>Anteil an Torf in Hobbyerden und Kultursubstraten (muss entwickelt werden, Daten vorhanden in Torfstatistik)</p>	<p>Flächenbewirtschaftenden, der Bevölkerung und politischen Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträgern, die im Rahmen der Nationalen Moorschutzstrategie benannt sind,</p>
<p>Kulturpflanzenvielfalt</p>	<p>Ziel ist es, den Anteil an Betrieben mit einem Kulturpflanzenpektrum von mindestens fünf verschiedenen Kulturpflanzen und einem ausgewogenen Anteil an Blatt und Halmfrüchten, Winterungen und Sommerungen,</p>	<p>mögliche Indikatoren:</p> <p>*Anbauflächen von Kulturarten inkl. Zwischenfrüchte (vorhanden Destatis, Agrarstrukturerhebung)</p> <p>*Anbauumfang von Leguminosen und Leguminosengemengen (vorhanden, Agrarstrukturerhebung)</p> <p>*Entwicklung des</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Förderung von vielfältigen Kulturen im Rahmen der Agrarförderung - Umsetzung der Eiweißpflanzenstrategie des BMEL und Schaffung von Vermarktungsmöglichkeiten für Leguminosen - Umsetzung des Maßnahmenprogramms der Agenda Anpassung von Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei und Aquakultur an den Klimawandel des BMEL,

	<p>Feldgemüse, Zwischenfrüchten und Untersaaten bis 2030 zu erhöhen und auf 10 Prozent der deutschen Ackerfläche Leguminosen (Hülsenfrüchte zur Körnernutzung und Leguminosen(-gemische) zur Grünernte) anzubauen. (Ackerbaustrategie, Eiweißpflanzenstrategie)</p>	<p>Anbauspektrums in einzelnen Betrieben (muss entwickelt werden) *Inanspruchnahme von Förderungen zu „vielfältigen Kulturen“ im Rahmen der GAP und der GAK : Aufbau eines Monitoringindikators auf Basis der vorhandenen Verwaltungsdaten InVeKoS (Daten bei den Ländern vorhanden, Indikator müsste entwickelt werden) * Monitoring der biologischen Vielfalt in Agrarlandschaften (MonViA): Indikatoren zur Lebensraumvielfalt (Status: InVeKoS: in Prüfung & Fernerkundung: verfügbar) *Anbau wärmeliebender Ackerkulturen (LW-R4) und Sorten und Vermehrung wärmeliebender Ackerkulturen (DAS LW-R-2, vorhanden)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Forschung zu klimaresistenten Fruchtfolgen, Mischkulturanbau, Kulturarten und Sortenspektren - Wissenstransfer: Umsetzung in landwirtschaftliche Beratung und Ausbildung - Nutzbarmachung der InVeKoS Daten für das Monitoring/Indikatoren
<p>Dauergrünland</p>	<p>Der heutige Dauergrünlandanteil an der Agrarfläche bleibt mindestens erhalten. Mögliche Flächennutzungskonkurrenzen mit anderen Anpassungszielen (Moorwiedervernässung, Erstaufforstungen auf erosionsgefährdeten Standorten) sowie weitere politische Ziele wie die Förderung einer</p>	<p>mögliche Indikatoren: *DAS-Indikator BO-R-2 Flächenanteil des Dauergrünlands an der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Umsetzung Fachstrategien: ANK, Bioökonomiestrategie, Moorstrategie - Erhalt und Ausweitung von Dauergrünland, insbesondere Dauergrünland mit hohem Naturschutzwert, Förderung von Weidetierhaltung - Nutzbarmachung der InVeKoS Daten für das Monitoring/Indikatoren

	nachhaltigen tiergerechten Weidehaltung von Wiederkäuern werden bei der Zielevaluierung mit einbezogen.		
Erosion	Auf mindestens 50% der die Erheblichkeitsschwelle für Bodenerosion durch Wasser (modelliert) überschreitenden Flächen und mindestens 50% der potentiell mittel bis hoch durch Winderosion betroffenen Ackerflächen soll der Bodenabtrag bis 2030 durch eine standortangepasste Bewirtschaftung, Landnutzung und Flurgestaltung reduziert werden.	<p>mögliche Indikatoren:</p> <p>DAS-Indikator BO-I-3: Regenerosivität (Impact-Indikator)</p> <p>* <u>Modellierte</u> Abtragsraten (zunächst Bodenerosion durch Wasser, Wind muss entwickelt werden) unter Einbeziehung der Bewirtschaftung (ABAG C-Faktor)</p> <p>Bewirtschaftungsdaten aus vorhandenen Verwaltungsdaten InVeKoS ableiten (muss entwickelt werden)</p> <p>* So lange Modellierungen des Bodenabtrages durch Wind noch nicht vorliegen, sollen die ergriffenen Maßnahmen gegen Winderosion in der Flächenkulisse der potentiellen mittleren und hohen Winderosionsgefährdung ausgewertet werden.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Förderung erosionsvermeidender Maßnahmen (GAP, GAK, ANK), die über die gute fachliche Praxis hinausgehen: Ganzjährige Bodenbedeckung, Agroforstsysteme, Konservierende Bodenbearbeitung, Anlage von Strukturelementen, Bodenbearbeitung quer zum Hang, Verkürzung von Hanglängen, Begrünung von erosionsaktiven Tiefenlinien, Anbau tief wurzelnder Kulturen, Strukturvielfalt in Agrarlandschaften - Förderung des Wissenstransfers für eine bessere Agrarberatung
Bodenschadverdichtung	Bodenschadverdichtungen werden effektiv verhindert.	<p>mögliche Indikatoren:</p> <p>-Deutschlandweiter Indikator über die zeitliche Entwicklung der Befahrbarkeitstage (als Indikator für die Entwicklung des Verdichtungsrisikos) (zu entwickeln, Daten vorhanden)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Wissenstransfer über Bodenschadverdichtung und Vermeidung zu den BewirtschafteterInnen, Bundesweite Bereitstellung von tagesaktuellen Informationen zur Befahrbarkeit - Anschaffung und Anwendung von Technologie zum bodenschonenden Befahren von Agrarflächen unterstützen). Es werden Schwellenwerte für die Ermittlung von

		-weitere Indikatoren sind zu entwickeln	Bodenschadverdichtungen erstellt und stehen voraussichtlich 2025 zur Verfügung.
Resiliente Agrarökosysteme, Betriebe und Produktion			
Ziel L-3: Resiliente Agrarökosysteme			
Die Resilienz der Agrarökosysteme gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels stärken. Das Ziel ist eine nachhaltige, standortangepasste Bewirtschaftung und Struktur, welche zu einer Biotop- und Strukturvielfalt sowie biologischen Vielfalt in Agrarlandschaften, einem klimaresilienten Landnutzungssystem und einer stabilen Produktion an Agrarrohstoffen beiträgt.			
	Unterziel	Indikatoren	Maßnahmen
Pflanzenschutzmittel	Bis 2030 Reduktion der Verwendung und des Risikos von Pflanzenschutzmitteln insgesamt um 50% (Vgl. Referenzzeitraum 2011-2013) (Farm-to-Fork Strategie)	<p>mögliche Indikatoren:</p> <p>*Behandlungsindex (Status: vorhanden)</p> <p>Wird bereits im Rahmen des NAP regelmäßig erhoben und berichtet (Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz und PAPA)</p> <p>*Risikoindikator SYNOPSIS (Synoptische Bewertung von Pflanzenschutzmitteln) (Status: vorhanden)</p> <p>Wird bereits im Rahmen des NAP regelmäßig erhoben und berichtet, Risikotrends auf nationaler Ebene (SYNOPSTrend), Analyse der regionalen Unterschiede des Risikos (SYNOPSIS-GIS), unter Berücksichtigung der 2022 im Rahmen des NAP-Workshops vereinbarten Änderungen des Indikator)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Integrierten Pflanzenschutz stärken - Weiterentwicklung und Ergänzung der Leitlinien des IPS mit dem Ziel die Etablierung resilienter Anbausysteme zu unterstützen und Maßnahmen zur Förderung von Ökosystemleistungen in Anbausystemen zu stärken - Umwelt- und ressourcenschonende Technik zur exakten Pflanzenschutzmittelausbringung unterstützen - Forschungsförderung zu Reduktionspotentialen, Klimawandel und biotischen Schadpotentialen (Monitoring/Überwachung inkl. Entwicklung und Validierung von Prognosemodellen und Entscheidungshilfen, Risikoanalysen und Management inkl. alternativen Pflanzenschutzverfahren, Züchtung resistenter Sorten, Innovationen), Folgenabschätzung, Wissenstransfer und Entwicklung von Beratungskonzepten und -tools fortsetzen - Förderung des Wissenstransfers: Umsetzung in landwirtschaftlicher Beratung und Ausbildung - Reduktionsprogramme der Länder mit den Aktivitäten des Bundes verzahnen - Weiterentwicklung der GAK-Maßnahmen mit Bezug zum Verzicht auf chemisch-synthetische PSM z.B. Ausweitung auf vorbeugende und nicht-chemische Verfahren zur Vorbeugung des Befalls

			(Klimawandelbedingt verstärkt auftretender) Schadorganismen
Genetische Vielfalt Kulturpflanzen/Nutztierrassen	Die regional angepassten, gefährdeten Kulturpflanzensorten und Nutztierrassen werden durch in-situ/on-farm und ex-situ- Erhaltung gesichert.	<p>mögliche Indikatoren:</p> <p>SDG-Indikatoren, die zur Überprüfung von Ziel 2.5 verwendet worden sind. Hierfür wird die Anzahl der für Ernährung und Landwirtschaft nutzbaren a) pflanzen- und b) tiergenetischen Ressourcen gemessen, die mittel- oder langfristig sicher aufbewahrt werden sowie der Anteil heimischer Rassen, die als vom Aussterben bedroht eingestuft sind.</p> <p>Monitoring der biologischen Vielfalt in Agrarlandschaften (MonViA): Indikatoren zur genetischen Vielfalt (Status: in Prüfung)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Standardisierte Erhebung, Sammlung, Evaluation, Charakterisierung und Dokumentation der genetischen Vielfalt für Ernährung und Landwirtschaft für ihre Erhaltung und nachhaltige Nutzung unterstützen - Züchtungsforschung stärken, um resistente, leistungsfähige, robuste und klimaangepasste Pflanzensorten, Nutztierrassen und forstliches Vermehrungsgut für nachhaltige Produktionssysteme zur Verfügung zu stellen - Langfristige Finanzierung von Erhaltungseinrichtungen und-netzwerken sichern (Ex-situ, In-situ und on-farm) <ul style="list-style-type: none"> - Erhalt der Vielfalt und nachhaltige Nutzung genetischen Ressourcen für Ernährung und Landwirtschaft im Rahmen der Agrarförderung unterstützen - Verstärkung des Monitorings der biologischen Vielfalt in Agrarlandschaften (MonViA) - Umsetzung der Nationalen Strategie zur Biologischen Vielfalt 2030 (NBS 2030) - Umsetzung des Maßnahmenprogramms der Agenda Anpassung von Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei und Aquakultur an den Klimawandel des BMEL, insbesondere Maßnahmen zu Züchtung, Artenwahl und Provenienzen - Umsetzung der relevanten Handlungsbedarfe in den nationalen Fachprogrammen für pflanzen- und tiergenetische Ressourcen sowie der Maßnahmen BMEL-Strategie „Biologische Vielfalt stärken. - Nationale Strategie zu genetischen Ressourcen für Ernährung, Landwirtschaft, Forst und Fischerei“
Ziel L-4: Resiliente Betriebe und Produktion			
Landwirtschaftliche Betriebe weiter anpassen an klimatische Veränderungen und widerstandsfähig machen gegenüber Klimavariabilität und ungünstigen Witterungsbedingungen. Das Ziel sind Betriebe, die auch unter anspruchsvollen klimatischen Bedingungen ausreichend hochwertige Lebens- und Futtermittel sowie biobasierte Rohstoffe auf nachhaltige Weise produzieren.			
	Unterziel	Indikatoren	Maßnahmen

<p>Ertragsschwankungen</p>	<p>Es kommt bis 2030 (und danach fortlaufend bis 2050) zu keiner klimawandelbedingte n Zunahme der Ertragsschwankungen sowie klimawandelbedingte n Abnahme der ökonomischen Resilienz der landwirtschaftlichen Betriebe.</p>	<p>mögliche Indikatoren:</p> <p>*DAS LW-I-2 Ertragsschwankungen weiterzuentwickeln (u.a. Berücksichtigung Ökolandbau, Regionalität, weitere Kulturen, Bezugsgröße)</p> <p>*Resilienz der Betriebe (muss entwickelt werden, Ansatzpunkte Anzahl Insolvenzen, Cash Flow III)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Weiterentwicklung der Indikatoren - Umsetzung des Maßnahmenprogramms der Agenda Anpassung von Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei und Aquakultur an den Klimawandel des BMEL (u.a. Maßnahmen zum Risikomanagement, Forschung, Praxistransfer, Züchtung, Artenwahl und Provenienzen, Wassermanagement, Informations- und Datenmanagement, Monitoring) Beispiele: <ul style="list-style-type: none"> ○ Stärkere Integration von Klimafolgen und Anpassung sowie landwirtschaftlichem Risikomanagement im Klimawandel in die landwirtschaftliche Beratung und Ausbildung ○ Forschung und Demonstrationsvorhaben/Praxistransfer zu geeigneten betrieblichen Klimaanpassungsmaßnahmen, etwa klimaangepassten Sorten und Kulturen, landwirtschaftlichem Wassermanagement zum Erhöhen des Wasserrückhalts in der Landschaft, zur effizienten Wassernutzung, zur Wassersparenden Bewirtschaftung und zu kleinräumigen Wasserspeicherung, angepasstes Nährstoffmanagement (Entwicklung betriebsspezifischer EHs und relevanter Bausteine) (dort, wo der Markt dieses nicht im ausreichenden Maße selbst bereitstellt) - Umsetzung weitere relevanter (Fach-)strategien z.B. Ackerbaustrategie, Eiweißpflanzenstrategie, Nationale Wasserstrategie - Förderung von Klimaanpassungsmaßnahmen über die GAP und GAK, die eine Klimaanpassungsbeitrag über den Betrieb hinaus leisten, etwa durch eine Stärkung des Wasserrückhalts in der Landschaft, durch Erosionsschutz oder effizientem Wassermanagement. - Stärkere Verknüpfung der Agrarförderung mit der Umsetzung relevanter nationalen Strategien z.B. der nationalen Wasserstrategie oder der Moorschutzstrategie,
-----------------------------------	--	---	--

			<ul style="list-style-type: none"> - Stärkere Integration von Anpassungslösungen auf Landschaftsebene bzw. von systemischen Ansätzen) - Umsetzung von regional integrierten Wassermanagementkonzepten siehe Cluster Wasser, Unterziel 1.II „Nutzungen anpassen – Risiko der Übernutzung minimieren“
Versorgungssicherheit	Es kommt bis 2030 (und danach bis 2050 fortlaufend) zu keiner klimawandelbedingten Abnahme in der Versorgungssicherheit mit Agrarprodukten.	<p>mögliche Indikatoren:</p> <ul style="list-style-type: none"> *Selbstversorgungsgrad für zentrale Agrargüter der BLE (vorhanden, muss weiterentwickelt werden) *Indikator zu Importstrukturen (muss entwickelt werden) 	<ul style="list-style-type: none"> - Aufbau einer Indikatorik zum Monitoring der Versorgungssicherheit - Umsetzung Ernährungsstrategie des BMEL - Umsetzung der Eiweißpflanzenstrategie des BMEL - Umsetzung des Maßnahmenprogramms der Agenda Anpassung von Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei und Aquakultur an den Klimawandel des BMEL (u.a. Maßnahmen zum Risikomanagement, Forschung, Praxistransfer, Züchtung, Artenwahl und Provenienzen, Wassermanagement, Informations- und Datenmanagement, Monitoring) - Entwicklung eines nationalen Konzeptes für die Vulnerabilitätsanalyse (Durchführung von Stresstests) für Wertschöpfungs-/Versorgungs-/Lebensmittelketten
Anpassungserhalten	Das Anpassungsverhalten der landwirtschaftlichen Betriebe unterliegt einem kontinuierlichen Monitoring. Der Anteil der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF), für die im Rahmen der GAP mit einer Unterstützung verbundene Verpflichtung zur Verbesserung der Anpassung an den Klimawandel bestehen, beträgt bis 2027 21,09% (Anpassung fortlaufend an GAP Ergebnisindikatoren)	<p>mögliche Indikatoren:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Entwicklung weiterer Indikatoren für das Monitoring weiterer Anpassungsmaßnahmen auf den Betrieben unter Einbeziehung vorhandener Daten z.B. auf Basis der GAP Ergebnisindikatoren +vorhandene DAS-Indikatoren: LW-R-1 Bewirtschaftungsrythmen LW-R-2 Anpassung und Vermehrung wärmeliebender Ackerkulturen LW-R-3 Anpassung Sortenspektrums im Weinbau LW-R-4 Anbau wärmeliebender 	<ul style="list-style-type: none"> - Weiterentwicklung der Indikatoren - Umsetzung des Maßnahmenprogramms der Agenda Anpassung von Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei und Aquakultur an den Klimawandel des BMEL (u.a. Maßnahmen zum Risikomanagement, Forschung, Praxistransfer, Züchtung, Artenwahl und Provenienzen, Wassermanagement, Informations- und Datenmanagement, Monitoring) Beispiele: <ul style="list-style-type: none"> o Stärkere Integration von Klimafolgen und Anpassung sowie landwirtschaftlichem Risikomanagement im Klimawandel in die landwirtschaftliche Beratung und Ausbildung o Forschung und Demonstrationsvorhaben/Praxistransfer zu geeigneten betrieblichen Klimaanpassungsmaßnahmen, etwa klimaangepassten Sorten und Kulturen, landwirtschaftlichem Wassermanagement zum Erhöhen

		<p>Ackerkulturen LW-R-5 Pflanzenschutzmittel - Absatz und – Anwendung (weiterzuentwickeln) LW-R-6 Landwirtschaftliche Bewässerung (weiterzuentwickeln) LW-I-3 Hagelschäden in der Landwirtschaft (Weiterentwicklung und Aufteilung empfohlen: 1. Fläche Hagelschutznetze; 2. Versicherte Schäden von allen witterungsbedingten Ertragseinbußen, gegen Extremweterschäden versicherte Anbaufläche (noch nicht vorhanden))</p>	<p>des Wasserrückhalts in der Landschaft, zur effizienten Wassernutzung, zur wassersparenden Bewirtschaftung und zu kleinräumigen Wasserspeicherung, angepasstes Nährstoffmanagement (Entwicklung betriebsspezifischer EHs und relevanter Bausteine) (dort, wo der Markt dieses nicht im ausreichenden Maße selbst bereitstellt)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Umsetzung weitere relevanter Fachstrategien z.B. Ackerbaustrategie, Eiweißpflanzenstrategie ○ Förderung von Klimaanpassungsmaßnahmen über die GAP und GAK, die eine Klimaanpassungsbeitrag über den Betrieb hinaus leisten, etwa durch eine Stärkung des Wasserrückhalts in der Landschaft, durch Erosionsschutz oder effizientem Wassermanagement. Stärkere Verknüpfung der Agrarförderung mit der Umsetzung relevanter nationalen Strategien z.B. der nationalen Wasserstrategie oder der Moorschutzstrategie, Stärkere Integration von Anpassungslösungen auf Landschaftsebene bzw. von systemischen Ansätzen)
--	--	--	---

Resiliente Wälder und adaptives naturnahes Waldmanagement

Ziel L-5: Resiliente Wälder und adaptives naturnahes Waldmanagement

Die Anpassungsfähigkeit der Wälder gegenüber klimatischen Veränderungen und ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber Klimavariabilität und ungünstigen Wetterbedingungen (insbesondere Extremwetter- und -witterung) stärken, so dass sie aufgrund ihrer hohen Artenvielfalt günstige Bedingungen für den Erhalt ihrer Funktionalitäten aufweisen.

	Unterziel	Indikatoren	Maßnahmen
--	------------------	--------------------	------------------

<p>Waldumbau und klimaangepasstes Waldmanagement</p>	<p>Bis 2030 beträgt der Umfang des Waldumbaus (Umbaufläche und Wiederbewaldungsfläche, mit Baumartenwechsel und/oder Baumartenanreicherung überwiegend standortheimischer Baumarten und geeigneter Herkünfte) und der Umfang der Waldfläche mit Förderung durch das Förderprogramm „Klimaangepasstes Waldmanagement“ (Förderfläche) pro Jahr durchschnittlich 100.000 ha (inkl. Wiederbewaldungsfläche).</p>	<p>mögliche Indikatoren:</p> <p>DAS-Indikator FW-R-1 Umfang des Waldumbaus (Umbaufläche, ggf. ergänzt durch Flächen mit natürlicher Entwicklung und/oder Baumartenanreicherung bzw. Baumartenwechsel mit besser Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels. Darüber hinaus soll die geförderte Waldfläche, die zusätzlich in ein klimaangepasstes Waldmanagement überführt wurde berücksichtigt werden (Förderfläche).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Weiterentwicklung der Förderung des Waldumbaus um Aspekte zur Steigerung der Baumartenvielfalt bzw. der Nutzung (zukünftig) überwiegend standortheimischer Baumarten und Herkünfte (z.T. bereits Umsetzung in GAK, ANK/Klimaangepasstes Waldmanagement). Dabei auch explizite Berücksichtigung von Waldbrandprävention und eines Risikomanagements gegenüber Sturm, Hitze, Trockenheit und biotischen Schaderregern. - Nutzung und z.T. Weiterentwicklung des DAS-Impact-Indikatoren bzw. des zugrundeliegenden Monitorings unter Nutzung von Synergien und Ergänzung des forstlichen Umweltmonitorings (u.a. Bundeswaldinventur, Waldzustandserhebung, Bodenzustandserhebung, etc.) um Aspekte zur Biodiversitätsentwicklung (vgl. Konzept für ein Nationales Biodiversitätsmonitoring im Wald / NaBioWald). - Forschung und Entwicklung: Optionen und Grenzen der Waldanpassung mit und ohne Bewirtschaftung: Versuchsflächen-Netzwerk zur Erprobung von Management-Maßnahmen (Baumartenwahl, Waldbehandlung) im Vergleich zur natürlichen Wald-Entwicklung (Wald(real)labore und Praxisnetzwerk Anbauversuche) - Förderung von privaten und kommunalen Waldbesitzenden hin zu einem klimaangepassten Waldmanagement und der damit einhergehenden Honorierung von zusätzlichen Klimaschutz- und Biodiversitätsleistungen
<p>Forstgenetische Ressourcen</p>	<p>Forstgenetische Ressourcen: Bis 2030 werden die forstgenetischen Ressourcen durch 50.000 ha in-situ, 3.000 ha ex-situ Flächen erhalten.</p>	<p>mögliche Indikatoren:</p> <p>DAS-Indikator FW-R-2 Erhaltung forstgenetischer Ressourcen</p>	<p>Forschung und Entwicklung: Optionen und Grenzen der Klimaanpassung von Wäldern mit unterschiedlichen Schutz- und Bewirtschaftungsmaßnahmen: Versuchsflächen-Netzwerk zur Erprobung von unterschiedlichen Bewirtschaftungsmaßnahmen (Baumartenwahl, Waldbehandlung) im Vergleich zur natürlichen Waldentwicklung</p>

			(Wald(real)labore und Praxisnetzwerk Anbauversuche)
Forstwirtschaftliche Informationen	Forstwirtschaftliche Informationen: Bis 2030 steigen die forstwirtschaftlichen Informationen zum Thema Anpassung kontinuierlich an.	mögliche Indikatoren: DAS FW-R-6	- Forschung und Entwicklung zu Optionen und Grenzen der Klimaanpassung von Wäldern mit unterschiedlichen Schutz- und Bewirtschaftungsmaßnahmen
Monitoring	Der Anpassungserfolg wird durch die Indikatoren der DAS kontinuierlich beobachtet und bei Fehlentwicklungen Maßnahmen eingeleitet.	mögliche Indikatoren: DAS-Indikatoren: FW-I-3 Waldzustand (Kronenverlichtung) FW-I-4 Absterberate FW-I-5 Schadholz FW-I-7 Schadholz Buchdrucker FW-I-8 Waldbrandgefährdung und Waldbrand (Brandfläche) FW-1-2 Gefährdete Fichtenbestände FW-I-1 Baumartenzusammensetzung in Naturwaldreservaten	- Maßnahmen-Monitoring: Nutzung und z.T. Weiterentwicklung des DAS-Impact-Indikatoren bzw. des zugrundeliegenden Monitorings unter Nutzung von Synergien und Ergänzung des forstlichen Umweltmonitorings (u.a. Bundeswaldinventur, Waldzustandserhebung, Bodenzustandserhebung, etc.) um Aspekte zur Biodiversitätsentwicklung (vgl. Konzept für ein Nationales Biodiversitätsmonitoring im Wald / NaBioWald)
Wasserrückhalt	Der Wasserrückhalt und die -speicherung im Waldboden wird kontinuierlich bis 2050 verbessert	mögliche Indikatoren: -DAS FW-R-5 Humusvorrat in Waldböden (vorhanden)-BO-I-2 (Fallstudie zu Bodenwasser in Waldböden bayrischer Level-II Flächen) (vorhanden, Fallstudie) -Indikator zur Bodenfeuchtesituation im Wald auf Basis der Ergebnisse des laufenden Projektes TroWaK (DWD, TI, JKI, NW-FVA) (in der Entwicklung) mit Option zur Weiterentwicklung des vorhandenen Indikators zum Humusvorrat (DAS FW-R-5) mit	- Wasserrückhalt im Wald gemäß Förderprogramm „Klimaangepasstes Waldmanagement“ (Kriterium 2.2.11) o mehr Totholz, o geschlossenes Kronendach und Waldränder - Forschung und Wissenstransfer in die Praxis zur humusmehrenden Wirkung unterschiedlicher waldbaulicher Maßnahmen unter unterschiedlichen Standortbedingungen. Dabei sind die Klimarisiken besser zu adressieren und die Wechselwirkungen zwischen Management, Bodenumus und Bodenfeuchte zur Erreichung der Unterziele 6.I, 6.IV und 6.V zu optimieren.

		weitergehenden bodenhydrologischen Größen	

3. Bedarfe für zukünftige Weiterentwicklungen

Wie eingangs beschrieben basieren die vorgeschlagenen Ziele, Unterziele, Maßnahmen und Indikatoren wesentlich auf bestehenden Strategien und den darin formulierten Zielen. Einige wichtige nationale und internationale Prozesse und Aktivitäten, aus denen sich Zielkonkretisierungen oder neue Maßnahmen und Indikatoren ergeben können, wie z. B. die Nationale Strategie zur Biologischen Vielfalt 2030 (NBS 2030), die EU-Richtlinie zur Bodenüberwachung und –resilienz der mindestens alle fünf Jahre durch die Bundesregierung zu überprüfende NAP (Umsetzung der RL 2009/128/EG), die Novellierung des Bundes-Bodenschutzgesetzes (BBodschG), die EU Mission Soil Deal for Europe: Implementation plan sowie die Entwicklung nationaler Indikatoren für die Bewertung der biologischen Vielfalt in Agrarlandschaften (MonViA) und die Weiterentwicklung der Indikatoren der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie sind derzeit noch nicht abgeschlossen und erfordern z.T. weiteren Abstimmungsbedarf auf Behördenebene. Es wurden darüber hinaus Ziele und Themen von hoher Bedeutung für den Anpassungsprozess bzw. die Bewertung des Anpassungserfolges im Cluster Land/Landnutzung identifiziert, welche aber letztlich aufgrund fehlender Grundlagen insbesondere im Bereich der Messbarkeit (Indikatoren) nicht in den aktuellen Zielvorschlag zum Cluster aufgenommen wurden. Dazu zählen zum Beispiel der Schadorganismusbefall, die Diversifizierung von Handelsbeziehungen für Agrarrohstoffe die genetische Vielfalt von wildlebenden Arten und Indikatoren für Rückzugsflächen, etc. Der zukünftigen Erarbeitung dementsprechender Indikatoren/Indiaktorenssets und Datengrundlagen kommt daher eine hohe Bedeutung zu, um weitere wichtige Anpassungsziele für eine vorsorgende Klimaanpassung abzuleiten, diese besser messbar zu machen, die Aussagegenauigkeit zu verbessern und die Zielerreichung zu überwachen. Aber auch in Hinblick auf die bereits vorliegenden Indikatorvorschläge besteht Weiterentwicklungs- und Handlungsbedarf u.a. im Hinblick auf ihre Eignung für die Bewertung von Anpassungswirkungen und -leistungen und die Ermittlung von Referenzwerten als qualitative Bewertungsgrundlage. Zentrale Maßnahmen im Bereich der zukünftigen Indikatorentwicklung und -weiterentwicklung sind die Weiterentwicklung vorhandener und die Erprobung von neuen Methoden sowie die Verbesserung der Datengrundlagen die alle relevanten Landnutzungstypen im Blick haben. Die Fernerkundung und die künstliche Intelligenz

können dabei wichtige Unterstützung leisten. Darüber hinaus gilt es, die laufenden Monitoringprogramme (insbesondere die Aktivitäten zum Bodenmonitoring und zur Erhebung des Bodenzustands) zu erhalten, weiterzuentwickeln, verstärkt zu vernetzen und anzupassen, um die für die Konzeption und die Erfolgskontrolle von Anpassungsmaßnahmen erforderlichen Daten bereit stellen zu können. Der Klimawandel, die anhaltende Bodendegradation und ein verändertes Landmanagement verstärken den Ruf nach belastbaren Bodeninformationen mit zuverlässigen Zeitreihen. Die in einigen Anpassungszielen formulierten Flächenansprüche für Klimaanpassungsmaßnahmen können potentiell Flächennutzungskonkurrenzen verschärfen. Dies gilt innerhalb unterschiedlicher Anpassungsziele, aber auch in Bezug auf weitere politische Ziele, etwa dem Klimaschutz oder der Energiewende. Diese Flächenkonkurrenzen gilt es politisch einzuordnen, zu diskutieren und zu bewerten.

4. Empfehlungen für Maßnahmen der Länder und anderer Akteure

Für die Umsetzung der Anpassungsmaßnahmen sind unterschiedliche Akteursebenen relevant. Die auf EU-Ebene formulierten Ziele (z.B. EU Mission Soil Deal for Europe: Implementation plan, EU Biodiversitätsstrategie für 2030, EU-Verordnung über die Wiederherstellung der Natur; Vorschlag einer EU-Richtlinie zur Bodenüberwachung und -resilienz) müssen auf nationaler Ebene in Bezug gesetzt und diskutiert werden. Ebenso sollte zwischen Bund und Ländern ein koordiniertes Vorgehen der vorsorgenden Klimaanpassung verfolgt werden. Dies gilt insbesondere auch für die Datenverfügbarkeit und die Methodenentwicklung beim Monitoring, sowie bei der konkreten Umsetzung von Maßnahmen zur Erreichung der Klimaanpassungsziele. Die notwendigen Weiterentwicklungen von Indikatoren-Sets unter Berücksichtigung neuer Erfassungsmethoden und die Einbindung laufender und langfristig angelegter Monitoringaktivitäten sind eine Aufgabe die Bund und Länder nur gemeinsam bewältigen können.

Eine länder- und ressortübergreifende Zusammenarbeit und ein Austausch von Erfahrungen und Erkenntnissen kann die Weiterentwicklung und Umsetzung von Klimaanpassungsstrategien auf Landes- und Bundesebene unterstützen. Um die Umsetzung für Maßnahmen in der Fläche zu erreichen, sollten Flächenziele, z.B. für den Biotopverbund, auch in den Landesnaturschutzgesetzen weiter Einzug finden und in die Landschaftsrahmenplanung der Länder verstärkt aufgenommen werden. Dabei können gemeinsam entwickelte Konzepte und Aktionspläne eine Strategieentwicklung über institutionelle Ebenen hinweg fördern. Insbesondere bei der Umsetzung von Maßnahmen in der Fläche ist eine verstärkte Zusammenarbeit verschiedener Zuständigkeitsbereiche empfehlenswert. Dafür müssen strukturelle und personelle Ressourcen geschaffen werden, um eine zielgerichtete, effektive, und langfristige Anpassung an den Klimawandel zu gewährleisten.

In der Land- und Forstwirtschaft sind neben den staatlichen Akteuren weitere Akteursebenen von Bedeutung, insbesondere Betriebsleiterinnen und Betriebsleiter und die vor- und nachgelagerte Wertschöpfungskette. Die Entscheidung zur Wahl und Umsetzung der Anpassungsmaßnahmen liegt bei den Betrieben. Um Hemmnissen bei der Implementierung zu begegnen, können Bund und Länder weiterhin über die Agrarförderung die Implementierung einzelner Maßnahmen fördern. Die Priorität staatlichen Handelns sollte aber die Verbesserung der Informationslage der Betriebe hinsichtlich Klimafolgen und Anpassungsoptionen und deren Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit von Betrieben sein sowie die für die Bereitstellung der Information notwendigen Infrastruktur.

Messbare Ziele der Klimaanpassung im Cluster „menschliche Gesundheit und Pflege“

Clusterverantwortliches Ressort: Bundesministerium für Gesundheit (BMG)

1. Signifikante Risiken im Cluster und den einzelnen Handlungsfeldern

Der Klimawandel beeinträchtigt Gesundheit und Wohlbefinden der Menschen auf vielfältige Art und Weise. Die steigenden Temperaturen sind laut der Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland (KWRA 2021) des Umweltbundesamts (UBA) als klimatischer Einfluss von besonderer Bedeutung für die menschliche Gesundheit: So belastet Hitze beispielsweise das Herz-Kreislaufsystem [1]. Darüber hinaus kann der Klimawandel in Deutschland dazu beitragen, die ultraviolette (UV) Strahlungsbelastung des Menschen und damit das Risiko für UV-bedingte Erkrankungen, wie Krebserkrankungen an Auge und Haut, zu erhöhen. Steigende Temperaturen können zudem die Verbreitung allergener Pflanzen und deren Pollen (z. B. *Ambrosia artemisiifolia*) sowie die Vermehrung von Krankheitserregern (z. B. Vibriionen) und Krankheitserreger übertragender Tiere (z. B. Mücken, Zecken) begünstigen. Insbesondere Hitze wird in Deutschland bereits in der Gegenwart als hohes Risiko des Klimawandels für die Gesundheit der Menschen bewertet (siehe Abbildung 1).

Obwohl jeder Mensch von klimabedingten gesundheitlichen Beeinträchtigungen oder Erkrankungen betroffen sein kann, gibt es Gruppen in der Bevölkerung, die besonders vulnerabel gegenüber den gesundheitlichen Folgen des Klimawandels sind. Hierzu gehören z. B. Säuglinge und Kleinkinder, Personen, die im Freien arbeiten, Personen mit Vorerkrankungen, ältere Menschen oder Wohnungslose [1, 2].

Das Thema Klimawandel und Gesundheit hat für die Bundesregierung hohe Priorität, auch vor dem Hintergrund der demographischen Entwicklung. In den letzten Jahren wurde daher eine Reihe von Initiativen, Strategien und Maßnahmen eingeführt, um die gesundheitlichen Auswirkungen des Klimawandels zu adressieren. Hierzu gehören z. B. (a) die seit 2008 unter Leitung der Bundesministerien für Umwelt und Gesundheit regelmäßig tagende Bund-Länder-Arbeitsgruppe zu „Klimawandel und Gesundheit“, (b) die mit Vertreterinnen und Vertretern der Länder erarbeiteten „Handlungsempfehlungen für die Erstellung von Hitzeaktionsplänen zum Schutz der menschlichen Gesundheit“ des Bundesumweltministeriums aus dem Jahr 2017 [3], (c) die seit 2021 vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) herausgegebene Ratgeberreihe „Den Klimawandel gesund meistern“ [4], (d) die Aufklärungs- und Unterstützungsinformationen der Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA, www.klimamensch-gesundheit.de) [5], (e) der „Klimapakt Gesundheit“ des Bundesministeriums für Gesundheit (BMG) mit Vertreterinnen und Vertretern der Spitzenorganisationen im Gesundheitswesen, der Länder und der kommunalen Spitzenverbände [6], (f) die Aufklärungs- und Unterstützungsangebote des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) [7] und (g) der „Hitzeschutzplan für Gesundheit“ des BMG aus dem Sommer 2023 [8]. Zudem wurde mit der Neuauflage des Sachstandsberichts „Klimawandel und Gesundheit“ im Jahr 2023 durch mehr als 90 Autorinnen und Autoren der aktuelle Forschungsstand für Deutschland zusammengestellt und einem breiten Fachpublikum zugänglich gemacht [9]. Des Weiteren fördert das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) seit 2023 Forschungsprojekte zu den Interaktionen zwischen menschlicher Gesundheit und Biodiversitätsveränderungen, die oft durch den Klimawandel begünstigt werden, wie die Verbreitung Krankheitserreger übertragender Vektoren und allergieauslösender Pflanzen [10].

2. Ziele, Indikatoren und Maßnahmen/Instrumente

In der KWRA 2021 des UBA wurden künftige Klimarisiken differenziert nach Klimawirkungen und Handlungsfeldern sowie Möglichkeiten der Anpassung untersucht [1]. Mit Blick auf das Handlungsfeld „Menschliche Gesundheit“ wurden drei Klimawirkungen mit besonders hohem und dringlichem Handlungsbedarf identifiziert (s. Abbildung 1). Diese sind

- **Hitzebelastung,**
- **UV-bedingte Gesundheitsschäden** und
- **allergische Reaktionen auf Pollen.**

In diesen drei Bereichen sind – auch in einem optimistischen Szenario der Klimaerwärmung – zum einen besonders schwerwiegende Auswirkungen auf die Gesundheit der Bevölkerung in Deutschland zu erwarten. Zum anderen erfordert die Reduktion gesundheitlicher Risiken in diesen Bereichen eine langfristige, deutschlandweite Etablierung und Umsetzung wirkungsvoller Maßnahmen. Neben diesen drei Klimawirkungen mit besonders hohem und dringlichem Handlungsbedarf ist die

- **Verbreitung möglicher Vektoren und damit einhergehender Erkrankungen**

mit nachgewiesenen Risiken für die menschliche Gesundheit verbunden [1]. So können vektorassoziierte Infektionskrankheiten mit hoher Morbidität und Mortalität einhergehen und erhebliche Kosten für das Gesundheitssystem verursachen [12]. Sie werden daher hier zusätzlich betrachtet. Laut der KWRA 2021 geht von den vektorassoziierten Infektionskrankheiten ein mittleres Risiko in den nächsten Jahrzehnten in Deutschland aus (s. Abbildung 1).

Abbildung 1 Ausgewählte Klimarisiken im Handlungsfeld „Menschliche Gesundheit (KWRA 2021)“ [1, S. 220]

Klimawirkungen mit sehr dringenden Handlungserfordernissen sind durch einen Farbstreifen links neben der Bezeichnung der jeweiligen Klimawirkung gekennzeichnet.

	Gegenwart	2031-2060		2071-2100			
		optimistisch	pessimistisch	optimistisch	pessimistisch		
Klimarisiko des Handlungsfelds	mittel	mittel	hoch	mittel-hoch	hoch		
Klimarisiken ohne Anpassung auf Ebene der Klimawirkungen							
Klimawirkung	Gegenwart	2031-2060		2071-2100		Anpassungsdauer	
		optimistisch	pessimistisch	optimistisch	pessimistisch		
Hitzebelastung	Klimarisiko	hoch	mittel	hoch	mittel	hoch	10-50 Jahre
	Gewissheit		hoch		mittel		
Allergische Reaktionen durch Aeroallergene pflanzlicher Herkunft	Klimarisiko	gering	mittel	hoch	mittel	hoch	10-50 Jahre
	Gewissheit		mittel		mittel		
UV-bedingte Gesundheitsschädigung	Klimarisiko	mittel	mittel	hoch	mittel	hoch	10-50 Jahre
	Gewissheit		mittel		sehr gering		
Verbreitung und Abundanzveränderung von möglichen Vektoren	Klimarisiko	gering	gering	mittel	mittel	mittel	< 10 Jahre
	Gewissheit		hoch		gering		

Gemäß den Anforderungen an die vorsorgende Anpassungsstrategie sind bei den nachfolgend vorgeschlagenen Zielen, Maßnahmen und Indikatoren folgende Rahmenbedingungen zu

berücksichtigen: (1) Die Ziele müssen vom **Bund steuerbar, umsetzbar und operationalisierbar** sein und (2) die **Länderzuständigkeit** im Rahmen der allgemeinen Daseinsvorsorge für Aufgaben des öffentlichen Gesundheitsdienstes, u. a. im Bereich Gesundheitsförderung und Prävention, muss gewahrt bleiben. Zum Schutz der Bevölkerung ist eine Kombination aus verhaltens- und verhältnispräventiven Maßnahmen notwendig. Dabei zielen verhältnispräventive Maßnahmen auf eine Veränderung der Rahmenbedingungen in den Lebenswelten²⁴ ab, z. B. in Gesundheits-, Pflege- oder Bildungseinrichtungen bzw. in Kommunen. Soweit möglich sollen die Kommunen in ihren Fähigkeiten gestärkt werden, im Bereich der Anpassung an die gesundheitlichen Folgen des Klimawandels noch aktiver zu werden. Die Ziele und Maßnahmen konzentrieren sich daher auf die Stärkung der Fähigkeiten der Bevölkerung zu angepasstem Verhalten, den Wissenstransfer und die Bewusstseinsbildung. Zudem prüft der Bund, ob gesetzliche Änderungen zur Verbesserung des Schutzes vor Hitze und UV-Belastung vorgenommen werden können. Darüber hinaus können auch die Themen Monitoring und Forschungsförderung in den Blick genommen werden. Soweit möglich sollen Synergien zwischen Zielen genutzt werden, z. B. bei den Zielen zum Schutz vor Hitze und UV-Belastung. Einige der vorgeschlagenen Indikatoren sind noch im Detail auszuarbeiten und es bleibt zu prüfen, wie diese in das Gesundheitsmonitoring und die Gesundheitsberichterstattung in Deutschland integriert werden können. Die Ziele, Maßnahmen und Indikatoren sollten in den nächsten Jahren regelmäßig überprüft und ggf. an neue wissenschaftliche Erkenntnisse angepasst werden.

2.1. Hitzebedingte Gesundheitsfolgen – Ziel, Indikatoren, Maßnahmen/Instrumente

Ziel G-1: Stärkung der Fähigkeit der Bevölkerung zu Hitze-angepasstem Verhalten

Der Monitoringbericht zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) zeigt, dass Hitze bereits heute eine besonders gravierende Folge des Klimawandels ist [13, 14]. So hat die Anzahl der heißen Tage pro Jahr in Deutschland zugenommen und ein Temperaturanstieg ist messbar. Die Mitteltemperatur lag im letzten Jahrzehnt bereits 2 °C über dem vorindustriellen Niveau, acht der zehn heißesten Sommer wurden seit Beginn der systematischen Wetteraufzeichnungen im Jahr 1881 in den letzten 30 Jahren beobachtet [15].

Hohe Temperaturen haben negative Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit. Z. B. kann Hitze vorliegende Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems, der Atemwege oder der Nieren verschlimmern sowie hitzebedingte Erkrankungen auslösen. Darüber hinaus können bestimmte Medikamente in Hitzeperioden anders wirken, was negative Auswirkungen auf die Gesundheit haben kann [16]. In Hitzeperioden wird regelmäßig ein signifikanter Anstieg der Sterbefälle beobachtet [17, 18]. Den größten Anteil hitzebedingter Sterbefälle macht dabei die Altersgruppe ab 75 Jahre aus [15]. Aufgrund der demografischen Entwicklung in Deutschland vergrößert sich somit die Vulnerabilität der Bevölkerung bei Hitzebelastungen insgesamt.

Seit des sehr heißen Sommers 2003 wurden in Deutschland verschiedene Maßnahmen ergriffen, um die gesundheitlichen Auswirkungen hoher Temperaturen abzumildern. Dabei spielen z. B. die Hitzewarnungen des Deutschen Wetterdienstes (DWD), Informationen und Verhaltenshinweise für die Bevölkerung, insbesondere für vulnerable Gruppen, z. B. Kinder, ältere Menschen, chronisch kranke Menschen oder Menschen mit Behinderung, Multiplikatorinnen und Multiplikatoren, Maßnahmen zum Schutz vor Hitze in Gesundheits- und Pflegeeinrichtungen und auf kommunaler

²⁴ Lebenswelten im Sinne des §20 Absatz4 Nr2 PräVg und Sozialgesetz Buch V sind für die Gesundheit bedeutsame, abgrenzbare soziale Systeme insbesondere des Wohnens, des Lernens, des Studierens, der medizinischen und pflegerischen Versorgung sowie der Freizeitgestaltung einschließlich des Sports

Ebene, möglichst als Kombination aus verhaltens- und verhältnispräventiven Maßnahmen, eine wichtige Rolle. Diese Aktivitäten sollten ausgeweitet werden [s. auch 19].

Vor diesem Hintergrund wird als **Ziel in Bezug auf die Klimawirkung** im Bereich „Hitze“ die **Stärkung der Fähigkeit der Bevölkerung, sich hitzeangepasst zu verhalten**, formuliert (s. Tabelle 1). Dieses Ziel wird durch vier Unterziele konkretisiert. Als **Unterziel 1.I** wird dazu die **Verbesserung von Wissen zu gesundheitlichen Hitzefolgen und entsprechendem Verhalten** definiert. So soll z. B. das Wissen zu Hitze in der Bevölkerung und bei Multiplikatorinnen und Multiplikatoren z. B. im Gesundheitswesen erhöht werden. Explizit bedeutet dies, dass bis zum Jahr 2030 signifikant mehr Menschen in der Bevölkerung angeben, über gesundheitliche Hitzefolgen informiert zu sein als im noch zu definierenden Referenzjahr (voraussichtlich 2025/2026). Der Wissenszuwachs soll sich auch in Verhaltensänderungen widerspiegeln (**Unterziel 1.II: Zunahme von hitzeangepasstem Verhalten**): Bis 2030 geben signifikant mehr Personen an, sich in Hitzeperioden hitzeangepasst zu verhalten (z. B. hinsichtlich Trinkmenge, Wohnraum-Verschattung oder Anpassung des Tagesablaufs). Zur Zielerreichung sollen Bund und ggf. weitere Ebenen bzw. Institutionen entsprechende Aufklärungskampagnen für die Bevölkerung und relevante Multiplikatorinnen und Multiplikatoren (z. B. in Gesundheits-, Pflege- und Bildungseinrichtungen sowie Kommunen) durchführen. Darüber hinaus sollen die Kommunen, Gesundheits- und Pflegeeinrichtungen gestärkt werden, Hitze als Gesundheitsrisiko zu adressieren (**Unterziel 1.III: Stärkung der Fähigkeit der Kommunen, Gesundheits-, Pflege-, Betreuungs- und Bildungseinrichtungen, Maßnahmen zum Schutz der Gesundheit vor Hitze insbesondere in der Verhältnisprävention zu fördern**). Zur Überprüfung der Zielerreichung dienen verschiedene Indikatoren, die teilweise noch entwickelt werden müssen, was entsprechend als Zwischenziel formuliert ist. Mögliche Indikatoren sind das Wissen zu gesundheitlichen Hitzefolgen (ggf. unter Einbindung des DAS-Indikator: GE-I-2 Zusatz), das Wissen über hitzebedingtes Verhalten (z. B. Abfrage im Rahmen des vom Robert Koch-Institut (RKI) umgesetzten Panels²⁵ „Gesundheit in Deutschland“, oder in der Umweltbewusstseinsstudie des UBA) und die Erfassung von hitzebedingtem Verhalten (s. Tabelle 1).

Unterziel 1.IV: Monitoring von Hitzemortalität und -morbidity

Da sich hohe Temperaturen und Hitzewellen auf die Morbidity und Mortality auswirken [17, 18], ist ein regelmäßiges und zeitnahes Monitoring dieser gesundheitlichen Auswirkungen ein wesentliches Element des Schutzes vor Hitze. Das Monitoring soll ermöglichen, zeitnah Daten zur Hitzewirkung in der Bevölkerung bereitzustellen und somit auch Trends frühzeitig zu erkennen. Damit können gesundheitspolitische Maßnahmen – im Gesundheitswesen und öffentlichen Gesundheitsdienst – in direkter Reaktion und passgenau gestaltet werden [15]. Ein Beitrag hierzu leistet der seit Sommer 2023 verfügbare, wöchentliche Bericht zur hitzebedingten Mortality, der erstmals regelmäßig und zeitnah Daten bereitstellt [20]. Als **Unterziel 1.IV im Zielbereich Hitze** wird daher **das regelmäßige Monitoring von Hitzemortality und von hitzebedingter Morbidity** formuliert. Die entsprechend entwickelten Indikatoren können in das Gesundheitsmonitoring und die Gesundheitsberichterstattung des Bundes, z. B. durch das RKI, aufgenommen werden.

2.2. UV-bedingte Gesundheitsschäden – Ziel, Indikatoren, Maßnahmen/Instrumente

Ziel G-2: Stärkung der Fähigkeit der Bevölkerung zu UV-angepasstem Verhalten

UV-Strahlung schädigt das Erbgut, ist Hauptursache für Hautkrebs und ist durch die Internationale Agentur für Krebsforschung (IARC) in die höchste Risikogruppe 1 als „krebserregend für den Menschen“ eingestuft. Derzeit erkranken in Deutschland nach Hochrechnungen aus den Daten des Hautkrebsregisters Schleswig-Holstein rund 330.000 Menschen pro Jahr neu an Hautkrebs [21]. UV-

²⁵ Panelerhebungen sind wiederholte Erhebungen, die sich auf dieselbe Stichprobe beziehen.

bedingte Gesundheitsschäden können grundsätzlich jeden treffen. Kinder sind besonders betroffen, da ihre Haut und Augen empfindlicher gegenüber UV-Strahlung sind als die von Erwachsenen. Auch Menschen, die im Freien arbeiten und daher besonders lange exponiert sind, unterliegen einem hohen Risiko. Sonnenbrände erhöhen in jedem Alter das Risiko für Schwarzen Hautkrebs um rund das Doppelte – in der Kindheit um das Zwei- bis Dreifache. Durch UV-Strahlung entstandene Schäden kumulieren dabei über die Lebenszeit.

Der anthropogen verursachte Abbau der stratosphärischen Ozonschicht erhöht die erdbodennahe UV-Bestrahlungsstärke, spielt aber für die UV-Belastung in Deutschland eine eher geringe Rolle. Die Erholung der Ozonschicht scheint sich allerdings aufgrund von mehreren Einflussfaktoren zu verzögern. Eine Rückkehr zu Ozonsäulenwerten von 1980 wird etwa gegen 2035 für die nördliche Hemisphäre erwartet. Zudem können sogenannte Niedrigozonereignisse auftreten, die für wenige Tage unerwartet hohe UV-Bestrahlungsstärken verursachen können. Ihr Ursprung kann ganzjährig in dynamischen Prozessen der Atmosphäre liegen und speziell im Frühjahr in einem winterlichen Ozonabbau über der Arktis [22-25]. Niedrigozonereignisse im Frühjahr sind gesundheitlich besonders relevant, da zu dieser Jahreszeit die menschliche Haut noch besonders empfindlich gegenüber UV-Strahlung ist.

In Deutschland hat sich in den letzten Jahrzehnten die Anzahl der Sonnenstunden verändert, wodurch in Jahren mit hoher Anzahl an Sonnenstunden die UV-Jahresdosis signifikant erhöht ist [26, 27]. Nach einer kontinuierlichen Abnahme der Sonnenstunden bis in die 1980er Jahre – global dimming – resultierend durch eine zunehmende Verschmutzung der Atmosphäre durch Industrieabgase, greift seit Mitte der 1980er Jahre die Umsetzung der Luftreinhaltungsmaßnahmen [28]. Durch sie nahm die Belastung der Luft mit Schadstoffen deutlich ab mit positiven Wirkungen auf die Umwelt und die Gesundheit von Pflanzen, Tiere und Menschen. Damit verbunden ist aber auch ein Anstieg der Sonnenstunden – global brightening. Der *global brightening*-Effekt ist keine direkte Folge des Klimawandels [29, 30]. Der prinzipielle Zusammenhang zwischen einer Änderung der UV-Strahlungsintensität und dem Klimawandel ist aktuell ein wichtiger Forschungsschwerpunkt [31]. So zeigen Daten, die im Zeitraum 1996 bis 2017 an vier europäischen Stationen aufgezeichnet wurden, dass langfristige Veränderungen der UV-Strahlung vor allem durch Veränderungen der Aerosole, der Bewölkung und des Oberflächenreflektionsvermögens (Albedo) bedingt sind [32, 33].

Auch wenn sich die Entwicklung der UV-Belastung und das damit assoziierte Krankheitsgeschehen derzeit noch nicht angemessen vorhersagen lassen, drängt die bereits existierende Krankheitslast zu wirkungsvollen Maßnahmen, um UV-bedingte Erkrankungen vorzubeugen oder zumindest frühzeitig zu erkennen/diagnostizieren [31]. Vor diesem Hintergrund wird in Bezug auf „**UV-Strahlung**“ als Ziel **die Stärkung der Fähigkeit der Bevölkerung, sich bis 2030 UV-angepasst zu verhalten**, formuliert (vgl. Tabelle 1). Bei Erreichung des Ziels ist die Bevölkerung in der Lage, sich UV-angepasst zu verhalten und Entscheidungsträger, beispielsweise in Kommunen, sind gestärkt, UV-Strahlung als Gesundheitsrisiko zu adressieren und hierzu notwendige UV-Schutzmaßnahmen in den Lebenswelten der Menschen zu etablieren. Zur Zielerreichung soll das Wissen zu den gesundheitsgefährdenden Folgen von UV-Strahlung und wirkungsvollen verhaltens- und verhältnispräventiven Schutzmaßnahmen erhöht, die Umsetzung und Wirksamkeit von Handlungsempfehlungen und Präventionsmaßnahmen zur Vorbeugung UV-bedingter Erkrankungen der Haut und Augen evaluiert und daraus Empfehlungen zur Optimierung der Maßnahmen abgeleitet werden. Damit ist explizit gemeint, dass adressatengerechte Multikomponenten-Programme²⁶ entwickelt, diese angewendet

²⁶ Multikomponenten-Programme sind bevölkerungsweite Programme, die Elemente individuell ausgerichteter Strategie mit strukturellen und politischen Maßnahmen sowie mit Medienkampagnen kombinieren (vgl. Saraiya et al. (2004) Interventions to prevent skin cancer by reducing exposure to ultraviolet radiation: a systematic review. *Am J Prev Med*, 27(5), 422-466. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2004.08.009>).

und deren Umsetzung und Wirksamkeit evaluiert werden (vgl. Tabelle 1). Darüber hinaus werden die Handlungsempfehlungen und verhältnispräventiven Maßnahmen zur Vorbeugung UV-bedingter Erkrankungen der Haut und Augen etabliert, evaluiert und optimiert. Mögliche Synergieeffekte, beispielweise mit Maßnahmen zum Schutz vor Hitze, werden dabei berücksichtigt.

Inwieweit das hier formulierte Ziel erreicht wird, lässt sich an der Anzahl, Qualität und Verbreitung der entwickelten Multikomponenten-Programme beurteilen. Des Weiteren können 1) Anzahl und Qualität der Maßnahmen zur Schattengenerierung hinsichtlich des UV-Schutzes, 2) Anzahl, Qualität und Tagesaktualität der Anzeigen des UV-Index im öffentlichen Raum, 3) Veränderung des Wissens über den UV-Index, seine Anwendung zum Schutz vor UV-Belastung sowie 4) Qualität und Aktualität von Handlungsempfehlungen und Präventionsmaßnahmen zur Vorbeugung UV-bedingter Erkrankungen der Haut und Augen als Indikatoren genutzt werden (s. Tabelle 1).

Neben den Maßnahmen-orientierten Indikatoren, die eine Steuerung des Prozesses zur Zielerreichung ermöglichen, sollen zudem Indikatoren erarbeitet und etabliert werden, die die langfristige Entwicklung der UV-bedingten Erkrankungen und den Umgang damit in der Bevölkerung wiedergeben.

Darüber hinaus wird für die zielgerichtete Finanzierung verhaltens- und verhältnispräventiver Maßnahmen der rechtliche Rahmen für die Entwicklung, Etablierung und Optimierung von fortlaufenden Förderprogrammen geprüft.

2.3. Allergische Reaktionen auf Pollen – Ziel, Indikatoren, Maßnahmen/Instrumente

Ziel G-3: Stärkung der Fähigkeit der Bevölkerung zum Umgang mit Pollenallergien

Allergische Erkrankungen, insbesondere Inhalationsallergien, haben in der Bevölkerung aufgrund ihrer Häufigkeit eine hohe Bedeutung erlangt. Grund hierfür sind auch veränderte Umweltfaktoren, wobei z. B. der häufige Kontakt mit Pollen zu Pollensensibilisierungen und Pollenallergien führen kann [34]. Aufgrund des Klimawandels hat sich die Vegetationsperiode bereits spürbar verändert. Beispielsweise beginnt und endet der Pollenflug der Birke inzwischen früher, tendenziell beginnen Gräser früher zu blühen und Kräuterpollen (z. B. von *Artemisia vulgaris* und *Ambrosia artemisiifolia*) fliegen länger im Jahr, d. h. es kommt zu einer Spreizung der Pollensaison [34]. Grundsätzlich treten Pollen von Jahr zu Jahr in unterschiedlichen Mengen in der Luft auf, allerdings kommen Spitzenkonzentrationen, wie etwa von Birkenpollen, mittlerweile immer häufiger vor. Aufgrund des Klimawandels wird sich mit großer Wahrscheinlichkeit das Spektrum allergener Pollen in Deutschland weiter verändern. Einerseits wird die allergologische Bedeutung von Pollen einiger freiwachsender, aber nicht heimischer Pflanzenarten wie *Ambrosia* zunehmen, andererseits wird sich die allergologische Bedeutung von Pollen einiger heimischer Pflanzenarten verändern [34].

Zusätzlich zur Pollenbelastung führen hohe Temperaturen und Hitze begleitet von beeinträchtigter Luftqualität (z. B. durch Luftverschmutzung oder Ozon) gerade bei vulnerablen Gruppen (z. B. Menschen mit obstruktiven Lungenerkrankungen) zu einem Anstieg der Krankheitslast. Der Anstieg der Krankheitslast äußert sich z. B. in einer Zunahme der Symptomlast, vermehrten Arztbesuchen, höherem Medikamentengebrauch sowie der Zunahme von Arbeitsunfähigkeitstagen und Krankenhausaufenthalten [34]. Insofern wird als **Ziel** in Bezug zu „**Pollenallergien**“ formuliert, **die Fähigkeit der Bevölkerung im Umgang mit Pollenallergien zu stärken** (vgl. Tabelle 1). Dabei soll insbesondere das Wissen rund um das Thema Pollenallergien in der Bevölkerung und bei relevanten Multiplikatorinnen und Multiplikatoren erhöht werden. Explizit bedeutet dies, dass bis 2030 signifikant mehr Personen in der Bevölkerung angeben, über hilfreiche Maßnahmen bei Pollenallergien (z. B. Informationen zum Pollenflug, richtiges Lüften und Sporttreiben zu bestimmten Zeiten, hilfreiche Medikamente) informiert zu sein als im noch zu definierenden Referenzjahr

(voraussichtlich 2025/2026). Der Wissenszuwachs soll sich auch hier in einer Verhaltensänderung widerspiegeln: Bis 2030 geben signifikant mehr Personen in der Bevölkerung an, sich während der Pollenzeiten beispielsweise über den aktuellen Pollenflug zu informieren, richtig zu lüften, richtig Sport zu treiben, hilfreiche Medikamente einzunehmen usw.. Zur Zielerreichung sollen Bund und weitere Institutionen geeignete Aufklärungsmaßnahmen für die Bevölkerung und für relevante Multiplikatorinnen und Multiplikatoren durchführen (z. B. in Gesundheitseinrichtungen, Bildungseinrichtungen, Kommunen). Indem die Indikatoren „Wissen über hilfreiche Maßnahmen bei Pollenallergien“ und „Verhaltensanpassung bei Pollenallergien“ in die Gesundheitsberichterstattung in Deutschland, z. B. das RKI-Panel „Gesundheit in Deutschland“, integriert und entsprechende Daten erhoben werden, kann geprüft werden, ob die Ziele erreicht wurden (s. Tabelle 1). Als Zwischenziel wird daher auch hier die Entwicklung expliziter Indikatoren aufgenommen.

2.4. Durch den Klimawandel begünstigte Infektionskrankheiten, insbesondere vektorübertragene Erkrankungen – Ziel, Indikatoren, Maßnahmen/Instrumente

Ziel G-4: Stärkung der Fähigkeit zur Vermeidung von und zum Umgang mit vektorübertragenen Infektionskrankheiten in der Bevölkerung

In Deutschland können höhere Temperaturen, vor allem milde Winter und warme Frühjahre, sowie veränderte Niederschlagsmuster die Verbreitung von Infektionskrankheiten beeinflussen [12]. Beispiele hierfür sind die Übertragung des West-Nil-Virus durch heimische Stechmücken, die Übertragung des Puumala-Hantavirus durch Rötelmäuse oder auch Wundinfektionen und gastroenteritische Infektionen durch Nicht-Cholera-Vibrionen. Neben dem Klimawandel trägt auch die Globalisierung, z. B. der internationale Tourismus oder der weltweite Tier- und Warenhandel, zur Verbreitung neuer Vektoren (z. B. der Asiatischen Tigermücke *Aedes albopictus* oder von Zecken) und Krankheitserregern bei.

Die in Deutschland am häufigsten vorkommende vektorassoziierte Infektionskrankheit ist die Lyme-Borreliose, die durch Zecken übertragen wird. Stärke und Dauer der Lyme-Borreliose-Saison werden durch veränderte klimatische Faktoren wie Temperatur und Trockenheit beeinflusst. Sowohl einheimische als auch importierte vektorübertragene Infektionserreger können zu hoher Morbidität und Mortalität führen sowie mit hohen Kosten für das Gesundheitssystem einhergehen. Insofern sind vektorübertragene Erkrankungen ein wichtiges Thema für die öffentliche Gesundheit. Ihrer Prävention kommt große Bedeutung zu, insbesondere dem Schutz vor Infektionen, für die keine ursächliche Therapie zur Behandlung existiert, wie z. B. für die Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME), die durch Zecken übertragen wird [12].

Vor diesem Hintergrund wird als **Ziel** in Bezug auf die Klimawirkung im Bereich der „**durch Klimawandel begünstigten Infektionskrankheiten**“ eine **Stärkung der Fähigkeit zur Vermeidung und zum Umgang mit durch den Klimawandel begünstigten Infektionskrankheiten in der Bevölkerung** formuliert (vgl. Tabelle 1). Dazu soll das Wissen insbesondere hinsichtlich vektorübertragener Infektionskrankheiten durch Mücken, Zecken und Rötelmäuse in der Bevölkerung und bei relevanten Multiplikatorinnen und Multiplikatoren, insbesondere Ärztinnen und Ärzte, gesteigert werden. Explizit ist gemeint, dass bis zum Jahr 2030 signifikant mehr Personen in der Bevölkerung angeben, über durch den Klimawandel begünstigte Infektionskrankheiten, insbesondere vektorübertragene Krankheiten, und ein angemessenes Verhalten zur Vermeidung derartiger Infektionen informiert zu sein als im noch zu definierenden Referenzjahr (voraussichtlich 2025/2026). Der Wissenszuwachs soll wiederum zu einer Verhaltensänderung führen: Bis 2030 geben signifikant mehr Personen in der Bevölkerung an, ihr Verhalten zur Vermeidung vektorübertragener Infektionskrankheiten angepasst zu haben. Zur Zielerreichung sollen Bund und weitere Institutionen geeignete Aufklärungskampagnen mit Informationen zum Thema vektorübertragene Krankheiten für die Bevölkerung und bei

relevanten Multiplikatorinnen und Multiplikatoren durchführen, z. B. Gesundheits- und Bildungseinrichtungen. Das Wissen über vektorübertragene Krankheiten soll als Indikator in die Gesundheitsberichterstattung in Deutschland, z. B. in das RKI-Panel „Gesundheit in Deutschland“, aufgenommen werden (s. Tabelle 1).

2.5. Querverbindungen zu anderen Clustern

Darüber hinaus können einige im Prozess der DAS durch andere Cluster erarbeiteten Ziele und Maßnahmen einen indirekten oder direkten Effekt auf die gesundheitliche Situation der Bevölkerung haben. So ist z. B. für die vorgeschlagenen Ziele im **Teilcluster „Bevölkerungsschutz“** – zur Erhöhung der Reichweite von Warnmeldungen und zur Erhöhung des Informationsgrades in der Bevölkerung zu Extremwetter-bedingten Gefahren – ein positiver gesundheitlicher Nutzen für die Bevölkerung zu erwarten. Ebenfalls gilt dies für die formulierten Ziele im **Teilcluster „Raumplanung“** zum Schutz vor Hitzefolgen in Siedlungsbereichen und im Teilcluster „Stadtentwicklung“ zur Aktivierung von Stadtgrün zur Reduktion der Hitzebelastung. Auch für diese ist ein förderlicher Effekt auf die Bevölkerungsgesundheit zu erwarten. Dabei muss jedoch darauf geachtet werden, dass für die Begrünung möglichst keine Pflanzen mit allergenem Potential eingesetzt werden. Darüber hinaus könnten die im Cluster **„übergreifende Handlungsfelder“** formulierten Ziele zur Forschungsförderung die Forschungslandschaft im Themenfeld Klimawandel-Anpassung stärken und dabei ebenfalls die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit dem Themenbereich Klimawandel(-anpassung) und Gesundheit fördern. Im Rahmen der Umsetzung und Weiterentwicklung der vorsorgenden Klimaanpassungsstrategie werden die Zielsetzungen in den querverbundenen Clustern, die zum Schutz der menschlichen Gesundheit vor den Auswirkungen des Klimawandels beitragen, noch stärker integriert werden.

Das Thema „Gesundheitliche Ungleichheit“ zieht sich durch alle Cluster, weshalb es explizit im Cluster **„übergreifende Handlungsfelder“** betrachtet wird. Im Cluster „menschliche Gesundheit und Pflege“ spielt das Thema insofern eine Rolle, als dass die entwickelten Ziele und Maßnahmen darauf ausgerichtet sein sollten, gesundheitliche Chancengleichheit zu fördern und gesundheitliche Ungleichheiten zu verringern.

DAS 2024 – Anhang 1: Ausführliches Clusterpapier „menschliche Gesundheit und Pflege“

Tabelle 1: Vorschlag für Ziele im Cluster Gesundheit

Ziele	Jahr der Zielerreichung	Indikatoren	Maßnahmen/ Instrumente zur Zielerreichung
G1: HITZEBEDINGTE GESUNDHEITSFOLGEN			
<p>Stärkung der Fähigkeit der Bevölkerung zu hitzeangepasstem Verhalten mit den Unterzielen:</p> <p>1.I: Verbesserung von Wissen zu gesundheitlichen Hitzefolgen und Bewusstsein für hitzeangepasstes Verhalten</p> <p>1.II: Zunahme von hitzeangepasstem Verhalten</p> <p>1.III: Stärkung der Fähigkeit der Kommunen, Gesundheits-, Pflege-, Betreuungs- und Bildungseinrichtungen, Maßnahmen zum Schutz der Gesundheit vor Hitze insbesondere in der Verhältnisprävention zu ergreifen</p> <p>1.IV: Verbesserung des Monitorings zu hitzebedingter Mortalität und Morbidität</p>	2030	<p>1.I: Erfassung von Wissen zu gesundheitlichen Hitzefolgen (DAS-Indikator: GE-I-2 Zusatz) und zu hitzeangepasstem Verhalten in der Bevölkerung z. B. Abfrage im Rahmen</p> <ul style="list-style-type: none"> - des geplanten RKI-Panels - der Umweltbewusstseinsstudie des UBA <p>1.II: Erfassung von hitzebedingter Verhaltensanpassung in der Bevölkerung</p> <p>1.III: Erfassung der Fähigkeit der Kommunen, Hitze als Gesundheitsrisiko zu adressieren, (z. B. Prüfung ob aus den Klimaanpassungskonzepten die Zahl der Hitzeaktionspläne abgeleitet werden kann, Stand der Verankerung des Schutzes vor Hitze in verschiedenen kommunalen Lebenswelten)</p> <p>1.IV: Etablierung entsprechender Indikatoren/ Maßzahlen im Monitoring, z. B. Erweiterung des Gesundheitsmonitoring und der Gesundheitsberichterstattung, Erfassung hitzebedingter Krankenhauseinweisungen</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Bereitstellung entsprechender Kampagnen, Medien/Materialien zur gesundheitlichen Aufklärung, insbesondere Informationen zur Gesundheitsförderung, einschl. der psychischen Gesundheit, durch Bund und andere Institutionen in Lebenswelten für, <ul style="list-style-type: none"> - die Bevölkerung, - vulnerable Gruppen und - Multiplikatorinnen und Multiplikatoren (z. B. Gesundheitsberufe). - Mediale sowie interpersonale Ansprache/Maßnahmen, auch unter Einbeziehung von Multiplikatorinnen und Multiplikatoren z. B. in Kommunen, in Gesundheits-, Pflege-, Betreuungs- und Bildungseinrichtungen) zur Verhaltensanpassung, auch hinsichtlich hitzeresilienter Lebenswelten - Fähigkeit der Kommunen stärken, hitzeangepasstes Verhalten in der Bevölkerung und hitzeresiliente Lebenswelten zu fördern
<i>Zwischenziel:</i> Indikatorenentwicklung	voraussichtl. 2025/2026		Ausarbeitung der Indikatoren
G2: UV-STRAHLUNG			
<p>Stärkung der Fähigkeit der Bevölkerung zu UV-angepasstem Verhalten mit den Unterzielen:</p>	2030	<p><u>Zu Maßnahme 1</u></p> <p>1) Anzahl der entwickelten Multikomponenten-Programme</p>	<p><u>Maßnahme 1:</u></p> <p>Erhöhtes Wissen zu den gesundheitsgefährdenden Folgen von UV-Strahlung und wirkungsvollen verhaltens- und</p>

<p>2.I: Erhöhtes Wissen zu den gesundheitsgefährdenden Folgen von UV-Strahlung</p> <p>2.II: Erhöhtes Wissen zu wirkungsvollen verhaltens- und verhältnispräventiven Schutzmaßnahmen</p> <p>2.III: Stärkung der Entscheidungsträger (z. B. in Kommunen), UV-Strahlung als Gesundheitsrisiko zu adressieren und entsprechende Schutzmaßnahmen zu etablieren.</p>		<p>2) Qualität der entwickelten Multikomponenten-Programme</p> <p>3) Verbreitung der entwickelten Multikomponenten-Programme</p> <p>Zu Maßnahme 2:</p> <p>1) Anzahl und Qualität der Maßnahmen zur Schattengenerierung hinsichtlich des UV-Schutzes</p> <p>2) Anzahl, Qualität und Tagesaktualität der Anzeigen des UV-Index im öffentlichen Raum</p> <p>3) Veränderung des Wissens über den UV-Index, seine Anwendung und zum UV-Schutz</p> <p>4) Qualität und Aktualität von Handlungsempfehlungen und Präventionsmaßnahmen zur Vorbeugung UV-bedingter Erkrankungen der Haut und Augen</p>	<p>verhältnispräventiven Schutzmaßnahmen in der Bevölkerung mittels adressatengerechter Multikomponenten-Programme²⁷:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Entwicklung <ul style="list-style-type: none"> - interaktive, personalisierte Schulungsinhalte - Einsatz moderner Medien und Methoden bzw. multimediale Ansätze 2. Anwendung <ul style="list-style-type: none"> - in Betreuungs- und Bildungseinrichtungen - in Gesundheits- und Pflegeeinrichtungen - in Kommunen etc. 3. Evaluierung der Umsetzung und Wirksamkeit <ul style="list-style-type: none"> - z. B. mittels Evaluierungsbögen, Forschungsvorhaben <p>Maßnahme 2:</p> <p>Evaluation und Optimierung der Handlungsempfehlung und Präventionsmaßnahmen bezüglich:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Umsetzung und Verbreitung (z. B. zum Kenntnisstand UV-Schutz) 2. Wirksamkeit 3. Qualität sowie 4. Formulierung von Empfehlungen zur Aktualisierung und Optimierung
<p><i>Zwischenziel:</i> Indikatorenentwicklung</p>	<p>voraussichtl. 2025/2026</p>		<p>Ausarbeitung der Indikatoren</p>
<p>G3: POLLENALLERGIEN</p>			

²⁷ Multikomponenten-Programme sind bevölkerungsweite Programme, die Elemente individuell ausgerichteter Strategien mit strukturellen und politischen Maßnahmen sowie mit Medienkampagnen kombinieren (vgl. Saraiya et al. (2004) Interventions to prevent skin cancer by reducing exposure to ultraviolet radiation: a systematic review. Am J Prev Med, 27(5), 422-466. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2004.08.009>).

DAS 2024 – Anhang 1: Ausführliches Clusterpapier „menschliche Gesundheit und Pflege“

Stärkung der Fähigkeit der Bevölkerung zum Umgang mit Pollenallergien	2030	<p>A) Erfassung von Wissen über gesundheitliche Folgen allergener Pollen und über geeignete Schutz-/Minderungsmaßnahmen bei Pollenallergien in der Bevölkerung und bei weiteren relevanten Akteurinnen und Akteuren z. B. Gesundheitsberufe</p> <p>B) Erfassung von Verhaltensanpassung in Bezug auf Pollenallergien in der Bevölkerung</p>	<p>- Gesundheitliche Aufklärung über Kampagnen, Medien/Materialien und Informationen zu Pollenallergien durch Bund und andere Institutionen für die Bevölkerung und für relevante Multiplikatorinnen und Multiplikatoren (z. B. Gesundheits- und Pflegeeinrichtungen, Betreuungs- und Bildungseinrichtungen, Kommunen):</p> <p>z. B. Informationen zum aktuellen Pollenflug (u. a. DWD, Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst), richtiges Lüften und Sporttreiben, hilfreiche Medikamente, etc.)</p> <p>- Weiterentwicklung Pollenmonitoring</p>
<i>Zwischenziel:</i> Indikatorenentwicklung	voraussichtl. 2025/2026		Ausarbeitung der Indikatoren
G4: DURCH KLIMAWANDEL BEGÜNSTIGTE INFEKTIONSKRANKHEITEN			
Stärkung der Fähigkeit der Bevölkerung, durch den Klimawandel begünstigte Infektionskrankheiten, insbesondere vektorübertragene Krankheiten, zu vermeiden und mit solchen Krankheiten umgehen zu können.	2030	<p>A) Erfassung des Wissens über (vektorübertragene) Infektionskrankheiten und über geeignete Schutz-/Minderungsmaßnahmen in der Bevölkerung und bei weiteren relevanten Akteurinnen und Akteuren, z. B. Gesundheitsberufe</p> <p>B) Erfassung von Verhaltensanpassung in Bezug auf die durch Klimawandel begünstigten Infektionskrankheiten, z. B. die Vermeidung von Infektionen, FSME-Schutz</p>	<p>- Gesundheitliche Aufklärung über Kampagnen, Medien/Materialien und Informationen zu (vektorübertragenen) Infektionskrankheiten durch Bund und andere Institutionen für die Bevölkerung:</p> <p>- Informationen zu (vektorübertragenen) Infektionskrankheiten (z. B. richtiges Verhalten zur Vermeidung, insbesondere Mückenschutz, Zeckenschutz und Impfprävention.), z. B.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. in Gesundheits- und Pflegeeinrichtungen 2. in Betreuungs- und Bildungseinrichtungen 3. Kommunen <p>- Weiterentwicklung Infektionskrankheiten- und Vektor-Monitoring (z. B. Stechmücken-Monitoring)</p>
<i>Zwischenziel:</i> Indikatorenentwicklung	voraussichtl. 2025/2026		Ausarbeitung der Indikatoren

3. Bedarfe für zukünftige Weiterentwicklungen

Die vorgeschlagenen Ziele, Maßnahmen und Indikatoren adressieren die Klimawirkungen mit dem gem. KWRA 2021 [1] dringendsten Handlungsbedarf in Bezug auf das Handlungsfeld „Menschliche Gesundheit“. Gleichfalls besteht bei den adressierten Klimawirkungen ein vergleichsweise großes Potential, durch Anpassungsmaßnahmen die für die Gesundheit resultierenden Risiken und Auswirkungen zu reduzieren. Die im Rahmen der vorsorgenden Klimaanpassungsstrategie entwickelten Ziele und die abgeleiteten Maßnahmen können zeitnah umgesetzt und vom Bund gesteuert werden. Es gibt jedoch ergänzende Aspekte und zusätzliche Bereiche, die hier nicht priorisiert werden konnten und die zukünftig in Betracht gezogen werden können, wie z. B. die psychische Gesundheit. Die aktuellen Veröffentlichungen im Rahmen des Sachstandsberichts „Klimawandel und Gesundheit“ stellen den aktuellen Forschungsstand zusammen und zeigen Handlungsoptionen auf, die für Ziele und Maßnahmen zur Anpassung an die gesundheitlichen Folgen des Klimawandels relevant sind [9]. Eine Empfehlung ist, das Konzept „Health-in-All-Policies“ noch stärker in Überlegungen zur Klimaanpassung zu integrieren.

In dem Sachstandsbericht wird auch allgemein ein Bedarf an weiterer Forschung zum Zusammenhang zwischen Klimawandel und Gesundheit festgestellt. So ist es aktuell oft noch schwierig, spezifische Erkrankungen unmittelbar und kausal mit den Klimawandelfolgen in Zusammenhang zu bringen [14]. So werden in den Themenfeldern UV-Strahlung und vektorübertragene Krankheiten bisher in der Forschung vornehmlich potenzielle Risiken adressiert [12, 31]. Darüber hinaus bestehen Forschungslücken, insbesondere bei den Auswirkungen des Klimawandels auf die psychische Gesundheit und hinsichtlich der Entwicklung eines klimaresilienten Gesundheitssystems.

Laut KWRA 2021 [1] besteht zudem bei den Klimawirkungen „Atemwegsbeschwerden (aufgrund von Luftverunreinigungen)“ sowie „Auswirkungen auf das Gesundheitswesen“ Handlungsbedarf. Im Lichte neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse und von im Rahmen der Strategie bereits umgesetzter Maßnahmen soll eine Aufnahme dieser Themen zukünftig geprüft werden. Denn zahlreiche Maßnahmen zur Verhaltens- und Verhältnisprävention wirken sich auch auf die Resilienz des Gesundheitswesens aus – dies gilt beispielsweise für Hitzeschutzpläne in Gesundheitseinrichtungen. Weiterhin entlastet ein an den Klimawandel angepasstes Verhalten der Bevölkerung das Gesundheitswesen. Auch bei der Überprüfung und Anpassung der formulierten Ziele, Maßnahmen und Indikatoren (s. Tabelle 1) in den nächsten Jahren und Jahrzehnten sollten neue Forschungsergebnisse einbezogen werden. Dabei müssen im Prozess auch Datenquellen für die Analyse ausgebaut oder neu erschlossen werden. Insofern muss auch die Datenlage zum Zusammenhang von Klimawandel und Gesundheit und zu den entsprechenden Zielen und Maßnahmen der Anpassung an die gesundheitlichen Folgen des Klimawandels deutlich verbessert werden.

4. Empfehlungen für Maßnahmen der Länder und anderer Akteure

Eine adäquate Bewältigung der Klimawandelfolgen in Bezug auf die menschliche Gesundheit ist eine gemeinschaftliche, übergreifende Aufgabe. Auch wenn die hier formulierten Ziele, Maßnahmen und Indikatoren vom Bund steuerbar sind, kann der Erfolg durch ein gemeinsames Vorgehen von Bund, Ländern und Kommunen erheblich gesteigert werden. Es wäre wünschenswert, wenn die Länder und andere relevante Akteurinnen und Akteure die Ziele und Maßnahmen aufgreifen und in ihren eigenen Zuständigkeitsbereichen unterstützen würden, z. B. durch Förderung der gesundheitlichen Aufklärung, der Förderung von Verschattung im öffentlichen Raum oder in Einrichtungen zum Schutz vor Hitze und UV-Belastung - oder durch die Mitwirkung an der Verbesserung der Surveillance und des Monitorings der genannten Indikatoren. Generell wird empfohlen, dass die Länder und

Kommunen dem Thema Gesundheitsschutz bei der Erstellung ihrer Klimaanpassungsstrategien und -konzepte besondere Aufmerksamkeit widmen. Es wird empfohlen, spezielles Augenmerk auf die Themenfelder Hitze, UV-Belastung, Allergien und durch den Klimawandel begünstigte Infektionskrankheiten zu legen.

5. Literatur

1. Umweltbundesamt, *Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland. Teilbericht 5: Risiken und Anpassung in den Clustern Wirtschaft und Gesundheit*.
<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/KWRA-Teil-5-Wirtschaft-Gesundheit> (Stand: 09.06.2023). 2021.
2. Mücke, H.-G. and A. Matzarakis, *Klimawandel und Gesundheit. Toxikologie - Epidemiologie - Hygiene - Belastungen - Wirkungen - Diagnostik - Prophylaxe. Kapitel VIII–1.10 in Handbuch der Umweltmedizin. Ausgabe 12/2018*, H.E. Wichmann and H. Fromme, Editors. 2020, ecomed-Storck GmbH: Landsberg.
3. Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, *Handlungsempfehlungen für die Erstellung von Hitzeaktionsplänen zum Schutz der menschlichen Gesundheit*. 2017.
4. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz, *Den Klimawandel gesund meistern – Tipps für heiße Tage*. 2022 11.10.2023]; Available from: www.bmu.de/PU644 .
- Schutz vor Infektionskrankheiten durch Zecken, Mücken und Nager: www.bmu.de/PU658
- Gefahr im Anflug: Pollenallergien: www.bmu.de/PU660.
5. Aufklärung, B.f.g. *Klima Mensch Gesundheit*. 2023 [cited 2023; Available from: <https://www.klima-mensch-gesundheit.de/>
6. Bundesministerium für Gesundheit. *Startschuss für den „Klimapakt Gesundheit“*.
<https://www.bundesgesundheitsministerium.de/presse/pressemitteilungen/startschuss-fuer-den-klimapakt-gesundheit.html> (Stand: 28.07.2023). 2022.
7. Bundesamt für Strahlenschutz. *UV-Strahlung*. Available from www.bfs.de/uv.
8. Bundesministerium für Gesundheit, *Hitzeschutzplan für Gesundheit des BMG*. 2023.
9. Robert Koch-institut. *Sachstandsbericht Klimawandel und Gesundheit*. 2023; Available from: www.rki.de/klimabericht.
10. Bundesministerium für Bildung und Forschung. *Biodiversität bildet die Grundlage für unsere Gesundheit*. 2023 10.10.2023]; Available from: <https://www.bmbf.de/bmbf/shareddocs/kurzmeldungen/de/2022/08/biodiversitaet-grundlage-fuer-gesundheit.html>.
11. Hertig, E., et al., *Klimawandel und Public Health in Deutschland - ein Überblick*. J Health Monit, 2023.
12. Beermann, S., et al., *Auswirkungen von Klimaveränderungen auf Vektor- und Nagetier-assoziierte Infektionskrankheiten*. J Health Monit, 2023. **8**(S3): p. 36-66.
13. Umweltbundesamt (UBA), *Monitoringbericht 2019 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung. Dessau-Roßlau*. 2019.
14. Umweltbundesamt, *Monitoringbericht 2023 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung*. 2023: Dessau-Roßlau.
15. Winklmayr, C., et al., *Hitze in Deutschland: Gesundheitliche Risiken und Maßnahmen zur Prävention*. J Health Monit, eingereicht.
16. Winklmayr, C., et al., *Hitze in Deutschland: Gesundheitliche Risiken und Maßnahmen zur Prävention*. J Health Monit, 2023. **8**(S4): p. 3-34.
17. Winklmayr, C., et al., *Heat-Related Mortality in Germany From 1992 to 2021*. Dtsch Arztebl Int, 2022(Forthcoming).
18. An der Heiden, M., et al., *Heat-Related Mortality*. Dtsch Arztebl Int, 2020. **117**(37): p. 603-609.
19. Universität Erfurt. *Planetary Health Action Survey, Hitze*. 2023 07.09.2023]; Available from: <https://projekte.uni-erfurt.de/pace/topic/special/20-hitze>.
20. RKI. *Wochenbericht zur hitzebedingten Mortalität*. 2023 21.08.2023]; Available from: https://www.rki.de/DE/Content/GesundAZ/H/Hitze/folgekrankheiten/Bericht_Hitzemortalitaet.html.

21. Katalinic, A. *Update – Prognose und Zahlen zu Hautkrebs in Deutschland*. . 2022 07.09.2023]; Available from: <https://www.krebsregister-sh.de/prognose-hautkrebs-aktualisiert-fuer-2024>.
22. Reid, S., A. Tuck, and G. Kiladis, *On the changing abundance of ozone minima at northern midlatitudes*. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 2000. **105**(D10): p. 12169-80.
23. Brönnimann, S. and L. Hood, *Frequency of low-ozone events over northwestern Europe in 1952–1963 and 1990–2000*. *Geophysical Research Letters*, 2003. **30**(21).
24. Stick, C., et al., *Episode of unusual high solar ultraviolet radiation over central Europe due to dynamical reduced total ozone in May 2005*. *Atmos Chem Phys*, 2006. **6**(7): p. 1771-6.
25. Laschewski, G. and A. Matzarakis, *Long-Term Changes of Positive Anomalies of Erythema-Effective UV Irradiance Associated with Low Ozone Events in Germany 1983–2019*. *Environments*, 2023. **10**(31).
26. Baldermann, C., G. Laschewski, and J.-U. Grooß, *Impact of climate change on non-communicable diseases caused by altered UV radiation*. *Journal of Health Monitoring*, 2023(S4): p. 57--75.
27. Baldermann, C. and S. Lorenz, *UV-Strahlung in Deutschland: Einflüsse des Ozonabbaus und des Klimawandels sowie Massnahmen zum Schutz der Bevölkerung Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitschutz*, 2019. **62**(5): p. 639-645.
28. Wild, M., *Global dimming and brightening: A review*. *J. Geophys. Res.*, 2009. **114**: p. D00D16.
29. IPCC, *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, ed. V. Masson-Delmotte, P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, und B. Zhou. 2021, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.
30. He, Y., Wang, K., Zhou, C., & Wild, M., *A revisit of global dimming and brightening based on the sunshine duration*. *Geophysical Research Letters*, 2018. **45**: p. 4281–4289.
31. Baldermann, C., G. Laschewski, and J. Grooß, *Auswirkungen des Klimawandels auf nicht-übertragbare Erkrankungen durch UV-Strahlung*. *J Health Monit*, 2023. **8**(S4): p. 61-81.
32. Bais, A.F., et al., *Ozone–climate interactions and effects on solar ultraviolet radiation*. *Photochemical & Photobiological Sciences*, 2019. **18**(3): p. 602-640.
33. Fountoulakis, I., et al., *Solar UV Irradiance in a Changing Climate: Trends in Europe and the Significance of Spectral Monitoring in Italy*. *Environments*, 2020. **7**(1).
34. Bergmann, K.-C., et al., *Auswirkungen des Klimawandels auf allergische Erkrankungen in Deutschland*. *J Health Monit*, 2023. **8**(S4): p. 82-110.

Messbare Ziele der Klimaanpassung im Cluster „Stadtentwicklung, Raumplanung und Bevölkerungsschutz“

Handlungsfeld „Stadt- und Siedlungsentwicklung“

Clusterverantwortliches Ressort: BMWWSB

1. Signifikante Risiken im Handlungsfeld Stadt- und Siedlungsentwicklung

Steigende Höchsttemperaturen, „tropische Nächte“ und die Verlängerung sommerlicher Hitzeperioden verschärfen das Gesundheitsrisiko in Städten. Zunehmende Innenraumtemperaturen belasten das menschliche Kreislaufsystem. Gleichzeitig erhöhen Hitze und Trockenheit den Stress für das städtische Grün. In Städten verschärfen sich Risiken durch Starkregenereignisse durch einen weiter erhöhten Versiegelungsgrad im Zuge von Nachverdichtungsprozessen (insb. bauliche Entwicklung, beispielsweise für die Schaffung von bezahlbarem Wohnraum und Verkehrsinfrastruktur). Entsprechend dem Vorsorgeprinzip der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel soll Stadtentwicklung Schäden durch Klimafolgen für Mensch und Umwelt vermeiden oder verringern. Dies betrifft in Städten besonders Klimarisiken durch Hitze, Trockenheit und Starkregen. Kleine Siedlungen sind aufgrund ihrer i.d.R. geringen baulichen Dichte und/oder räumlichen Ausdehnung weniger stark von städtebaulich bedingter verstärkter Hitzebelastung betroffen. Im Bereich von Starkregen und Trockenheit liegen die Handlungserfordernisse hier in anderen Handlungsfeldern (z.B. Raumplanung, Gebäude, Wasser, Land und Landnutzung). Aus diesem Grund wird sich im Folgenden auf Siedlungen größer als 10.000 Einwohnerinnen und Einwohner fokussiert.

Im Handlungsfeld der Stadt- und Siedlungsentwicklung steht die Lebensqualität der Bewohnerinnen und -bewohner im Zuge des Klimawandels im Zentrum. Die städtebauliche Situation, eine effiziente, kompakte und zugleich durchgrünte, auf Mehrfachnutzung ausgerichtete Flächennutzung, das Zusammenspiel aus Bebauung und der Ausstattung der Kommunen mit grün-blauer Infrastruktur (Grün in seiner Gesamtheit, daher Grünflächen, Bäume, Pflanzen usw. in Verbindung mit Wasser, Oberflächengewässer, Fließgewässer usw.) ist entscheidend für die Hitzebelastung und den Wasserhaushalt im urbanen Raum. Im Sinne einer integrierten Stadtentwicklung werden die vielfältigen Bedarfe, u.a. der baulichen Entwicklung (einschließlich der Wohnraumversorgung), der Mobilität und der grün-blauen Infrastruktur bereits zu Beginn des Planungsprozesses berücksichtigt und Zielkonflikte im Rahmen der Abwägung bearbeitet. Die Stärkung dieser Instrumente soll geprüft werden. Für die Klimaanpassung sind naturbasierte und, wo nicht ausreichend, zusätzliche technische Maßnahmen wesentlich.

2. Ziele, Indikatoren und Maßnahmen

2.1. Ziele im Handlungsfeld Stadt- und Siedlungsentwicklung

Für das Handlungsfeld Stadt- und Siedlungsentwicklung werden zwei Ziele festgelegt.

- **Die Aktivierung von Stadtgrün, um Hitzebelastung zu reduzieren (S-1):** Ziel ist es, das Gesundheitsrisiko durch Hitze in besonders thermisch belasteten Gebieten bzw. Gebieten mit hitze-sensitiver Bevölkerung zu reduzieren und die Kühlleistung, Erreichbarkeit und Erholungsfunktion des Stadtgrüns und der Freiflächen für die Stadtbewohnerinnen und -bewohner zu verbessern.

- **Die stärkere Annäherung an einen naturnahen Wasserhaushalt für eine wassersensible Stadtentwicklung (S-2):** Ziel ist es, einen neuen Umgang mit Wasser zu erreichen und die aufgrund des Klimawandels auftretenden Risiken durch die Wasserextreme Starkregen und Trockenheit zu minimieren sowie die Verdunstungskühlung zu aktivieren

Das Ziel, nächtliche Überwärmung (Tropennächte) zu reduzieren, bezieht sich maßgeblich auf die Wohnsituation und wird deshalb im Handlungsfeld Gebäude (vormals Bauwesen) betrachtet. Frisch- und Kaltluftentstehungsgebiete und -leitbahnen sind Thema im Handlungsfeld Raumplanung in diesem Cluster und bilden eine Schnittstelle zum Handlungsfeld Stadt- und Siedlungsentwicklung.

2.2. Zielbeschreibung und Indikatoren:

Ziel S-1: Aktivierung von Stadtgrün, um Hitzebelastung zu reduzieren

Hintergrund: Der Erhalt, die Weiterentwicklung und Qualifizierung grüner Infrastruktur (z. B. Parkanlagen, Straßenbäume, Gebäudegrün) ist wichtig, um Bereiche mit hoher thermischer Belastung und die Intensität der städtischen Wärmeinsel zu reduzieren. Die Wirkung auf den thermischen Komfort ist durch verschiedene Faktoren beeinflusst wie z. B. den Bewässerungszustand des Grüns und seine Vitalität, in Verbindung mit der Qualität der Böden, den Anteil an baumbestandenen Flächen, die Form und Gestaltung von Parkanlagen, vorhandene Wasserflächen, Verteilung und Vernetzung (bspw. zur Sicherung von Kaltluftschneisen). Grün-blaue Freiräume und gesunde Ökosysteme erbringen für die Bewohnerinnen und Bewohner sowie die Umwelt in unseren Städten und Gemeinden neben der Klimaanpassung zahlreiche weitere Leistungen und haben eine zentrale Bedeutung für die physische und psychische Gesundheit, für Freizeit, Bewegung und Erholung, für die Biodiversität und den sozialen Zusammenhalt. Bäume und insbesondere Bestandsbäume sind als Teil der grünen Infrastruktur mit ihrem Verdunstungs- und Verschattungspotenzial und zugleich ihrem Nutzen für die Kohlenstoffbindung und Biodiversität von besonders hoher Bedeutung. Bei der Begrünung ist auf eine klimaresiliente, biodiverse und allergiearme Bepflanzung zu achten. Ein zu geringes Maß an grün-blauen Freiräumen kann deren Übernutzung und Vitalitätsverlust zur Folge haben, die auch die Funktion Klimaanpassung in unseren Städten und Gemeinden gefährdet. Ein ausreichendes Maß allein bedingt noch keine Qualität. Umgekehrt kann eine ausreichende Qualität für die vielen Funktionen nur durch ein ausreichendes Maß an grün-blauen Freiräumen erzielt werden. Eine ausreichende Versorgung mit grün-blauer Infrastruktur kann unterstützt werden, wenn die Planung integriert erfolgt (Berücksichtigung der räumlich relevanten Themen „Gebäude, grün-blaue Infrastruktur und Mobilität“ zu Beginn des Planungsprozesses) und auf Multifunktionalität und Gemeinwohl ausgerichtet ist. Das Ziel ist anschlussfähig an die Neue Leipzig-Charta mit ihrer Dimension der grünen Stadt, dem Memorandum „Urbane Resilienz“ sowie zum BMWBSB-Vorhaben, ein Handlungsprogramm für eine grün-blaue Infrastruktur (Agenda Stadt grün-blau als Folgeprozess zum Weißbuch Stadtgrün) zu erarbeiten und auch an die Ziele der Nationalen Biodiversitätsstrategie (siehe Gesamtstrategie Box 4).

Indikator: Der zur Messung des Ziels S-1 einer „Aktivierung von Stadtgrün zur Reduktion der Hitzebelastung“ für alle Städte ab 10.000 EW vorgesehene Indikator „Erreichbarkeit kühlender Grünflächen“ stellt eine auf die Hitzevorsorge bezogene Variante des bestehenden Indikators „Erreichbarkeit städtischer Grünflächen“ (kurz: „Grünerreichbarkeit“) dar und befindet sich in der Entwicklung.

In Gebieten mit besonderer Handlungspriorität (s.u.) soll der Indikator Grünvolumen zusätzlich als Maß für die Durchgrünung dieser Gebiete herangezogen werden.

Erreichbarkeit einer kühlenden Grünfläche ist gegeben, wenn eine kühlende Grünfläche als wohnortnaher kühlender Aufenthaltsort bei Hitzeereignissen in einer fußläufig leicht zu bewältigenden Distanz erreicht werden kann. Wohnortnahe, kühlende Grünflächen haben aufgrund ihrer Entlastungswirkung bei Hitze eine hohe Bedeutung insbesondere auch für sozial benachteiligte und/oder wenig mobile Bevölkerungsgruppen. Sie sind daher auch wichtig für eine soziale und gerechte Stadt gerade vor dem Hintergrund des demografischen Wandels.

Zur einfachen Handhabung ist vorgesehen, den hierzu im Monitoring des Instituts für ökologische Raumentwicklung (IÖR) bestehenden Indikator²⁸ „Erreichbarkeit städtischer Grünflächen“ zu modifizieren (IÖR-Monitor). Abweichend zum Indikator des IÖR-Monitors wird der hier zu entwickelnde Indikator nur auf den Anteil der Bevölkerung bezogen ausgewiesen, der eine kühlende Grünfläche (s. Textbox) fußläufig erreichen kann. Perspektivisch sollen auch erholungsrelevante Flächen < 1 ha einbezogen werden.

Erfassung „kühlender Grünflächen“: Zur Annäherung an eine „kühlende“ Grünfläche soll aufgrund zahlreicher Rückmeldungen aus dem Beteiligungsprozess zur Klimaanpassungsstrategie das Verdunstungs- und Verschattungspotenzial berücksichtigt werden, bspw. durch das **Grünvolumen**. Es bemisst die Vegetation auf den Grünflächen (m^3/m^2), und gibt das oberirdische Volumen des Grünraums aller auf einer Grundfläche stehenden Pflanzen an, inkl. Gebäudegrün (vgl. bspw. Umweltmonitoring Potsdam). Je größer das Grünvolumen auf den Flächen ist, desto stärker ist ihre Wirkung zur Hitzereduktion am Tag. Damit werden vor allem Grünflächen ausgeschlossen, die entweder nur aus Rasen bestehen, oder nur einen sehr geringen Anteil an Strauch- und Baumschicht haben. Diese haben in der Regel eine hohe nächtliche Kühlungswirkung, eignen sich jedoch am Tag aufgrund der fehlenden Verschattung weniger als kühlende Rückzugsflächen für die Bevölkerung. Zu den kühlenden Grünflächen können auch zugängliche Wasserflächen zählen.

Zusätzlich kann zur Beschreibung der Qualität einer Grünfläche zur Hitzevorsorge auch unmittelbar die **Kühlleistung der Grünflächen am Tag** im Vergleich zu ihrer Umgebung dienen. Beispielsweise könnte nur die Erreichbarkeit der Flächen gemessen werden, deren Strahlungsoberflächentemperatur bspw. tagsüber mindestens 5 Grad Celsius geringer ist als ihre Umgebung. Im Rahmen der Forschung wird ermittelt, wie die Kühlleistung einbezogen werden kann.

Neben dieser Annäherung sind weitere Kriterien möglich, die den Erholungswert und die Nutzungsqualität von Grün- und Wasserflächen bei Hitze beschreiben, bspw. zugängliche Wasserflächen und deren Nutzungsqualität, und den Schutz vor Hitze auf dem Weg zur Grünfläche berücksichtigen, auch vor dem Hintergrund einer besseren Grünvernetzung. Diese können im Rahmen des lernenden Indikators und anhand von Beispielen aus Vorreiter-Kommunen ergänzt werden.

Der Indikator soll für die jeweilige Stadt/ Gemeinde bestimmt werden. Als räumliche Kulisse soll die erweiterte Ortslage dienen und. Sie umfasst den im Zusammenhang bebauten Siedlungsbereich zuzüglich eines Zuschlags von 300m. Mit der Erweiterung sollen die an den Siedlungsbereich unmittelbar angrenzenden Erholungsräume miterfasst werden.

²⁸ In der Forschung hat sich unter diesem Indikator die Messung der fußläufigen (Luftlinie 300m \pm 500m Fußweg) Erreichbarkeit von Flächen > 1 ha in % der Bevölkerung etabliert. Der Indikator wird laufend fortentwickelt.

Zusätzlich zu den Auswertungen für jede Stadt/Gemeinde sollen weitere Auswertungen auf Bundesebene erfolgen, sowie ggf. nach räumlichen Kriterien (bspw. Entwicklungsdynamik). Details werden in einem Forschungsvorhaben mit Praxistest ermittelt.

Neben der stadtweiten Kulisse ist eine Auswertung zu Gebieten mit Handlungspriorität vorgesehen. Diese sind Gebiete, bei denen sich die thermische Belastung mit weiteren Faktoren überlagert (hohe Bevölkerungsdichte, sozialräumlich benachteiligte Gebiete, hitze-sensitive Bevölkerung, Mehrfachbelastung bspw. durch Lärm und Luftschadstoffe, auch im Sinne einer verbesserten Umweltgerechtigkeit). Hier soll zusätzlich der Indikator Grünvolumen als Maß für die Durchgrünung dieser Gebiete herangezogen werden.

Zielrichtung: Ziel ist, den Indikator „Erreichbarkeit kühlender Grünflächen“ bis 2030 mindestens stabil zu halten. Dies gilt für das Stadtgebiet (die erweiterte Ortslage) aller Städte ab 10.000 EW. In Gebieten mit Handlungspriorität soll ab 2026 eine Verbesserung erreicht werden. Es wird angestrebt, für 2035 für diese Gebiete einen Mindestzielwert der Erreichbarkeit kühlender Grünflächen in Prozent der Bewohnerinnen und Bewohner festzulegen. Weiterhin soll das Grünvolumen in diesen Gebieten gesteigert werden. Damit soll eine höhere Durchgrünung dieser Gebiete erzielt und die hohe thermische Belastung reduziert werden. Die Zielwerte sollen im Rahmen der Fortschreibung der DAS und in Abstimmung mit den Beteiligten formuliert werden, sobald belastbare Werte der „Erreichbarkeit kühlender Grünflächen“ und des Grünvolumens vorliegen und die Gebiete mit Handlungspriorität mittels Forschung festgelegt wurde.

Ziel S-2: Stärkere Annäherung an einen naturnahen Wasserhaushalt für eine wassersensible Stadtentwicklung

Hintergrund: In vielen Siedlungsgebieten sind die regulierenden Ökosystemleistungen, die ein naturnaher Wasserkreislauf im Zusammenspiel mit funktionsfähigen und bepflanzten Böden bietet, durch Verdichtung, Unterbauung, undurchlässig befestigte Oberflächen und künstliche Abflusswege stark eingeschränkt. Der Wasserhaushalt von Flächen, die undurchlässig befestigt sind, zeichnet sich durch einen sehr hohen Direktabfluss, eine geringe Wasserspeicherkapazität und Grundwasserneubildung sowie eine niedrige Verdunstung aus. Zudem erhitzen sich versiegelte Flächen stärker als unversiegelte. Hierdurch werden die Folgen von Extremwetterereignissen, die durch den Klimawandel zunehmend auftreten, wie Hitze, Starkregen und Trockenheit verstärkt.

Die Annäherung an einen naturnahen Wasserhaushalt ist daher besonders wichtig für die Klimaanpassung. Indem mehr Raum zur Versickerung und zum Wasserrückhalt geschaffen wird, kann die Verdunstung und Kühlleistung der grün-blauen Infrastruktur erhöht sowie die Wasserverfügbarkeit für Pflanzen und deren Vitalität verbessert werden. Das Niederschlagswasser dient dann als Ressource für eine höhere Bodengesundheit und diese wiederum für vitales Stadtgrün. Damit wird auch insgesamt die Resilienz der städtischen Ökosysteme und die Biodiversität erhöht. Zudem wird die Wasserspeicherkapazität im Stadtraum verbessert und damit den Risiken von Starkregen vorgebeugt (Überflutungsvorsorge/-schutz). Eine stärkere Annäherung an einen naturnahen Wasserhaushalt ist zudem zentraler Bestandteil einer wassersensiblen Stadtentwicklung.

Wassersensible Stadtentwicklung und „Schwammstadt“

Wassersensible Stadtentwicklung ist die Gestaltung oder Umgestaltung bebauter oder geplanter Gebiete mit dem Ziel, dem Wasser in der Stadt ausreichenden Raum und seine zentrale Bedeutung zu geben, um damit die Klimaanpassung und Lebensqualität zu verbessern. Neben den Vorteilen für die Klimaanpassung können durch eine hohe Gestaltungs- und Nutzungsqualität Mehrwerte für die menschliche Gesundheit, Erholung und den sozialen Zusammenhalt sowie die Biodiversität erzielt werden.

„Schwammstadt“ ist ein umgangssprachlicher, bildhafter Begriff und wird häufig synonym zur wassersensiblen Stadtentwicklung verwendet. Er bezieht sich auf die Fähigkeit der Freiräume einer Stadt, bei Niederschlag Wasser wie ein Schwamm aufzusaugen und bei Trockenheit wieder abzugeben, um sowohl Risiken aus den Wasserextremen Starkregen und Trockenheit zu minimieren, als auch Verdunstungskühlung zu aktivieren.

Das Ziel S-2 einer stärkeren Annäherung an den naturnahen Wasserhaushalt für eine wassersensible Stadtentwicklung ist anschlussfähig zur Maßnahme 19 der Nationalen Wasserstrategie „Leitbild Wassersensible Stadtentwicklung weiterentwickeln und in die Umsetzung bringen“ und zum BMWSB-Vorhaben, ein Handlungsprogramm für eine grün-blaue Infrastruktur (Folgeprozess Weißbuch Stadtgrün; Arbeitstitel: Agenda Stadt grün-blau) zu erarbeiten, bei dem die „Wassersensible Stadtentwicklung“ bereits als ein Schwerpunkt gesetzt ist. Auch im Aktionsprogramm natürlicher Klimaschutz (ANK) sind Maßnahmen hierzu vorgesehen. Mehrere Länder (insb. Schleswig-Holstein, Hamburg) arbeiten bereits mit dem Konzept eines „naturnahen Wasserhaushalts“ oder bereiten dieses vor. Da sich der langjährige Wasserhaushalt örtlich unterschiedlich darstellt, werden Lösungen benötigt, die sich am Wasserhaushalt der jeweiligen Kulturlandschaft und an den naturnahen Referenzwerten orientieren. S-2 erfordert einen Paradigmenwechsel hin zu einer vorrangig dezentralen Niederschlagsbewirtschaftung vor Ableiten in Kanäle und Vorfluter. Für eine erfolgreiche Umsetzung von S-2 im Straßenraum sind die Bedürfnisse von Straßenbäumen einzuplanen. Neben baulichen Möglichkeiten sollte insbesondere der Arten- und Sortenauswahl große Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Indikator: Es wird ein zweistufiges Verfahren vorgeschlagen. Aufgrund der eingeschränkten Datenverfügbarkeit zur flächendeckenden Messbarkeit von Komponenten des naturnahen Wasserhaushaltes (Oberflächenabfluss, Versickerung, Verdunstung) werden im ersten Schritt zunächst kurzfristig die „versickerungsfähigen Oberflächen“ herangezogen. Hierfür wird in einer ersten Annäherung auf den Datensatz des Landbedeckungsmodells (LBM-DE) des Bundesamtes für Kartografie und Geodäsie (BKG) zurückgegriffen. Dieser misst die Oberflächenbeschaffenheit. Als „versickerungsfähige Oberflächen“ werden dabei unversiegelte sowie teilversiegelte Oberflächen bis zu einem Versiegelungsgrad von max. 30 % definiert. Nicht erfasst werden die Beschaffenheit des

Untergrundes und des Bodens. Hierfür wären regionale Daten erforderlich, die bundesweit derzeit nicht in ausreichender Qualität vorliegen. Es besteht ein inhaltlicher Bezug dieses Indikators zum Indikator der „Bodenversiegelung“ im Cluster Land und Landnutzung. Im Laufe der methodischen Ausarbeitung der Indikatoren soll geprüft werden, inwieweit beide Indikatoren gemeinsame Datengrundlagen nutzen können, mit dem Ziel einer möglichst effizienten Erfassung.

Zielrichtung: Die versickerungsfähige Oberfläche der Ortslage (im Zusammenhang bebauter Siedlungsbereich) soll mindestens erhalten bleiben, perspektivisch wird eine Zunahme angestrebt.

Im zweiten Schritt sollen weitere Komponenten des Wasserhaushalts in das Monitoring einbezogen werden. Dies wäre perspektivisch beispielsweise zu prüfen für den Anschlussgrad der versiegelten Flächen an die Kanalisation oder ein Gewässer, für den derzeit keine bundesweit vollständige und einheitliche Datengrundlage verfügbar ist.

2.3 Maßnahmen zur Zielerreichung

Die Maßnahmen des Bundes zur Zielerreichung für beide Ziele lassen sich nach Gesetzgebung, Förderung, Forschung und Kommunikation untergliedern:

Gesetzgebung

- Der Bund stärkt und entwickelt den rechtlichen Rahmen zur Berücksichtigung der Transformationserfordernisse der Hitzevorsorge und wassersensiblen Stadtentwicklung kontinuierlich weiter.
- Hierfür werden die Handlungsmöglichkeiten, mit bestehenden und neuen rechtlichen Instrumenten eine klimagerechte Stadtentwicklung voranzutreiben, durch die Forschung analysiert und deren Ergebnisse ggf. in der Weiterentwicklung der Gesetzgebung berücksichtigt.

Förderung

- Das BMWSB sowie das BMUV nutzen und entwickeln ihre Förderprogramme weiter, um Hitze in den Städten zu mindern und einen naturnäheren Wasserhaushalt in den Städten zu erreichen.

Forschung

Der Bund forscht:

- zur Weiterentwicklung der Indikatoren, der Berechnungsmethode und Verbesserung der Datengrundlagen für das bundesweite Monitoring,
- zur Methodik, um Stadtbereiche mit besonderem Handlungsbedarf zu identifizieren, die aufgrund ihrer Lage (geografisch, topografisch) und Struktur (Bebauungsstruktur, Sozialstruktur) besondere stadtklimatische Defizite aufweisen.

Der Bund (BMWSB/BBSR sowie andere Bundesressorts) unterstützt die Kommunen bei der Entwicklung der grün-blauen Infrastruktur zur Hitzevorsorge und bei der wassersensiblen Stadtgestaltung durch Forschung, indem:

- bundesweit einheitliche Datengrundlagen, wie beispielsweise „Erreichbarkeit kühlender Grünflächen“ und Grünvolumen, erhoben sowie den Städten und Gemeinden über Geodatenportale bereitgestellt und indem digitale Tools entwickelt und verfügbar gemacht werden,

- Standards und Normen zusammen mit Fachverbänden (weiter-)entwickelt werden sowie Standards/Empfehlungen für analytische Instrumente wie Entsiegelungskataster, -bilanzierung u.Ä. erarbeitet werden, siehe auch Cluster Land und Landnutzung
- Potenziale und Hemmnisse zur Skalierung für die breite Umsetzung identifiziert werden, bspw. zu Raumpotenzialen für die Klimaanpassung, zur stärkeren Vernetzung von Grünräumen, zum Erhalt von Bestandsbäumen sowie zur Neuanpflanzung,
- Hebel zu Umsetzung effektiver Prozesse und Maßnahmen der Hitzevorsorge durch klimaaktives Stadtgrün und der Annäherung an einen naturnahen Wasserhaushalt in Arbeitshilfen beschreiben (z.B. Empfehlungen für kommunale Freiraumsatzungen, Prozesskatalog für vitales Stadtgrün durch wassersensible Stadtgestaltung) und den Kommunen zur Verfügung gestellt werden,
- Modellprojekte zur Erprobung innovativer Ansätze durchgeführt werden, u.a. zur besseren Zugänglichkeit öffentlicher Orte (Innen- und Außenräume) als kühle Orte, zu Verschattungsmöglichkeiten, zum Potenzial innerstädtischer Wasserflächen und Retentionsräume, multifunktionalen bzw. überflutungsfähigen Stadträumen und zur Entsiegelung,
- Empfehlungen für die klimaangepasste Gestaltung in verschiedenen Siedlungstypologien sowie zu den Chancen und Grenzen naturbasierter Lösungen erarbeitet werden.

Kommunikation

Der Bund:

- führt seinen Austausch mit Akteuren der klimaangepassten Stadtentwicklung (insb. Länder, Kommunen, Fachverbände, Wissenschaft) in unterschiedlichen Formaten weiter, u.a. im Kontext des Folgeprozess zur Umsetzung des Weißbuchs Stadtgrün (Arbeitstitel: Agenda Stadt grün-blau) und im Rahmen der Gemeinschaftsinitiative Nationale Stadtentwicklungspolitik,
- intensiviert Beratungs-, Fortbildungs- und Vernetzungsangebote,
- sensibilisiert private Akteure (insb. Wohnungsbaugesellschaften, Unternehmen, Akteure zur Umsetzung der Mobilitätswende) hinsichtlich der Potenziale für die Klimaanpassung (insb. Begrünung, Entsiegelung und dezentrales Regenwassermanagement).

Klimaanpassungsziel	Jahr der Zielerreichung	Indikator	Maßnahmen/ Instrumente zur Zielerreichung
Aktivierung von Stadtgrün, um Hitzebelastung zu reduzieren	Verschiedene Zieljahre	Indikator für Hitzevorsorge durch klimaaktives Stadtgrün: Erreichbarkeit kühlender Grünflächen und Grünvolumen	Gesetzgebung und Förderung des Bundes, Zusammenarbeit mit Ländern und Kommunen in der Umsetzung von Stadtgrün
Stärkere Annäherung an einen naturnahen Wasserhaushalt für eine wassersensible Stadtentwicklung	Verschiedene Zieljahre	Indikator für wassersensible Stadtentwicklung: Versickerungsfähige Oberflächen	Gesetzgebung und Förderung des Bundes, Zusammenarbeit mit Ländern und Kommunen in der Umsetzung der wassersensiblen Stadt

3. Empfehlungen für Maßnahmen der Länder und anderer Akteure

Die Erhebung und Berechnungen der vorgeschlagenen Indikatoren erfolgt durch den Bund im Rahmen seiner Forschungsaktivitäten und stellt daher keine zusätzliche Belastung für die Kommunen dar. Die Länder und die Kommunen können diese Datengrundlage freiwillig ergänzen, insbesondere, wenn präzisere und detailliertere Daten zur Verfügung stehen. Durch die zentrale Datenerhebung können belastbare und bundesweit vergleichbare Informationen zur Verfügung gestellt werden, die als Grundlage für die kommunale Planung und Erfolgskontrolle dienen können.

Die Kommunen sind wesentlich für die Umsetzung. Mit integrierten, strategischen Planungen und Vorgaben können sie eine erfolgreiche Weiterentwicklung ihrer grün-blauen Infrastruktur befördern. Dabei bleibt die kommunale Planungshoheit mit den vorgeschlagenen Zielen, Indikatoren und Maßnahmen gewahrt. Dennoch ist es wünschenswert, dass die Ergebnisse des bundesweiten Monitorings auch ein Signal an die Kommunen senden und diese als Orientierung darauf zurückgreifen können, beispielsweise bei der Erstellung von kommunalen Konzepten und Planungen. Dies umfasst insbesondere Klimaanpassungskonzepte, integrierte Stadtentwicklungskonzepte oder Freiraumentwicklungskonzepte, die Bauleitplanung (Flächennutzungspläne und Bebauungspläne) sowie kommunale Satzungen (bspw. Baumschutz- oder Freiraumsatzungen) und als Begründungshilfe dienen.

Auch die Länder können wesentlich dazu beitragen, die hier benannten Ziele zu verfolgen. Insbesondere die Landesbauordnungen sind hierfür von Bedeutung. Beispielsweise könnte hier Klimaanpassung/Klimaschutz als Begründungsmöglichkeit für örtliche Bauvorschriften zugelassen werden, zusätzlich zu den übergeordneten Gesichtspunkten der Baugestaltung und des Schutzes des Straßen-/Orts-/Landschaftsbilds. Auch die Landesförderprogramme können die Zielerreichung unterstützen und sollten entsprechend geprüft und ggf. angepasst werden.

Neben Ländern und Kommunen sind weitere Akteure für eine erfolgreiche Umsetzung einer klimaangepassten Stadtentwicklung mit Stadtgrün zur Hitzevorsorge und einer wassersensiblen Stadtentwicklung zentral. Sie können im eigenen Interesse sowie im Interesse der Mieter/innen zur Vorsorge gegenüber Hitze und Starkregen auf privaten Grünflächen im Wohnumfeld die Verschattung verbessern, Bestandsbäume erhalten, durch standortangepasste und soweit möglich

gebietsheimische, klimaangepasste, vitale Pflanzen das Grünvolumen und die Biodiversität erhöhen, Entsiegelungspotenziale nutzen und Raum zu schaffen für den Rückhalt von Niederschlagswasser. Dabei müssen gesundheitliche Risiken wie Infektionen durch Zecken, Mücken und Nager sowie Allergien soweit wie möglich vermieden werden. So sollten beispielsweise möglichst keine Pflanzen mit allergenem Potential für die Begrünung genutzt werden. Weitere wichtige Akteure sind die Eigentümer und Unterhaltenden des öffentlichen Raumes. Auch im Straßenraum können noch mehr Potenziale genutzt werden, um Böden zu entsiegeln und mehr Grün zu integrieren – dies ist auch über Förderprogramme des BMWSB sowie des BMUV förderfähig.

Auch Universitäten und andere Akteure der Fort- und Ausbildung können zur erfolgreichen Umsetzung einer klimaangepassten Stadtentwicklung beitragen. Hier gilt es bspw., Klimaanpassung stärker in den relevanten Studiengängen, bspw. Stadtplanung, Städtebau, Geografie, Raumplanung, Landschaftsplanung und Siedlungswasserwirtschaft zu verankern und über die Fortbildungsträger und Berufsverbände Fortbildungsprogramme für die Klimaanpassung auf einer breiten Basis anzubieten.

Handlungsfeld „Raumplanung“

Verantwortliches Ressort: BMWSB (Referat S III 1)

1. Signifikante Risiken im Cluster und den einzelnen Handlungsfeldern

Im Rahmen der **KWRA 2021** wurden 13 übergeordnete Handlungsfelder sowie 102 einzelne Klimawirkungen im Hinblick auf die Höhe des Klimarisikos für die Gegenwart, die Mitte des Jahrhunderts und das Ende des Jahrhunderts bewertet. Für die 29 größten Klimarisiken wurden Anpassungsmöglichkeiten identifiziert und für den Zeitraum Mitte des Jahrhunderts daraufhin bewertet, wie stark sie zukünftige Klimarisiken senken können. Hierbei wurden auch Unterstützungsmöglichkeiten durch das **Querschnittsfeld Raumordnung** berücksichtigt.

Das Raumordnungsgesetz (ROG) formuliert den Anspruch: „Den räumlichen Erfordernissen des Klimaschutzes ist Rechnung zu tragen, sowohl durch Maßnahmen, die dem Klimawandel entgegenwirken, als auch durch solche, die der Anpassung an den Klimawandel dienen. Dabei sind die räumlichen Voraussetzungen für den Ausbau der erneuerbaren Energien, für eine sparsame Energienutzung sowie für den Erhalt und die Entwicklung natürlicher Senken für klimaschädliche Stoffe und für die Einlagerung dieser Stoffe zu schaffen.“ (§ 2 Abs. 2 Nr. 6 ROG). Die Landesplanungsgesetze und Landesraumordnungspläne formulieren hierzu entsprechende Handlungsaufträge für die Regionalplanung.

Die Raumordnungsplanung auf Ebene der Landes- und Regionalplanung ist eine querschnittsorientierte räumliche Gesamtplanung, die gleichermaßen insb. Raumstruktur, Siedlungs- und Freiraumstruktur, Infrastruktur und erneuerbare Energieproduktion thematisiert. Sie steuert aber nur raumbedeutsame Vorhaben, Planungen und Maßnahmen. Insofern thematisiert die Raumordnungsplanung die Anpassung an den Klimawandel multidimensional, die Umsetzung erfolgt aber mittels Konkretisierung durch die kommunale Bauleitplanung sowie durch die jeweilige Fachplanung.

Es ist erforderlich, die Berücksichtigung von Klimaanpassung in Regionalplanungsprozessen weiter auszubauen, z. B. indem die zuständigen Planungsträger stärker für Klimaanpassung als Abwägungsgrund sensibilisiert werden.

Grundsätzlich bestehen die regionalplanerischen Beiträge zur Klimaanpassung – u. a. unter Beachtung bzw. Berücksichtigung der Vorgaben der Landesplanung – in der Ausweisung, Freihaltung oder Sicherung von Flächen für solche Nutzungen, durch die Schadenspotenziale und Klimarisiken reduziert werden, insbesondere hinsichtlich Ökosystemen (Wald, Boden, Biodiversität, terrestrische, aquatische Lebensräume), Hochwasserschutz und Infrastrukturen (Siedlungsflächen, Verkehrsflächen, Energieinfrastruktur).

2. Ziele, Indikatoren und Maßnahmen/Instrumente

Die KWRA 2021 wie auch jüngste Planauswertungen bestätigen: Klimaanpassungsrelevante Festlegungen haben in den vergangenen Jahren in der Regionalplanung bereits an Bedeutung gewonnen, sind aber zu verstärken und zu konkretisieren.

2.1. Ziele

Für das Teilcluster Raumplanung werden zwei Ziele festgelegt.

Ziel S-3: Bis 2026 Entwicklung und Einführung eines Klimaanpassungs-Monitorings (ex-post) für Raumordnungspläne auf Ebene der Landes- und Regionalplanung beim BBSR

Ziel des Klimaanpassungs-Monitorings ist es, zunächst für vier ausgewählte Handlungsfelder zusammenfassend zu prüfen und darzustellen, wie sich Festlegungen in Raumordnungsplänen zur Bewältigung der Herausforderung des Klimawandels widerspiegeln und wie sich diese über die Zeit entwickeln. Das Monitoring erfolgt durch das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) und soll in den Monitoringbericht der Bundesregierung zur Klimaanpassungsstrategie eingehen.²⁹

Ziel S-4: Bis 2028 wird die Verbesserung der Berücksichtigung künftiger Auswirkungen des Klimawandels bei Aufstellung und Fortschreibung von Raumordnungsplänen auf Ebene der Landes- und Regionalplanung angestrebt.

Das FONA-Projekt „RegiKlim“³⁰ enthält u. a. folgende Empfehlungen: „Belange der Klimaanpassung sollten dabei neben anderen, öffentlichen Belangen bestehen bzw. sich im Abwägungsfall auch durchsetzen können. [...] Dazu ist es notwendig, dass Klimaanpassung bereits in der übergeordneten Regionalplanung verpflichtend mit integriert wird. [...] Dafür besteht ein Bedarf an der Entwicklung regionalisierter Klimadaten und -Informationen. [...] Landkreise und regionale Planungsträger sollten befähigt werden, Klimaanpassung regional zu koordinieren.“

2.2 Zielbeschreibung und Indikatoren

Klimaanpassungs-Monitoring

Im Raumordnungsplanmonitor (ROPLAMO) des BBSR werden laufend Textdokumente aller in Kraft befindlichen Raumordnungspläne und aller Entwürfe zur Fortschreibung bzw. Neuaufstellung deutschlandweit erfasst. ROPLAMO soll genutzt werden, um künftig im Rahmen eines Monitorings der künftigen Klimaanpassungsstrategie des Bundes zu den vier o. g. Handlungsfeldern zur Klimaanpassung konkrete Verankerung von Klimaanpassungszielen im Rahmen geltender Raumordnungspläne auf Landes- und regionaler Ebene und sowie ihrer Fortschreibung bzw. Neuaufstellung zu erfassen, zu dokumentieren und zu bewerten.

Basierend auf den zehn Handlungsfeldern Klimaanpassung mit über 62 Maßnahmen der „Leitbilder und Handlungsstrategien für die Raumentwicklung in Deutschland“ (Ministerkonferenz für Raumordnung – MKRO – 2016) sowie des „Handlungskonzepts der Raumordnung zu Vermeidungs-, Minderungs- und Anpassungsstrategien in Hinblick auf die räumlichen Konsequenzen des Klimawandels“ (MKRO 2013) wurden in einem fachlichen Abstimmungsprozess folgende vier Handlungsfelder mit jeweiligen Schwerpunktthemen als geeignet für die Zielerreichung ausgewählt:

1. Umgang mit Wasserknappheit

- Verstärkte Sicherung von Wasserressourcen insbesondere auch zur dauerhaften, langfristigen Sicherung über den gegenwärtigen Nutzungsbedarf hinaus (Reservegebiete),
- Unterstützung des Erhalts bzw. der Verbesserung des Wasserhaushaltes der Böden (Erhöhung der Wasserspeicherfähigkeit, Verbesserung des Infiltrationsvermögens) in den empfindlichen Bereichen der Grundwassereinzugsgebiete,
- Vorausschauende Lenkung stark wasserbrauchender Nutzungen.

2. Vorbeugender Hochwasserschutz in Flussgebieten einschl. CO₂ Senken

²⁹ Gemäß Klimaanpassungsgesetz vom 20.12.2023 ist der Monitoringbericht mindestens alle vier Jahre ab dem Inkrafttreten zum 01.07.2024, jeweils in angemessener Frist vor der geplanten Vorlage der vorsorgenden Klimaanpassungsstrategie nach § 3 Absatz 1, zu erstellen und zu veröffentlichen.

³⁰ Querschnittsprojekt WIRKsam: Empfehlungspapier - Klimaanpassung auf kommunaler und regionaler Ebene stärken, 2022 (https://www.regiklim.de/SharedDocs/Downloads/DE/Dokumente/regiklim_empfehlungspapier_2022.pdf?__blob=publicationFile&v=3)

- Sicherung vorhandener Überschwemmungsbereiche und Rückgewinnung von Überschwemmungsbereichen als Retentionsräume,
 - Risikovorsorge in potenziellen Überflutungsbereichen,
 - Verbesserung des Wasserrückhaltes in der Fläche der Einzugsgebiete der Flüsse,
 - Sicherung potentieller Standorte für Hochwasserschutzmaßnahmen,
 - Sicherung bzw. Revitalisierung/Renaturierung von Mooren und Feuchtgebieten,
 - raumordnerische Vorgaben zur Verringerung der Inanspruchnahme bzw. Versiegelung von Böden.
3. *Schutz vor Hitzefolgen in Siedlungsbereichen*
- Schutz überörtlich bedeutsamer klimawirksamer Freiräume/Ausgleichsflächen,
 - Ausschluss entgegenstehender Nutzungen durch Festlegung geeigneter Vorrang-/Vorbehaltsgebiete,
 - Räumliche Steuerung der Siedlungsflächen-/Infrastrukturentwicklung zur Vermeidung und Minimierung von Wärmeinseln,
 - sonstige freiraumbezogene Festlegungen zur Sicherung klimawirksamer Ausgleichsräume (z. B. Vorrang-/Vorbehaltsgebiete für die Landwirtschaft, Regionale Grünzüge, Grünzäsuren, Wasserrückhalt).
4. *Verschiebung der Lebensräume von Tieren und Pflanzen einschl. Biotopflächenverbund*
- Sicherung eines regions- und länderübergreifenden, funktional zusammenhängenden Netzes ökologisch bedeutsamer Freiräume,
 - Minimierung weiterer Zerschneidungen u. a. durch Sicherung der Engstellen und ggf. Lückenschlüsse im länder- und regionsübergreifenden Biotopverbund,
 - Sicherung von Flächen und Korridoren zur Entwicklung naturnaher/resilienter Gewässer.

Noch zu klären ist der Umgang mit den bisherigen Indikatoren RO-R-1 bis RO-R-6 des DAS-Monitorings (siehe DAS-Monitoringbericht 2023).³¹

Verbesserung der Berücksichtigung künftiger Auswirkungen des Klimawandels bei Aufstellung und Fortschreibung von Raumordnungsplänen auf Ebene der Landes- und Regionalplanung

Raumordnungspläne sollen bereits jetzt die absehbaren Folgen des Klimawandels berücksichtigen, den Zielen des Klimaschutzes Rechnung tragen und einen Beitrag zur vorsorgenden Anpassung der Raumnutzungen an die Auswirkungen des Klimawandels leisten. Das Ziel sind resiliente Raumstrukturen, die auch unter veränderten Klimabedingungen eine nachhaltige Raumentwicklung gewährleisten und dazu beitragen, zusätzliche Risiken und Schadenspotenziale durch unangepasste Raumnutzungen soweit wie möglich vermeiden. Bei der Aufstellung bzw. Fortschreibung von Raumordnungsplänen ist zu prüfen, ob sie diesen Anforderungen gerecht werden. Hierzu ist zu klären, wie dies instrumentell bzw. verfahrensmäßig besser in die Abwägungsprozesse eingebunden werden kann.

Während in der Umweltprüfung i. e. S. betrachtet wird, welche Auswirkungen von den Festlegungen eines Raumordnungsplanes auf die Umwelt ausgehen, soll künftig innerhalb der bestehenden Verfahrensschritte stärker geprüft werden, ob die Festlegungen/Inhalte eines Raumordnungsplanes eine vorsorgende Anpassung an die aktuell vorherrschenden und sich verstärkenden Klimaveränderungen unterstützt und somit die Vulnerabilität des Planungsraums minimiert.

³¹ Monitoringbericht 2023 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/monitoringbericht-2023>), Seite 300 ff

2.3 Maßnahmen zur Zielerreichung

Klimaanpassungs-Monitoring

Die Unterstützung zur Konzeption für den Monitoringansatz des BBSR und geeignete Prüfkriterien/Indikatoren für die Messung des erreichten Fortschritts von Raumordnungsplänen, auch im Hinblick auf die regionale Betroffenheit vom Klimawandel und die unterschiedlichen Dimensionen der Anpassung an den Klimawandel in o.g. Handlungsfeldern wird derzeit vorbereitet. Um Vergleichsmaßstäbe abzuleiten, sind die Ergebnisse der KWRA 2021 für eine Zuordnung der Planungsregionen gemäß den Klima-Hotspots und anderer regionalisierter Analysen zu berücksichtigen. Darüber hinaus soll eine Methodik für die Ableitung von Maßstäben entwickelt werden, die einen Abgleich zwischen regionaler Betroffenheit und dem Bedarf an regionaler Anpassung ermöglicht. Die unterschiedliche Betroffenheit der Planungsregionen ist dabei zu berücksichtigen.

Außerdem bedarf es der weiteren Konkretisierung und Ausgestaltung von Prüfkriterien sowie des Bewertungssystems bzgl. der Planauswertungen u.a. hinsichtlich folgender Fragestellungen:

- Liegt eine regionale Vulnerabilitätsanalyse dem Aufstellungs- bzw. Fortschreibungsprozess zu Grunde?
- Wurden Festlegungen vom Schutzbedarf der Schutzgüter abgeleitet?
- Wurden adäquate Gutachten und Datengrundlagen zur validierten Ableitung planerischer Festlegungen verwendet?
- Welchen Charakter (Grad der Verbindlichkeit) haben die Festlegungen: Ziel, Grundsatz; Vorrang-, Vorbehaltsgebiete?

Verbesserung der Berücksichtigung künftiger Auswirkungen des Klimawandels bei Aufstellung und Fortschreibung von Raumordnungsplänen auf Ebene der Landes- und Regionalplanung

Ziel dieser Prüfung ist die Absicherung einer resilienten Planung, die die zukünftigen Auswirkungen des Klimawandels ausreichend berücksichtigt und die notwendigen raumrelevanten Anpassungsmaßnahmen befördert.

Prüfgegenstände sind bezogen auf die o. g. vier Handlungsfelder insbesondere:

- der Beitrag der Planung zur vorsorgenden Verringerung der Risiken bzw.
- Nutzung von Chancen aus den Folgen des Klimawandels (Anpassungsstrategien der Planung),
- die Ermittlung der potenziell neu entstehenden Risiken durch planerische Festlegungen.

Zur besseren Beurteilung des Grades der Klimaanpassung wird der Bund die Landes- und Regionalplanung bei der Nutzung von Vulnerabilitätsanalysen im Abwägungsprozess von Planaufstellungs- bzw. Fortschreibungsprozessen unterstützen. Dies ist Aufgabe der dafür zuständigen Fachressorts auf Bundes- und Landesebene.

Hierzu wird der Bund die Länder bei der Entwicklung einer entsprechenden Methodik und Indikatorik unterstützen. Diese soll innerhalb der bestehenden formalen Verfahrensschritte berücksichtigt werden und nicht zu einer Verzögerung der Landes- und Regionalplanung führen. Dazu braucht es auch einen guten Ausgleich der berechtigten Anforderungen der Umweltseite mit den politischen Zielen der Planungs- und Genehmigungsbeschleunigung.

Notwendig dazu sind auch aktuelle Kenntnisse der künftig zu erwartenden klimatischen Veränderungen im jeweiligen Planungsraum aus Daten verschiedener Fachpolitiken und Behörden. Die Weiterentwicklung/Aktualisierung der Handlungshilfe „Klimawandelgerechter Regionalplan“ (2016) und des Webtools (www.klimereg.de) sollen dabei unterstützen.

Klimaanpassungsziel	Jahr der Zielerreichung	Prüfkriterien / Indikator	Maßnahmen/ Instrumente zur Zielerreichung
<u>Ziel S-3:</u> Entwicklung und Einführung eines Klimaanpassungs-Monitorings für rechtskräftige Raumordnungspläne und ihre (Teil-) Fortschreibung (ex post)	2026	in Entwicklung	Zusammenarbeit und Austausch mit Ländern im Rahmen der Raumentwicklungsministerkonferenz (RMK) Prüfung und ggf. Weiterentwicklung planungsrechtlicher Normen und Instrumente zur stärkeren Berücksichtigung von Belangen der Klimaanpassung
<u>Ziel S-4:</u> Verbesserung der Berücksichtigung künftiger Auswirkungen des Klimawandels bei Aufstellung und Fortschreibung Aufstellung von Raumordnungsplänen auf Ebene der Landes- und Regionalplanung	2028	in Entwicklung	

3. Forschungsbedarfe

Bedarf besteht u.a. an:

- Erarbeitung und Bereitstellung verbesserter regionaler Klimadaten und regionaler Klimaprojektionen für die Regionalplanung (z. B. Kaltluftdynamik, Temperaturen, Bioklima) durch Wissenschaft und Fachpolitiken;
- Aufbereitung in handhabbare handlungsbezogene Hilfestellungen für die Regionalplanung und Landesplanung;
- weiterführenden Untersuchungen zum Spannungsfeld der notwendigen Dichte einer „kompakten“ und damit flächen-, energie- und verkehrssparenden Stadt und der diesem Trend entgegenwirkenden notwendigen Durchlüftung und Durchgrünung, um den „urban heat island“ Effekt nicht zu verstärken.

Für die Klimaanpassungsmaßnahmen zum Erhalt und der Verbesserung von Kaltluft-/Frischluftzufuhr und somit auch für den Schutz von Ausgleichsräumen werden messbarere Indikatoren benötigt. Da es hierzu noch kaum etablierte Verfahren- und Datensätze gibt, sollte auch der Forschungsbedarf hierzu aufgenommen werden.

4. Empfehlungen für Maßnahmen der Länder und anderer Akteure

- Bereitstellung von Informationen durch Länder und Bund für die Umsetzung durch die Planungsträger (z. B. Arbeitshilfen, Katalog möglicher Festlegungen zum Umgang mit Klimawirkungen anhand aktueller Fachdaten und Fachanalysen der Fachplanungen, Best practice-Beispiele, Ansprechpartner und Informationsplattformen).
- Eine effektive Umsetzung der Belange der Klimaanpassung erfordert die Stärkung der dafür vorgesehenen Normen und Instrumente. Hierzu sind politisch richtungsweisende Beschlüsse notwendig, um bestehende Instrumente zu stärken oder neue Instrumente zu verwirklichen.
- Einzelne regionale Pilotprojekte können dafür sorgen, dass Experimentierräume für die große Transformation entstehen, in denen Raum und Freiheit für eine konsequentere Prioritätenverschiebung in Richtung Freiraumentwicklung und -sicherung stattfinden kann.
- Verständigung von Bund und Länder auf die Definition und die Bereitstellung von Mindestkriterien/-inhalten für Risiko- bzw. Vulnerabilitätsanalysen.

Handlungsfeld „Bevölkerungs- und Katastrophenschutz“³²

Verantwortliches Ressort: BMI

1. Signifikante Risiken im Handlungsfeld „Bevölkerungs- und Katastrophenschutz“

Dem Bevölkerungsschutz kommt im Prozess der *Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel* insgesamt, darunter insbesondere im Rahmen der *Klimawirkungs- und Vulnerabilitätsanalyse (KWRA)* und des *Monitoringberichts zur DAS*, eine gesonderte Rolle zu. Dies begründet sich dadurch, dass die Aufgaben und Leistungen, welche durch die Akteure in dem Handlungsfeld erbracht werden, in besonderem Maße dazu geeignet sind, die Anpassung an den Klimawandel in anderen Handlungsfeldern der DAS zu unterstützen. So trägt z. B. die u. a. durch das BBK wahrgenommene Information der Bevölkerung zu klimatisch induzierten Risiken und Möglichkeiten der Vorsorge/des Selbstschutzes zur Reduktion der gesundheitlichen Gefährdung sowie zur Berücksichtigung von Belangen des klimaangepassten Bauens bei (→ HF Gesundheit und Gebäude). Die Einsatzerfahrungen der operativen Ebene können in vielfältiger Weise in die Entwicklung lokaler Klimaanpassungskonzepte einfließen, um z. B. den Schutz Kritischer Infrastrukturen zu verbessern oder der Entstehung von Waldbränden vorzubeugen (→ Cluster Infrastruktur und Land).

Gleichwohl sind Aufgaben und Akteure im Bevölkerungsschutz auch selbst von den Folgen des Klimawandels betroffen. Extremwetterereignisse wie Starkregen verursachen nicht selten auch Schäden an Ausrüstung und Liegenschaften, erhebliche Personalausfälle sowie markante Einschränkungen in der Verfügbarkeit Kritischer Infrastrukturen. Blockierte oder zerstörte Zufahrtswege behindern die Einsatzfähigkeit dabei ebenso wie Ausfälle stromabhängiger Gerätschaften und Kommunikationsmittel. Neben diesen unmittelbaren Auswirkungen sehen sich die Einsatzorganisationen häufig mit einer sehr hohen Dichte an Notrufen und zeitgleichen Einsatzstellen konfrontiert und müssen zudem zusätzliche Kapazitäten für den Umgang mit vergleichsweise neuen Herausforderungen, wie einem oftmals unkontrollierten Zustrom an Spontanhelfenden oder der Verbreitung von Falschmeldungen im Internet betreffend des Ereignisses, bereithalten. Es verwundert daher nicht, dass sich die Einsatzstunden bei besonders schadensträchtigen Ereignissen deutlich über das gewohnte Maß hinaus summieren und wirft damit gleichsam die Frage auf, wie derart hohe Einsatzbelastungen bei einer Zunahme der Ereignisse künftig noch durch das überwiegend ehrenamtlich basierte Bevölkerungsschutzsystem bewältigt werden können. Es besteht die Gefahr, dass die Organisationen hierdurch kurz- bis langfristig an die Grenzen ihrer personellen Belastbarkeit gelangen und die zuverlässige Erfüllung ihrer Aufgaben nicht mehr in ausreichendem Umfang gewährleisten können. Auch angesichts des veränderten sicherheitspolitischen Umfeldes muss der Bevölkerungsschutz mehr denn je in der Lage sein, mit Extremwetterereignissen effektiv und effizient umzugehen.

Vor diesem Hintergrund kommt der Stärkung des Ehrenamtes im Bevölkerungsschutz und der Resilienzförderung in der Bevölkerung gleichermaßen eine hohe Bedeutung zu: risikokompetente Bürgerinnen und Bürger können Gefahren realistischer einschätzen, sich selbst und ihre Mitmenschen besser schützen, einfache Maßnahmen des Selbstschutzes ergreifen und damit insgesamt die Einsatzorganisationen entlasten. Eine Entlastung ist aber auch durch einen mindestens

³² Der Bevölkerungsschutz beschreibt als Oberbegriff alle Aufgaben und Maßnahmen der Kommunen und der Länder im Katastrophenschutz sowie des Bundes im Zivilschutz. Da es sich bei den Zielen und Maßnahmen in der vorliegenden Strategie um solche in der Zuständigkeit des Bundes handelt, diese aber gleichwohl auch auf den Katastrophenschutz der Länder und Kommunen einwirken, wird überwiegend der Oberbegriff "Bevölkerungsschutz" verwendet.

gleichbleibenden, idealerweise noch anwachsenden Pool an Helferinnen und Helfern notwendig, der nicht nur strukturelle Entwicklungen wie den demografischen Wandel zu kompensieren weiß, sondern auch den erhöhten Anforderungen personell stark genug begegnen kann. Damit die Bevölkerung allerorten zuverlässig und rechtzeitig gewarnt wird, bedarf es darüber hinaus der stetigen Weiterentwicklung in der technischen Übermittlung von Warnmeldungen.

Alle drei Themen – die Bewusstseinssteigerung für Eigenvorsorge in der Bevölkerung, die Erhöhung von Anreizen für ehrenamtliches Engagement sowie die Verbesserung der frühzeitigen Warnung – werden auch in der *Deutschen Strategie zur Stärkung der Resilienz gegenüber Katastrophen (Resilienzstrategie)* als Ziele benannt, sodass dahingehend Konsistenz und Kohärenz gegeben sind.

2. Ziele, Indikatoren und Maßnahmen

Aufgrund ihrer eingangs beschriebenen immanenten Bedeutung für die Stärkung der gesamtgesellschaftlichen Resilienz gegenüber den Folgen des Klimawandels wurden im Teilcluster Bevölkerungsschutz Ziele zur Verbesserung der Warnung, zur Erhöhung des Informations- und Vorsorgegrades in der Bevölkerung sowie zur Stärkung des Ehrenamtes im Bevölkerungsschutz entwickelt.

Die ersten beiden Ziele adressieren nicht nur unmittelbar das Klimarisiko der gesundheitlichen Betroffenheit bzw. Gefährdung von Bürgerinnen und Bürgern durch Extremwetterereignisse, sondern zugleich die sekundäre Auswirkung einer erhöhten Einsatzbelastung des operativen Bevölkerungsschutzes, indem sie zu einer Verringerung von klimainduzierten Notfällen und damit verbundenen Einsätzen beitragen. Mittels des dritten Ziels wird ein wichtiger Beitrag zur langfristigen Erhaltung der personellen Einsatzfähigkeit der Organisationen geleistet.

Ziel S-5: Erhöhung der Reichweite von Warnmeldungen an die Bevölkerung

Schwere Unwetterereignisse wie das Starkregen- und Überflutungsereignis im Westen Deutschlands im Sommer 2021 haben wiederholt gezeigt, welche hohe Bedeutung einer frühzeitigen und effektiven Warnung der Bevölkerung zukommt. Die Warnung muss die Bürgerinnen und Bürger dabei sowohl inhaltlich als auch technisch erreichen, um ihre Wirkung zu entfalten und ein möglichst situationsgerechtes Verhalten auszulösen. Die technische Erreichbarkeit wird in Deutschland vor allem über das vom BBK betriebene und Ländern und Gemeinden für die Nutzung zur Verfügung gestellte Modulare Warnsystem (MoWaS) sichergestellt. Daran sind zahlreiche Warnmittel angeschlossen, darunter der öffentlich-rechtliche Rundfunk, Fernsehsender, digitale Stadtwerbetafeln und die Warn-App NINA (Notfall-Informationen- und Nachrichten-App). Zunehmend mehr Gemeinden halten darüber hinaus wieder fest installierte oder mobile Sirenen vor, nachdem deren Anschaffung und Errichtung auf Grundlage einer Bund-Länder-Vereinbarung über Finanzhilfen des Bundes zur Verbesserung der Warninfrastruktur in den Ländern eine zusätzliche Förderung erhalten hat. Des Weiteren wurde im Februar 2023 Cell Broadcast als neues, bundesweites Warnmittel eingeführt. Damit können Warnmeldungen direkt auf das Handy ausgesendet und hierüber die Anzahl der erreichten Menschen in der Bevölkerungswarnung insgesamt erhöht werden.

Trotz dieser hohen Bandbreite bestehen noch Lücken in der technischen Übermittlung von Warnmeldungen. So ist etwa die Installation der NINA-App bislang nutzerabhängig und die Installation neuer bzw. Reaktivierung älterer Sirenen in zahlreichen Gemeinden noch ausstehend. Gerade im Hinblick auf Bevölkerungsgruppen, die aus gesundheitlichen, demografischen und/oder sozioökonomischen Gesichtspunkten als besonders vulnerabel gelten (z. B. Menschen mit Behinderung, in höherem Alter, in Armut oder in Obdachlosigkeit), ist eine Vielzahl parallel

eingesetzter analoger sowie digitaler Mittel zur Warnung – der sogenannte Warnmittelmix – jedoch von größter Bedeutung, da diese Gruppen über einzelne Warnmittel wie die Warn-App allein nicht immer zuverlässig erreicht werden können. In der Deutschen Resilienzstrategie wird darüber hinaus der Ausbau der Barrierefreiheit und Mehrsprachigkeit von Warnmeldungen als wichtiges Element zum Schutz vulnerabler Gruppen empfohlen. Dem wird bei der Warn-App NINA bereits durch die Verfügbarkeit von sieben verschiedenen Sprachen inklusive leichter Sprache Rechnung getragen und bei anderen Warnmitteln in ähnlicher Weise umgesetzt (z. B. akustische, visuelle und haptische Signale bei Cell Broadcast-Warnungen, die je nach Einstellung der Endgeräte auch in englischer Sprache übermittelt werden können). Die Entwicklung messbarer Ziele fokussiert daher stärker auf die Ausweitung der technischen als die der barrierearmen, inhaltlichen Reichweite von Warnmeldungen.

Als übergeordnetes Ziel für das Themenfeld wurde die „Erhöhung der Reichweite von Warnmeldungen an die Bevölkerung“ formuliert. Eine gute Annäherung an die tatsächlich mögliche Reichweite von Warnmeldungen bieten die Umfrageergebnisse zur Durchdringung anlässlich der jährlich stattfindenden bundesweiten Warntage. Als gemeinsame Aktionstage von Bund, Ländern und Kommunen ausgestaltet, dienen sie im Wesentlichen der Erprobung der Warnsysteme und finden ihren Höhepunkt in der Aussendung einer Probewarnung über alle an das MoWaS angeschlossenen Kanäle. Um die Wirkung und Wahrnehmung der Probewarnung in der Bevölkerung zu untersuchen, wurde zum Warntag 2022 erstmalig eine groß angelegte Online-Umfrage durchgeführt, die von über 850.000 Menschen beantwortet wurde. Die Durchdringung wird dabei anhand des Anteils der Befragten gemessen, die mindestens eine Probewarnung, gleich über welche(s) Warnmittel, erhalten haben. Im Jahr 2022 lag dieser Anteil bei 90,8 %³³, im Jahr 2023 bei 96 %.³⁴ Da dieser Anteil bereits sehr hoch ist, gilt eine weitere wesentliche Steigerung als eher unwahrscheinlich. Nicht zu vergessen ist jedoch, dass es sich hierbei um die Durchdringung bei einer bundesweiten Probewarnung handelt – die Durchdringung bei einer tatsächlichen Warnmeldung kann geringer ausfallen, da hierbei in der Regel nicht in dem Maße durch vorherige Medienarbeit für das Thema Warnung sensibilisiert wurde und es sich bei den Umfrageteilnehmenden nicht um eine Zufallsstichprobe handelt. Zudem obliegt die Entscheidung für die Auslösung der Meldungen für Gefahren im Bereich des Katastrophenschutzes (so also z. B. bei Extremwetterereignissen) nach gesetzlicher Regelung den Landesbehörden (§ 6 (2) S. 1 ZSKG). Aufgabe des Bundes ist es in diesem Kontext, die Warnmittelinfrastruktur zu ergänzen, „soweit die für den Katastrophenschutz erforderlichen Warnmittel für Zwecke des Zivilschutzes nicht ausreichen“ (§ 6 (2) S. 2 ZSKG). Dies geschieht unter anderem über die Entwicklung und Betreuung der Warn-App NINA sowie die finanzielle Förderung des Sirennenausbaus. Da der Bund für die Steigerung des Anteils anderer Warnmittel (z. B. Stadtinformationstafeln) keine direkte Maßgabe hat oder die notwendigen Daten (z. B. zur Anzahl an Digitalradiosendern, die Warnmeldungen aussenden) nicht bekannt sind, konnten hierfür auch keine Zielvorgaben im Rahmen dieser Strategie entwickelt werden. Der Fokus liegt dafür auf den folgenden beiden **Unterzielen**:

1. Steigerung der Nutzerzahlen der Warn-App NINA um 30 %
2. Ausbau des bundesweiten Sirennennetzes

Eine Quantifizierung der Zielmarken ist dabei nur für die Warn-App möglich, da die Messbarkeit beim Ausbau des bundesweiten Sirennennetzes stark von anderen Verwaltungsebenen abhängig ist. Daher wird hierfür lediglich eine Steigerung im Sinne einer qualitativen Tendenz angestrebt. Die

³³ Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (2023): Ergebnisse der Umfrage zum bundesweiten Warntag 2022.

³⁴ Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (2024): Ergebnisse der Umfrage zum bundesweiten Warntag 2023.

Zielhorizonte variieren entsprechend der erwarteten Umsetzungsgeschwindigkeit zwischen den Jahren 2030 (Unterziel 1) und 2035 (Unterziel 2) (vgl. Tabelle 1).

Unterziel 5.I: Steigerung der Nutzerzahlen der Warn-App NINA um 30 %

Entsprechend der Umfrageergebnisse zum bundesweiten Warntag 2023 erhielten 57 % der Befragten die Probewarnung auch oder ausschließlich über eine Warn-App. Nach Cell Broadcast (72 %) bildeten diese damit die reichweitenstärksten Warnmittel und wurden auch von der großen Mehrzahl der Umfrageteilnehmenden als „sehr sinnvoll“ eingestuft. Vor diesem Hintergrund und der ungebrochen hohen Durchschlagskraft digitaler Informationsmedien kann eine weitere Steigerung der Nutzerzahlen für die Erhöhung der Reichweite von Warnmeldungen ebenfalls als sinnvoll erachtet werden.

Die absoluten Nutzerzahlen der vom BBK entwickelten und betreuten Warn-App NINA liegen bei aktuell ca. 12 Millionen (Stand: November 2024). Aus der dazugehörigen Datenbank beim BBK können tagesaktuelle Nutzerzahlen jederzeit abgerufen werden, sodass diese als guter Indikator für die Messbarkeit fungieren. Bis zum Jahr 2030 soll eine Steigerung der Nutzerzahlen um 30 % (d. h. um rund 4 Millionen) erzielt werden. Als maßgebliches Instrument für die Umsetzung dient dabei die weitere Bewerbung der Warn-App in Vorbereitung auf den jährlichen Warntag sowie im Rahmen auch unabhängig davon stattfindender Informationskampagnen zur Steigerung der Bekanntheit des Warnmittelmixes. Auch die Durchführung des Warntages selbst wird für das Unterziel als Maßnahme verankert, da durch die begleitenden Medienaktivitäten ebenfalls auf eine Steigerung der Nutzerzahlen hingewirkt wird.

Unterziel 5.II: Ausbau des bundesweiten Sirennetzes

Nachdem die Zahlen zu funktionstüchtigen Sirenenanlagen in Deutschland nach Beendigung des Kalten Krieges 1990 zunächst stark gesunken waren, hat das Warnmittel mit seinem unverkennbaren „Weckeffekt“ inzwischen wieder deutlich an Bedeutung gewonnen. Einige Länder haben darauf bereits durch eigene Förderungen für die Kommunen reagiert. Auch die Erfassung der Anzahl von Sirenen erfolgt durch die Länder, die ihrerseits auf die Mitarbeit der Kommunen angewiesen sind. Bis dato (Stand: November 2024) wurden dem Bund rund 38.000 aktive Sirenenanlagen gemeldet, wobei die Meldungen durch die Länder noch nicht abgeschlossen sind.

Auch wenn die Zuständigkeit für die Erfassung der bundesweit installierten aktiven Sirenen demnach nicht beim Bund, sondern bei den Ländern liegt, sind die Zahlen als Indikator für die Messbarkeit der Zielerreichung gut geeignet. Neben Zahlen und Informationen zu anderen vorhandenen Warnmitteln in Deutschland wird derzeit ein Grundbestand zu vorhandenen Sirenen in einem Warnmittelkataster zusammengeführt. Der weitere Ausbau dieses Katasters wird im Kontext des Zieles aufgrund seiner Bedeutung für die Messbarkeit auch als Maßnahme angeführt.

Weitere **Maßnahmen** liegen in der Festlegung und Dokumentation einer bundesweiten Zielstruktur des Sirennetzes für den Zivilschutz. Diese unabhängig von den Klimaanpassungszielen festzulegenden Ziele für den Sirenenausbau sind als notwendiger Orientierungs- und Handlungsrahmen erforderlich und können perspektivisch auch die Bestimmung quantitativer Zielmarken im Kontext der Klimaanpassungsstrategie erleichtern. Als weitere, wesentliche Maßnahme für die Zielerreichung gilt die Fortführung des Sirenenförderprogramms des Bundes und der Länder. Hierüber wurden den Ländern seit 2022 bereits Haushaltsmittel des Bundes in Höhe von 86 Mio. Euro für die Installation neuer Sirenen und die Modernisierung bestehender Sirenenanlagen zur Verfügung gestellt. Eine Weiterführung der Förderung durch den Bund ist entsprechend der Bund-Länder-Verwaltungsvereinbarung zum Sirenenförderprogramm 2.0 auf unbefristete Zeit vorgesehen. Für die Haushaltsjahre 2023 und 2024 wurden die Fördermittel zugewiesen. Auf Grundlage dieser Vereinbarung werden ferner, vorbehaltlich zukünftiger Haushaltsbeschlüsse des

Bundestages, Fördermittel für die Folgejahre in Aussicht gestellt. In einer ergänzenden Maßnahme wird darüber hinaus die Einführung verbindlicher Regelungen für einheitliche Sirensignale geprüft werden. Letztere sind für die unmissverständliche Interpretation der Alarmsignale und damit die Durchschlagskraft der Sirenenwarnung von großer Bedeutung. Als Zielhorizont für das gesamte Unterziel wird das Jahr 2035 festgelegt.

Tabelle 1: Indikatoren und Maßnahmen zum Ziel „Erhöhung der Reichweite von Warnmeldungen an die Bevölkerung“

Klimaanpassungsziel	Jahr der Zielerreichung	Indikatoren	Maßnahmen zur Zielerreichung
Erhöhung der Reichweite von Warnmeldungen an die Bevölkerung	2035		
Unterziel 5.I: Steigerung der Nutzerzahlen der Warn-App NINA um 30 %	2030	Nutzerzahlen der Warn-App NINA	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Durchführung des jährlichen Bundesweiten Warntages sowie Unterstützung der Durchführung entsprechender Veranstaltungen in den Ländern ▪ Informationskampagne zur Steigerung der Bekanntheit des Warnmittelmixes, darunter der Warn-App NINA in Vorbereitung auf den jährlichen Warntag (Haushaltsmittel vorausgesetzt)
Unterziel 5.II: Ausbau des bundesweiten Sirennetzes	2035	Anzahl bundesweit installierter aktiver Sirenen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Festlegung und Dokumentation einer bundesweiten Zielstruktur des Sirennetzes für den Zivilschutz ▪ Fortführung des Sirenenförderprogramms des Bundes und der Länder ▪ Einführung verbindlicher Regelungen für einheitliche Sirensignale ▪ Weiterer Ausbau des Warnmittelkatasters sowie Anpassung an aktuelle Bedarfe (Haushaltsmittel vorausgesetzt)

Ziel S-6: Erhöhung des Informations- und Vorsorgegrades in der Bevölkerung zu klimawandelbedingten Risiken, insbesondere Extremwetterereignissen

Ein guter Informationsgrad zu Klimawandelrisiken und Möglichkeiten zum Selbstschutz wird vor allem angesichts der Zunahme von Häufigkeit und Intensität extremer Wetterereignisse immer wichtiger. Zum einen sind diese Fähigkeiten im Hinblick auf den präventiven Eigenschutz gefragt und können z. B. durch bauliche Anpassungen am Eigenheim oder das Anlegen einer Notbevorratung

sinnvoll eingesetzt werden. Zum anderen werden sie im Falle eines Ereignisses benötigt, um sich selbst und andere vor eintretenden Gefahren zu schützen und bei Bedarf einfache Maßnahmen der Selbsthilfe ergreifen zu können. Dies spielt umso mehr eine Rolle, da bei einer hohen Zahl paralleler Einsätze, bei blockierten Zufahrtswegen und anderen Einschränkungen infolge des Ereignisses mitunter viel Zeit bis zum Eintreffen der Einsatzkräfte vergeht. Auch von gesetzlicher Seite erhält die Risikokompetenz der Bevölkerung einen hohen Stellenwert, indem behördliche Maßnahmen lediglich die Selbsthilfe ergänzen sollen (§ 1 Abs. 1 S. 2 des Zivilschutz- und Katastrophenhilfegesetzes). Den letzten Umfragewerten der Zusatzerhebung zur Umweltbewusstseinsstudie von 2021 zufolge verfügten 67 % der Befragten (2016: 48 %) nach eigenen Angaben über einen ausreichenden Informationsstand über Klimawandelrisiken und 66 % (2016: 44 %) gaben an, sich über das richtige Verhalten im Katastrophenfall, z. B. bei Extremwetterereignissen, zu informieren. 71 % der Befragten (2016: 55 %) hielten ihre eigenen Vorsorgemaßnahmen für ausreichend³⁵. Wenngleich diese Werte seit der ersten Erhebung im Jahr 2012 bereits deutlich gestiegen sind, offenbaren sie nach wie vor große Lücken im Informationsstand der Bevölkerung. Diese tragen wesentlich dazu bei, dass im Zuge von Extremwettern eintretende Gefahren häufig unterschätzt und vermeidbare, oft lebensgefährliche Risiken eingegangen werden. Auch wird der Notruf mangels Vorsorge und Selbsthilfefähigkeiten immer wieder stark durch Bagatellanrufe belastet. Es gilt daher, den Informations- und Vorsorgegrad in der Bevölkerung zu klimawandelbedingten Risiken, darunter insbesondere der Häufung und Intensivierung von Extremwetterereignissen, auch im Sinne eines messbaren Ziels für die Klimaanpassung weiter zu erhöhen. Dabei wird ein insgesamt etwas längerer Zeithorizont für die Zielerreichung (2035) angestrebt, um die Messung robuster gegenüber Schwankungen zu machen, denn es ist zu erwarten, dass der Sensibilisierungsgrad vor allem in Abhängigkeit aktueller, medienwirksamer Ereignisse fluktuiert.

Die Messung des Ziels soll durch drei **Unterziele** operationalisiert werden:

- **Unterziel 6.I:** 80 % der Bevölkerung sind über die sie betreffenden Gefahren im Zusammenhang mit dem Klimawandel, insbesondere mit extremen Wetterereignissen, informiert
- **Unterziel 6.II:** 80 % der Bevölkerung sind über Handlungsmöglichkeiten zum Selbstschutz im Katastrophenfall, z. B. beim Eintreten extremer Wetterereignisse, informiert
- **Unterziel 6.III:** 80 % der Bevölkerung haben ausreichend persönliche Vorsorgemaßnahmen zum präventiven Schutz vor extremen Wetterereignissen ergriffen

Dabei ist eine zeitliche Staffelung der Zielmarken vorgesehen, wonach der Zielwert für die Unterziele bis zum Jahr 2030 zunächst bei 75 % liegt.

Als **Indikatoren** und somit Grundlage für die Messung werden für alle drei Unterziele Umfragewerte von repräsentativen Bevölkerungsumfragen herangezogen werden. Hierfür bietet sich die Erhebung zum „Umweltbewusstsein in Deutschland“ an, die regelmäßig im Auftrag des Umweltbundesamtes und des Bundesumweltministeriums durchgeführt wird. Für die Jahre 2012, 2014, 2016 und 2021 liegen Messwerte zu Frageitems vor, welche den formulierten Unterzielen inhaltlich sehr nahekommen (Fragen 1.3 und 1.4). Demnach liegt der durchschnittliche Informations- und Vorsorgegrad in der Bevölkerung im Jahr 2021 bei 68 % und dient als Referenz für die Definition der Zielmarken. Da diese Daten künftig jedoch nur noch im Abstand von etwa vier Jahren erfasst werden, sollen dieselben Fragen auch in repräsentativen Bevölkerungsumfragen des BBK erhoben werden. Derzeit wird geprüft, ob die für die Unterziele relevanten Fragen in naher Zukunft auch in ein

³⁵ Quelle: infas Institut für angewandte Sozialwissenschaft GmbH (2021): Tabellenband zur Zusatzbefragung im Rahmen der Umweltbewusstseinsstudie 2020. Themenbereich: Klimaanpassung.

Langzeitstudien-Panel übernommen werden können, wodurch die Kontinuität in der Datenerhebung über einen längeren Zeitraum sichergestellt wäre.

Die für die Zielerreichung ergriffenen **Maßnahmen** erstrecken sich von der Weiterentwicklung und breiteren Streuung bestehender Informationsangebote, z. B. im Rahmen des 2023 erstmals und künftig jährlich geplanten gemeinsamen Bevölkerungsschutztages von Bund und Ländern, bis hin zur Erstellung von Informationspaketen mit Materialien des BBK zur Unterstützung der Sensibilisierungsarbeit in Kommunen (vgl. Tabelle 2). Um verstärkt auch vulnerable Gruppen mit den Angeboten zu erreichen, wird darüber hinaus ein Ausbau der Vernetzung mit relevanten Stakeholdern beispielsweise aus dem Bereich der Vereine und Verbände angestrebt. Einige der Maßnahmen stehen noch unter einem Finanzierungsvorbehalt.

Das Ziel weist Synergien zu anderen im Rahmen der neuen Klimaanpassungsstrategie formulierten Ziele und Handlungsbereiche auf. Zu nennen ist hierbei insbesondere das Aktionsfeld Eigenvorsorge (Cluster Übergreifende Handlungsfelder), das vordergründig die finanzielle Vorsorge, z. B. durch den Abschluss einer Elementarschadenversicherung, betrachtet. Im Cluster Gesundheit werden eine Verbesserung des Wissens zu Hitze und hitzeangepasstem Verhalten sowie zu Pollen und Allergien in der Bevölkerung als Ziele formuliert. Die dortigen Instrumente, darunter Kampagnen zur gesundheitlichen Aufklärung, können die Maßnahmen für das Ziel zur Erhöhung des Informations- und Vorsorgegrades sinnvoll ergänzen. Selbiges ist für das Ziel zur Bewusstseinssteigerung hinsichtlich Starkregengefahren- und -risiken (Cluster Wasser) zu erwarten.

Tabelle 2: Indikatoren und Maßnahmen zum Ziel „Erhöhung des Informations- und Vorsorgegrades in der Bevölkerung zu klimawandelbedingten Risiken, insbesondere Extremwetterereignissen“

Klimaanpassungsziel	Jahr der Ziel- erreichung	Indikatoren	Maßnahmen zur Zielerreichung
Erhöhung des Informations- und Vorsorgegrades in der Bevölkerung zu klimawandelbedingten Risiken, insbesondere Extremwetterereignissen	2035 (2030)		<p>Für alle Unterziele geltende Maßnahmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Weiterentwicklung und breitere Verteilung der bestehenden zielgruppenspezifischen Informationsangebote des BBK zu extremwetterbedingten Gefahren, Vorsorge- und Selbstschutzmöglichkeiten, auch mit Blick auf vulnerable Gruppen und Barrierefreiheit ▪ Jährliche Durchführung eines bundesweiten Bevölkerungsschutztages von Bund und Ländern (Haushalts- und Personalmittel vorausgesetzt) ▪ Weiterführung der Informationskampagne „Für alle Fälle vorbereitet“ (Haushalts- und Personalmittel vorausgesetzt) ▪ Vereinbarung zwischen BBK und Deutschem Feuerwehrverband (DFV) sowie der Vereinigung zur Förderung des Deutschen

			<p>Brandschutzes e. V. (vfdb) zur Kooperation bei der Aufklärung der Bevölkerung über extremwetterbedingte Gefahren</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Erstellung von Informationspaketen zur Unterstützung der Informationsarbeit in Kommunen (Haushalts- und Personalmittel vorausgesetzt) ▪ Ausbau der Vernetzung mit relevanten Stakeholdern zur verstärkten Adressierung vulnerabler Gruppen
<p><u>Unterziel 6.I:</u> 80 % der Bevölkerung sind über die sie betreffenden Gefahren im Zusammenhang mit dem Klimawandel, insbesondere mit extremen Wetterereignissen, informiert</p>		<p>Umfragewerte in den Sondererhebungen zur Umweltbewusstseinsstudie (Frage 1.3) sowie in repräsentativen Bevölkerungsbefragungen des BBK</p>	
<p><u>Unterziel 6.II:</u> 80 % der Bevölkerung sind über Handlungsmöglichkeiten zum Selbstschutz im Katastrophenfall, z. B. beim Eintreten extremer Wetterereignisse, informiert</p>		<p>Umfragewerte in den Sondererhebungen zur Umweltbewusstseinsstudie (Frage 1.4) sowie in repräsentativen Bevölkerungsbefragungen des BBK</p>	
<p><u>Unterziel 6.III:</u> 80 % der Bevölkerung haben ausreichend persönliche Vorsorgemaßnahmen zum präventiven Schutz vor extremen Wetterereignissen ergriffen</p>		<p>Umfragewerte in den Sondererhebungen zur Umweltbewusstseinsstudie (Frage 1.3) sowie in repräsentativen Bevölkerungsbefragungen des BBK</p>	

Ziel S-7: Steigerung der Bekanntheit und Attraktivität des Ehrenamtes im Bevölkerungsschutz

Das integrierte Hilfeleistungssystem des Bevölkerungsschutzes in Deutschland wird maßgeblich von ehrenamtlichen Helferinnen und Helfern in Hilfsorganisationen, Feuerwehren sowie im THW getragen. Etwa 1,7 Millionen Einsatzkräfte sind im Zivil- und Katastrophenschutz ehrenamtlich in ihrer Freizeit engagiert, werden ausgebildet und sind regelmäßig im Einsatz. Der demografische Wandel, aber auch der anhaltende Urbanisierungstrend und veränderte Mobilitätsmuster bedingen, dass insbesondere in ländlichen Räumen mit einer vergleichsweise älteren Bevölkerung die Zahl der Ehrenamtlichen potenziell rückläufig sein könnte. Zeitgleich erschließen sich durch den enormen Zustrom an Spontanhelfenden verstärkt neue Potenziale, die es langfristig im Ehrenamt zu binden gilt.

Nichtsdestotrotz verdeutlichen folgenschwere Extremwetterereignisse wie die Überflutungen im Westen Deutschlands 2021 die Notwendigkeit, auch im Ehrenamt Anpassungen an die veränderten klimatischen Bedingungen vorzunehmen, um angesichts der Vielzahl langanhaltender und kräftezehrender Einsätze die Resilienz der bestehenden Handlungsfähigkeit zu stärken.

Um die ehrenamtliche Mitarbeit im Bevölkerungsschutz insgesamt zu fördern, zu würdigen und bekannter zu machen, hat sich seit 2009 der BMI-Förderpreis „Helfende Hand“ etabliert, welcher jährlich für besonders innovative Ideen und Projekte zur Förderung des Ehrenamtes verliehen wird. Wenngleich mit dieser Form der Wertschätzung bereits ein wichtiger Schritt unternommen wurde, sind weitere Maßnahmen erforderlich, um das Ehrenamt gerade auch vor dem Hintergrund der klimatischen und gesellschaftlichen Veränderungen langfristig zu stärken und zu stabilisieren. Daher wird das Ziel zur Steigerung der Bekanntheit und Attraktivität des Ehrenamtes im Bevölkerungsschutz auch im Kontext der Klimaanpassung formuliert und verfolgt.

Wünschenswert wäre dabei ein **Indikator**, welcher die Anzahl der im Ehrenamt Aktiven erfasst und mittels der entsprechenden Maßnahmen eine Steigerung dieser Zahlen anstrebt. Die dafür notwendige bundesweite Datenbasis ist jedoch nur für das THW, nicht aber für die Feuerwehren und Hilfsorganisationen gegeben. Letztere sind in ihren Organisationsformen und Mitgliederstrukturen ebenso heterogen wie in den erfassten Daten, sodass auf nationaler Ebene keine repräsentativen Zahlen erhoben werden können. Anstelle eines wirkungsbezogenen Zieles wird daher ein tätigkeitsbezogenes Ziel formuliert, dessen Erreichung anhand der Anzahl ergriffener Maßnahmen zur Förderung des Ehrenamtes zunächst bis zum Jahr 2030 gemessen werden soll.

Zu diesen **Maßnahmen** zählt sowohl die intensiviertere Fortführung bereits bestehender Formate als auch die Entwicklung und Einführung neuer Programme sowie eine Verbesserung der Rahmenbedingungen (vgl. Tabelle 3). Als erfolgreich für die Sensibilisierung und Bekanntmachung von Optionen für ehrenamtliches Engagement im Bevölkerungsschutz erwies sich zum Beispiel die Ehrenamtskampagne „Egal was du kannst, du kannst helfen“ mit der dazugehörigen Webplattform „mit-dir-fuer-uns-alle.de“, die im Jahr 2019 gelauncht bzw. erstmalig durchgeführt wurde. Im Hinblick auf die Plattform wird eine Verstetigung und Weiterentwicklung angestrebt. Die Kampagne soll kontinuierlich und mit vergrößerter Reichweite (Nutzung weiterer Medien wie z. B. TV, Podcast) fortgeführt werden. Bislang im Ehrenamt des Bevölkerungsschutzes noch unterrepräsentierte Gruppen (z. B. Frauen, Seniorinnen und Senioren, Migrantinnen und Migranten) sollen dabei verstärkt angesprochen werden. Der bundesweite gemeinsame Bevölkerungsschutztag von Bund und Ländern, welcher seit 2023 jährlich durchgeführt wird, fokussiert ebenfalls die Sichtbarkeit des Ehrenamtes und begünstigt die Gewinnung neuer Helfenden.

Darüber hinaus ist die Entwicklung eines Programms für die Grundschulbildung in Planung, welches in Schulen und Einrichtungen der Offenen Ganztagschule angeboten werden kann, um auch jüngere Bevölkerungsgruppen verstärkt für das Ehrenamt zu motivieren. Um die Potenziale Spontanhelfender zukünftig noch besser nutzen zu können, wird zudem ein Rahmenkonzept für deren strukturierte Einbindung in die Arbeit der Bevölkerungsschutzorganisationen erstellt werden.

Tabelle 3: Indikatoren und Maßnahmen zum Ziel „Steigerung der Bekanntheit und Attraktivität des Ehrenamtes im Bevölkerungsschutz“

Klimaanpassungsziel	Jahr der Zielerreichung	Indikatoren	Maßnahmen zur Zielerreichung
Steigerung der Bekanntheit und Attraktivität des Ehrenamtes im Bevölkerungsschutz	2030	Anzahl der Formate und Programme des Bundes zur Förderung des Ehrenamtes im Bevölkerungsschutz	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fortführung der Ehrenamtskampagne "Egal was du kannst, du kannst helfen" ▪ Verstetigter Betrieb und Weiterentwicklung der Webplattform "Mit Dir für uns alle" ▪ Jährliche Durchführung eines bundesweiten Bevölkerungsschutztages von Bund und Ländern ▪ Entwicklung eines Programms für die Grundschulbildung zur Sensibilisierung für das Ehrenamt im Bevölkerungsschutz ▪ Erstellung eines Rahmenkonzepts für die strukturierte An- und Einbindung von Spontanhelfenden in den Bevölkerungsschutz im Rahmen einer BloAG ▪ Verstetigung des Projektes "Mobile Helfer" zur Gewinnung und Koordinierung von ungebundenen und Spontanhelfenden ▪ Fortführung der jährlichen Verleihung des BMI-Förderpreises „Helfende Hand“

3. Bedarfe für zukünftige Weiterentwicklungen

Für das Ziel S-5 zur Erhöhung der Reichweite von Warnmeldungen wird insbesondere dann eine Weiterentwicklung notwendig, wenn sich anhaltende Änderungen in den Informationsgewohnheiten in der Bevölkerung abzeichnen. Bereits jetzt spielen den Umfragen zu den bundesweiten Warntagen zufolge Rundfunkmedien gegenüber anderen Warnmitteln insgesamt eine eher untergeordnete Rolle. Dies gilt jedoch nicht zwangsläufig für alle Altersgruppen, sodass gerade für die vulnerable Gruppe älterer, oft alleinlebender Menschen die Erreichbarkeit über Radio und TV weiterhin sichergestellt oder sogar erhöht werden muss. Dazu wird in den kommenden Jahren u. a. auch die Nutzung digitaler Radionetze (DAB+) für die Übermittlung von Warnmeldungen evaluiert werden. Sofern die Endgeräte mit einer Notfallwarnfunktion (Emergency Warning Functionality, kurz: EWF) ausgestattet sind, können sie Warnmeldungen via Einschaltbefehl auch im Standby-Modus

übertragen oder automatisiert auf den jeweiligen Warnkanal umschalten. Die dazu notwendigen Verhandlungen mit den Endgeräteherstellern laufen derzeit an. Im Kontext sich ändernder Nutzergewohnheiten wird in absehbarer Zeit auch eine Langfristkonzeption zur Anbindung neuer Warnmultiplikatoren an das Modulare Warnsystem durch das BBK erstellt.

Um die Warn-App NINA mittel- bis langfristig als Bundeswarn-App zu etablieren, wird zudem die Anschließung weiterer Bundesbehörden und Ministerien ressortübergreifend angestrebt (z. B. Polizeien des Bundes und der Länder, Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, Bundesamt für Strahlenschutz).

Für das Ziel S-6 zur Erhöhung des Informations- und Vorsorgegrades in der Bevölkerung wird längerfristig zu prüfen sein, wie geeignet die repräsentativen Bevölkerungsumfragen als alleinige Datengrundlage sind. Aufgrund ihrer mangelnden Objektivität sowie ihrer starken Beeinflussung durch tagesaktuelle Entwicklungen werden die Umfragedaten absehbar nur mit Einschränkung aussagekräftig sein. Daher wird im Rahmen der Fortschreibung des DAS-Monitorings eine Überarbeitung des entsprechenden Indikators angestrebt. In dem Kontext gilt es ebenfalls zu prüfen, inwieweit perspektivisch auch der Informations- und Vorsorgegrad von Kindern und Jugendlichen erfasst werden kann, z. B. im Rahmen der Jugendstudie zu Umwelt- und Klimathemen des Bundesumweltministeriums und des Umweltbundesamtes. Weitergehende Erkenntnisse könnte ein nationaler Vorsorgeindex liefern, dessen Entwicklung nach internationalem Vorbild derzeit noch in Prüfung ist. Hiermit könnte unter anderem detaillierter erfasst werden, welcher Vorsorgegrad und Wissensstand hinsichtlich diverser für den Bevölkerungsschutz relevanter Szenarien in der Bevölkerung besteht.

Weiterhin gilt es mittelfristig zu erörtern, inwieweit das Ziel zur Erhöhung des Informations- und Vorsorgegrades auch auf Einrichtungen Kritischer Infrastrukturen (KRITIS) ausgeweitet werden kann. Bei zahlreichen der definierten Sektoren und Branchen, wie z. B. im Bereich der Energieversorgung, der Wasserver- und -entsorgung oder bei den Organisationen des Notfall- und Rettungswesens (einschließlich Katastrophenschutz), muss die Funktionsfähigkeit schließlich gerade bei extremen Wettererlagen sichergestellt werden. Auf Bundesebene besteht bereits eine Reihe an Informations- und Beratungsangeboten für die Zielgruppe der KRITIS-Betreiber, die als Maßnahmen angeführt werden und angesichts der stetigen Ausweitung der Angebote auch in einer Erhöhung des Sensibilisierungsgrades münden könnten. Eine Erweiterung des Ziels auf KRITIS-Einrichtungen erscheint zum gegenwärtigen Zeitpunkt dennoch verfrüht, da mit dem KRITIS-Dachgesetz, dessen Entwurf im November 2024 vom Bundeskabinett beschlossen wurde, absehbar noch weitreichende Veränderungen zu erwarten sind. Durch die geplante Einführung bundesweiter Regelungen zum physischen Schutz sowie die damit zusammenhängende Festlegung von Zielen und Maßnahmen zur Resilienzsteigerung können sich Synergien zur Klimaanpassungsstrategie ergeben, die es dann im weiteren Verlauf zu nutzen gilt.

4. Empfehlungen für Maßnahmen der Länder und anderer Akteure

Die erfolgreiche Umsetzung der Ziele im Teilcluster Bevölkerungsschutz bedingt in wesentlichen Aspekten auch eine aktive Mitwirkung von Ländern, Landkreisen, Kommunen und Organisationen im Bevölkerungsschutz. Alle sind in ihrer Rolle als Multiplikatoren gefragt, um die bundesseitig bereitgestellten Angebote und Möglichkeiten der aktiven Beteiligung den jeweiligen Zielgruppen – vorrangig der Bevölkerung – zugänglich zu machen und die vielfältigen bestehenden Formate auf Landes- und kommunaler Ebene um weitere, innovative Angebote zu ergänzen. In diesem Sinne wird eine noch breitere Streuung sowohl von Informationsangeboten zur Sensibilisierung über

klimawandelbedingte Risiken und Möglichkeiten der Vorsorge als auch von Aufklärungsinformationen zum Thema Warnung, etwa über die Bedeutung von Sirenenwarntönen, empfohlen. Auch für das Ehrenamt bietet sich die Ansprache der Bevölkerung auf lokaler Ebene an. Dazu können verschiedenste Formate genutzt werden: eine Verteilung von Informationsmaterialien auf Veranstaltungen (z. B. Gemeindefest, Bürgerdialog, Tag der offenen Tür bei den Organisationen des Bevölkerungsschutzes) oder in (Stadtteil-) Bibliotheken erscheint ebenso zielführend wie regelmäßige Hinweise in Lokalzeitungen und Gemeindeblättern. Gemeinschaftsaktionen und andere Beteiligungsformate ermöglichen auch beteiligungsschwächeren Menschen, wie z. B. Migrantinnen und Migranten, niedrigschwellig eine Teilhabe am Informationsaustausch und sollten daher verstärkt auf lokaler Ebene genutzt werden. Informationskampagnen auf Landesebene, die zur Steigerung der Bekanntheit des Ehrenamtes bereits vereinzelt durchgeführt wurden, können die Angebote auf Bundes- und lokaler Ebene sinnvoll ergänzen und der Notwendigkeit für individuelles Handeln insgesamt noch mehr Nachdruck verleihen.

Um die Reichweite von Warnmeldungen an die Bevölkerung zu erhöhen, bedarf es neben der Verbreitung von Informationen über die verfügbaren Warnmittel und deren Nutzung weiterer Maßnahmen, die von der technischen Weiterentwicklung der Warnmittel über die finanzielle Förderung des Ausbaus bis hin zu Vereinbarungen oder verpflichtenden Regelungen zwischen staatlichen Stellen und Warnmittelbetreibern reichen.

Für die Erfassung der Anzahl an Sirenenanlagen und Überführung der Zahlen in das Warnmittelkataster wird zudem weiterhin die aktive Mitwirkung der Länder und Kommunen benötigt. Nur mit einer möglichst vollständigen Bestandsaufnahme können Lücken erkannt und zugunsten einem substantiell verbesserten Schutz der Bevölkerung – auch und gerade vor den Gefahren des Klimawandels – behoben werden.

Messbare Ziele der Klimaanpassung im Cluster „Wasser“

Clusterverantwortliches Ressort: BMUV / UBA

1. Signifikante Risiken im Cluster und den einzelnen Handlungsfeldern

In den Handlungsfeldern Wasserwirtschaft und Wasserhaushalt sowie Meeres- und Küstenschutz ist laut „Klimawirkungs- und Risikoanalyse für Deutschland 2021“ (KWRA 2021) von besonders vielen und sehr dringenden Handlungserfordernissen auszugehen. Für die wasserbezogenen Handlungsfelder ist – bei einem starken Klimawandel – bereits Mitte des Jahrhunderts mit sehr viel höheren Auswirkungen durch die Klimarisiken zu rechnen. Darüber hinaus benötigen wasserwirtschaftliche Anpassungsmaßnahmen zum Teil viel Zeit, bis sie umgesetzt sind oder ihre Wirksamkeit entfaltet haben.

Viele Handlungserfordernisse ergeben sich aus einem Wasserüberschuss infolge von Starkregen und Hochwasserereignissen, z. B. Schutz der Bevölkerung, Wohnbebauung, Landwirtschaft und Industrie sowie Schutz hochwertiger Infrastrukturen wie Entwässerungseinrichtungen und Kanalnetze. Die Verbesserung des Hochwasserrisikomanagements und die Reduzierung von Schäden aus Starkregenereignissen sind Daueraufgaben im Bereich der Wasserwirtschaft.

Aber auch steigende Risiken eines Wassermangels infolge von Trockenheit, beispielsweise Niedrigwasser in Oberflächengewässern, sinkende Grundwasserspiegel, und als Folge abnehmende Wasserverfügbarkeit und sich verschlechternde Wasserqualität erfordern Anpassungsmaßnahmen.

In Anbetracht der klimatologisch-hydrologischen Veränderungen sind Wasserentnahmen neu zu bewerten und es ist zu prüfen, wie die in einigen Sektoren auch erhöhte Qualitätsanforderungen und ein steigender Wasserbedarf künftig befriedigt werden können. Gleichzeitig werden wassernutzende Wirtschaftszweige, z. B. die Landwirtschaft, vor die Herausforderung gestellt, ihre Produktion an eine veränderte Wasserverfügbarkeit anzupassen. Insbesondere von Niedrigwasser sind weitere Sektoren, wie die Schifffahrt, Energiewirtschaft, Industrie sowie Freizeitnutzung betroffen.

Ferner kommt dem Küstenschutz aufgrund des fortschreitenden Klimawandels eine immer größere Bedeutung zu. Mit dem Anstieg des Meeresspiegels und der erwarteten Zunahme der Häufigkeit von hohen Wasserständen sind die deutschen Küstenregionen in Zukunft einem erhöhten Überschwemmungsrisiko ausgesetzt.

Diese Veränderungen betreffen ländliche und urbane Räume sowie Infrastrukturen, z. B. Wasserstraßen, gleichermaßen. Der graduelle Temperaturanstieg, veränderte stoffliche Verhältnisse und das Trockenfallen von Gewässern führen zu einem Wandel der Artenzusammensetzung und -verbreitung auch in den Gewässern. Dies beeinflusst neben den ökologischen Bedingungen auch die Fischerei.³⁶

³⁶ Übernommen aus den von T III zur Verfügung gestellten vorab Informationen (Input-Papier vom 4.10.2022), Ergänzungen, weitergehende Detaillierung aufgrund des Zeitplans nicht möglich

2. Ziele, Indikatoren und Maßnahmen

Vorgehensweise

Das Cluster „Wasser“ umfasst entsprechend § 3 Absatz 2 Nummer 5 des Bundes-Klimaanpassungsgesetzes die Handlungsfelder „Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft“, „Küsten- und Meeresschutz“ und „Fischerei“. Bisher lag im Handlungsfeld „Küsten- und Meeresschutz“ der Fokus auf dem „Küstenschutz“. Für den Meeresschutz besteht derzeit noch Bedarf an Grundlagenarbeit, um geeignete Indikatoren und messbare Ziele abzuleiten. Perspektivisch könnte dieses Handlungsfeld verstärkt werden, wenn verwertbare Ergebnisse aus dem Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz und aus Forschungs- und Entwicklungsprojekten zum Nexus Klima und Meere vorliegen. Mögliche Ziele für den Bereich „Fischerei“ finden sich am Ende des Textes, Abschnitt 2.4.

Aufgrund der umfangreichen Herausforderungen wurden die Handlungsfelder „Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft“ sowie „Küstenschutz“ in den gemeinsamen Zielen:

- Ziel Wa-1 „Verfügbare Wasserressourcen langfristig erhalten - Wasserbilanz und Wasserhaushalt“
- Ziel Wa-2 „Resilienz der Wasserinfrastrukturen stärken“
- Ziel Wa-3 „Ökologie – Klimaresiliente Gewässer fördern“

bearbeitet.

Herleitung der Ziele, Indikatoren und Maßnahmen

Zur Identifizierung der Ziele, Indikatoren und Maßnahmen für das Cluster „Wasser“ ist die am 15. März 2023 vom Bundeskabinett verabschiedete Nationale Wasserstrategie von entscheidender Bedeutung. Die Nationale Wasserstrategie ist die Antwort auf die Herausforderungen, vor denen die Wasserwirtschaft und der Gewässerschutz in Deutschland, z. B. durch die Auswirkungen des Klimawandels, stehen und formuliert eine Vision für 2050:

Vision 2050

Der Schutz der natürlichen Wasserressourcen und der nachhaltige Umgang mit Wasser in Zeiten des globalen Wandels sind in Deutschland in allen Lebens- und Wirtschaftsbereichen zum Wohle von Mensch und Umwelt verwirklicht.

Die Nationale Wasserstrategie wird durch ein umfangreiches Aktionsprogramm flankiert. Viele dieser Aktionen spiegeln den notwendigen Anpassungsbedarf wider, vor denen die Wasserwirtschaft steht. Daher sind die Nationale Wasserstrategie und die vorsorgende Klimaanpassungsstrategie eng miteinander

verknüpft. Aus diesem Grunde wurden Aktionen aus der Nationalen Wasserstrategie inhaltlich in die Klimaanpassungsstrategie übernommen. Die Ziele, Indikatoren und Maßnahmen bauen des Weiteren auf bestehenden europäischen Richtlinien wie der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) und der Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (HWRM-RL) auf.

Für die Auswahl der Indikatoren wurden Indikatoren aus bestehenden Indikatorensystemen, insbesondere aus dem Set der DAS-Monitoringindikatoren (in der aktuellen Version des Monitoringberichts 2023) und dem Abschlussbericht der Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) Kleingruppe „Klimaindikatoren“ berücksichtigt, die in das DAS-Monitoring eingeflossen sind.

Die Entwicklung quantifizierbarer (responsequantifizierbarer) „Response“-Indikatoren stellt dabei eine besondere Herausforderung dar, so dass zwischen bestehenden Indikatoren und Indikatoren in Entwicklung unterschieden wird.

Ziel Wa-1: „Verfügbare Wasserressourcen langfristig erhalten - Wasserbilanz und Wasserhaushalt“

Der DAS-Monitoringbericht 2023 zeigt, dass das terrestrisch gespeicherte Wasser in den letzten 20 Jahren signifikant abgenommen hat und sich damit die in Deutschland verfügbaren Wasserressourcen reduziert haben (siehe DAS-Monitoringindikator WW-I-1). Diese Aussage stützt auch die Bilanzierung der erneuerbaren Wasserressourcen Deutschlands, die im langjährigen Mittel 176 Milliarden Kubikmeter umfassen. In den Jahren seit 2018 lagen sie zum Teil deutlich darunter, zum Beispiel lediglich 116 Milliarden Kubikmeter in den Jahren 2018 und 2020. Der Vergleich der 30-Jahres-Zeiträume 1961 bis 1990 und 1991 bis 2020 verdeutlicht eine Abnahme der im langjährigen Mittel erneuerbaren Wasserressourcen in Deutschland um 12 Milliarden Kubikmeter (siehe DAS-Monitoringindikator WW-R-1).

Dem gegenüber stehen die Wasserentnahmen durch die verschiedenen Sektoren sowie der Wasserbedarf der Umwelt. In den trockenen Sommern 2018–2020 und 2022 wurde vermehrt über Nutzungseinschränken bei der Wasserentnahme und Nutzungskonflikte berichtet. Diese Herausforderungen sind in der Nationalen Wasserstrategie umfassend angesprochen. Aus der Vision der Nationalen Wasserstrategie leitet sich das Ziel Wa-1 im Kontext der Klimaanpassung her:

Ziel Wa-1³⁷: Wasser in ausreichender Menge und guter Qualität ist eine essenzielle Lebensgrundlage für Mensch und Natur und für das soziale und wirtschaftliche Handeln der Menschen. Diese wertvolle Ressource ist für die jetzige sowie für nachfolgende Generationen zu erhalten.

Das Ziel Wa-1 umfasst alle verfügbaren Wasserressourcen, sowohl in den Oberflächengewässern als auch im Grundwasser. Es untergliedert sich in vier Unterziele und fokussiert damit auf vordringliche Fragestellungen, z. B. auf die verbreitet fehlenden, spezifischen Informationen zur Situation der Grundwasserkörper. Alle vier Unterziele sind untereinander vernetzt, so hängen z. B. eine verbesserte Resilienz des Landschaftswasserhaushalts und stabilisierte Grundwasserressourcen unmittelbar voneinander ab. Die Unterziele sind konkret:

- Unterziel 1.I: Grundwasserressourcen stabilisieren – Monitoring, Modellierung, Prognose verbessern
- Unterziel 1.II: Nutzungen anpassen – Risiko der Übernutzung minimieren
- Unterziel 1.III: Resilienz des Landschaftswasserhaushalts stärken
- Unterziel 1.IV: Bewirtschaftung von Wasserressourcen zukunftsfähig ausrichten

Unterziel 1.I: Grundwasserressourcen stabilisieren – Monitoring, Modellierung, Prognose verbessern

Infolge der vergangenen trockenen Jahre seit 2018 verzeichneten viele Messstellen Rekordtiefstände. So zeigt der DAS-Monitoringbericht 2023, dass in der Region Nord im Durchschnitt der Jahre 2019–2021 die Monatsmittel der Grundwasserstände oder Quellschüttung an den ausgewählten Messstellen durchschnittlich an mehr als 8,5 Monaten im Jahr das langjährige Mittel der niedrigsten Grundwasserstände oder Quellschüttungen an diesen Messstellen unterschritten haben (siehe DAS-Monitoringindikator WW-I-2). Inwieweit das wechselhafte Wetter des Jahres 2023 und insbesondere der nasse Winter 2023/24 wie auch in vielen Regionen Deutschlands feuchte Frühling 2024 eine längerfristige Entspannung für das Grundwasser gebracht hat, wird sich zeigen.

³⁷ in Anlehnung an NWS

Stabile Grundwasserressourcen und ein ausgeglichener Bodenwasserhaushalt bilden die Basis für eine gute Wasserverfügbarkeit der Ökosysteme.

Grundwasser ist außerdem unsere wichtigste Trinkwasserressource. Auch die Landwirtschaft und weitere Sektoren sind auf quantitativ ausreichende Grundwasserressourcen und qualitativ hochwertiges Grundwasser angewiesen. Wie sich die Grundwasserneubildung und das Grundwasserdargebot in einer Region entwickeln, hängt neben den Auswirkungen des Klimawandels, von der Art der Landnutzung, z. B. dem Grad der Versiegelung, der Art der Bodenbearbeitung, von vorhandenen Entwässerungsstrukturen (siehe auch Cluster Land) und von den verschiedenen Nutzungen des Grundwassers ab.

Für eine langfristige Sicherung der Grundwasserressourcen bedarf es einer jahreszeitlich differenzierten Beschränkung der Grundwasserentnahmen auf ein Maß, das an die durch den Klimawandel verursachten Änderungen angepasst ist, sowie der konsequenten Förderung der Grundwasserneubildung. Der langfristigen Sicherung der Grundwasserressourcen bedarf es auch, wenn für Deutschland, durch sich ändernde Temperaturen und Niederschläge, örtlich von einem gleichbleibenden oder im Einzelfall steigenden Grundwasserdargebot auszugehen ist.

Hierfür ist neben einer genauen Kenntnis des aktuellen Grundwasserdargebots und der tatsächlichen Grundwasserentnahmen eine umfassende, flächendeckende, prognostische wasserwirtschaftliche Bilanzierung erforderlich, die auf regionalen wie überregionalen Analysen beruht und die Ableitung geeigneter Maßnahmen ermöglicht.

Die Anpassungsmaßnahmen der Wasserwirtschaft und der wassernutzenden Sektoren sollen sich am Leitbild eines möglichst naturnahen, regionalen Wasserhaushalts unter Einbeziehung des Wasserbedarfs der Ökosysteme orientieren.

Bestehender Indikator:

a) Grundwasserstand und Quellschüttung

Der DAS-Monitoringbericht 2023 berichtet den Indikator Grundwasserstand und Quellschüttung, unterteilt in die Regionen Nord und Süd (WW-I-2a und 2b). Für diesen Indikator wurden anthropogen möglichst unbeeinflusste Messstellen ausgewählt, um die Auswirkungen des Klimawandels auf das Grundwasser verfolgen zu können. Maßnahmen zur Sicherung der Grundwasserressourcen und zur Förderung der Grundwasserneubildung in der Landschaft sollten sich mit einer gewissen Zeitverzögerung in der Entwicklung des Indikators niederschlagen. Sollen zusätzlich die Effekte (strenger) gesteuerter Grundwassernutzungen abgebildet werden, sind auch anthropogen beeinflusste Messstellen in die Messstellenauswahl einzubeziehen und unter Nutzung des dem DAS-Monitoringindikators zugrundeliegenden Berechnungsverfahrens separat auszuwerten.

Die erweiterte Auswahl von Messstellen erfolgt in Abstimmung mit den Bundesländern und muss im Zuge der Weiterentwicklung des Indikators vorgenommen werden.

—> Die Anzahl der Monate mit Unterschreitung des mittleren niedrigsten Grundwasserstandes / mittleren niedrigsten Quellschüttung (1971-2020) sollte minimiert werden.

Indikatoren in Entwicklung:

b) Anzahl der Grundwassermessstellen, zu deren Messergebnissen auf einer bundesweiten Informationsplattform nach einheitlichen Kriterien berichtet wird

Für die Bewertung des Erfolgs von Klimaanpassungsmaßnahmen und deren Wirkung auf das Grundwasser ist die bundesweit einheitliche Erhebung und Veröffentlichung der Grundwasserstände nach vergleichbaren Kriterien eine wesentliche Voraussetzung³⁸.

—> Der Indikator bildet den Umsetzungsfortschritt ab. Der Indikatorwert sollte steigen.

c) Anzahl und Umfang der erfassten, genehmigten und tatsächlichen Grundwasserentnahmen

Die genaue Erfassung der Grundwasserentnahmen, einschließlich der entnommenen Wassermengen in einer geeigneten zeitlichen Auflösung, ist die Voraussetzung, um die Nutzung der Grundwasserressourcen transparent zu gestalten und Nutzungskonkurrenzen vorzubeugen. Wichtig ist dabei, dass nicht nur die genehmigten Grundwasserentnahmen registriert, sondern auch die im Verlauf eines Jahres tatsächlich entnommenen Mengen erfasst werden, auch die Mengen, die unter der Bagatellgrenze einer Anzeige oder Genehmigung liegen. Entwicklung des Indikators mit dem Ziel die tatsächlichen Grundwasserentnahmen zu erfassen, ohne dabei neue Meldepflichten entstehen zu lassen und dabei möglichst vorhandene Daten zu nutzen.

Der Aufbau oder die Reform eines Wasserregisters gehört zu den Aktionen der Nationalen Wasserstrategie. Die Vorarbeiten der Bundesländer sind dabei zu berücksichtigen.

—> Der Indikator ist über den Umsetzungsfortschritt messbar.

Erforderliche Maßnahmen:

1. Verbesserung der Prognosefähigkeit der Wasserhaushaltsanalysen (u. a. Weiterentwicklung der Klimamodellierung und regionaler Grundwassermodelle) sowie Bereitstellung von Szenarien zur Entwicklung des Wasserbedarfs (basierend auf Analysen der Wasserbedarfe)
2. Überprüfung der bisherigen Ausnahmen von der Erlaubnispflicht für Wasserentnahmen; darüber hinaus Prüfung einer Harmonisierung der bereits in 13 von 16 Bundesländern erhobenen Wasserentnahmeentgelte
3. Entwicklung bundeseinheitlicher Standards für den Aufbau einer bundesweiten Informationsplattform zur Darstellung der aktuellen Grundwasserstände (Erhebung und Darstellung nach vergleichbaren Kriterien)
4. Aufbau eines Wasserregisters bzw. Weiterentwicklung des Wasserbuchs zur Erfassung der genehmigten, beantragten und tatsächlichen Grundwasserentnahmen einschließlich der entnommenen Mengen
5. Aufbau einer möglichst flächendeckenden Wasserhaushaltsbilanzierung in Kooperation mit den Ländern, Modellierung besonders in Gebieten mit möglichen Nutzungskonflikten, inklusive der Erweiterung bestehender Modelle um Grundwassermodelle
6. Verstärkte und integrierte Nutzung von GRACE-Satellitenbeobachtungen zur zielgenaueren Echtzeitbeobachtung von Wasserbewegungen im Untergrund, um so die terrestrische Gesamtspeichermenge von Oberflächen- und Grundwasser nachzuverfolgen und damit die Auswirkungen von Feucht- und Trockenperioden für den Landschaftswasserhaushalt besser abschätzen zu können
7. Aufbau eines bundesweiten, repräsentativen Grundwasserentnahmemonitorings () gemeinsam mit den Ländern

³⁸ Hierzu gibt bereits unterschiedliche Aktivitäten von Bundesbehörden, z.B. UBA, BfG, BGR sowie der Bundesländer im Rahmen der Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser

Unterziel 1.II: Nutzungen anpassen – Risiko der Übernutzung minimieren

Im Rahmen einer Anpassung der Wassernutzungen können Wasserentnahmen reduziert und/oder zeitlich angepasst werden und somit zur Sicherung der Wasserressourcen beitragen. Eine nachhaltige Wasserwirtschaft bringt – auch unter Berücksichtigung der Auswirkungen des Klimawandels – Wasserverfügbarkeit und Wasserbedarf in Einklang und vermeidet eine Verschlechterung der Gewässer sowie eine Aufzehrung der Wasserressourcen und ein Absinken der Grundwasserstände.

Die genaue Kenntnis der aktuellen sowie die bestmögliche Einschätzung des künftigen Wasserdargebots und der Wassernutzungen ist für eine differenziertere, zukunftsfähige und sparsame Wassernutzung der Wasserressourcen notwendig und die Basis, um Nutzungskonkurrenzen sowie Übernutzungen vorzubeugen.

Bestehender Indikator:

a) Wassernutzungsindex

Der bereits bestehende deutschlandweite Wassernutzungsindex erfasst die Wasserentnahmen aller Sektoren und setzt sie zum langjährigen durchschnittlichen Wasserdargebot in Deutschland ins Verhältnis. Entsprechend des jährlichen, deutschlandweiten Überblicks liegt der Wassernutzungsindex seit 2007 unter 20 %³⁹ und damit unter der international vereinbarten Schwelle für eine Übernutzung der Wasservorräte und für Wasserstress. Mit dem Wassernutzungsindex lässt sich damit auch die langfristige Wirksamkeit ergriffener Maßnahmen abbilden. Mit einer Verbesserung der Datenerfassung zu den Wasserentnahmen (siehe Indikator c) in Kap. 0) ist auch eine Verbesserung der Berechnung des Wassernutzungsindex möglich.

Der Indikator findet sich aufbereitet auf den Internetseiten des Umweltbundesamtes und wird im DAS-Monitoringbericht als Indikator als WW-R-1 dargestellt.

—> Der deutschlandweite Wassernutzungsindex soll langfristig und dauerhaft unter 20 % liegen.

Indikatoren in Entwicklung:

b) Wasserbilanzrisikogebiete

In den vergangenen Jahren wurden verstärkt Nutzungskonkurrenzen insbesondere in den Sommermonaten der Jahre 2018, 2019, 2020 und 2022 berichtet. Diese Situation kann ein bundesweiter Wassernutzungsindex nicht abbilden. Es wird deutlich, dass eine stärker regionale und jahreszeitliche Betrachtung erforderlich ist. Die Weiterentwicklung des Wassernutzungsindex zu einem regionalisierten Indikator, der zusätzlich auch die jahreszeitlichen Unterschiede im Wasserdargebot und der Wassernutzung erfasst sowie die von den (veränderten) klimatischen Bedingungen abhängige Entwicklung der Wasserressourcen abbildet, ist erforderlich. Des Weiteren ist der Wasserbedarf von Ökosystemen einzubeziehen und es ist zu prüfen, ob Einschränkungen in der Verfügbarkeit aufgrund der Wasserqualität, z. B. Versalzungen im Grundwasser, zusätzlich berücksichtigt werden müssen.

Mit der Weiterentwicklung des Indikators könnten dann Gebiete mit niedrigem, mittlerem und hohem Nutzungsdruck unterschieden werden. In die Gebiete mit hohem Nutzungsdruck können dann zielgerichtet weitergehende Anpassungsmaßnahmen bei der Bewirtschaftung der Wasserressourcen gelenkt werden.

³⁹ <https://www.umweltbundesamt.de/daten/wasser/wasserressourcen-ihre-nutzung#der-wassernutzungs-index->

Im Rahmen des Vorhabens „Auswirkung des Klimawandels auf die Wasserverfügbarkeit / Anpassung an Trockenheit und Dürre in Deutschland (WADKlim)“ wurde ein Vorschlag zur Ableitung von Grundwasserbilanzrisikogebieten auf Landkreisebene erarbeitet⁴⁰.

Die größte Herausforderung für die differenzierte Erfassung der Beanspruchung der Wasserressourcen ist die Verfügbarkeit ausreichend aufgelöster Daten sowohl hinsichtlich des Wasserdargebots als auch der Wasserentnahmen. In der weiteren fachlichen Diskussion sind die Definition eines Referenzzustandes sowie die konkrete Festlegung eines Zielzustandes erforderlich. Bei der weiteren Indikatorentwicklung ist zu prüfen, inwieweit Vorarbeiten aus den Bundesländern, z. B. im Rahmen von Wasserversorgungskonzepten, eingebunden werden können.

Erforderliche Maßnahmen:

1. Methodische und datentechnische Weiterentwicklung des Wassernutzungsindex zur Bestimmung von Wasserbilanzrisikogebieten unter Schließung von Datenlücken und Berücksichtigung der Auswirkungen des Klimawandels und
2. Erstellung einer Leitlinie zur Priorisierung von Wassernutzungen in Wassermangelzeiten und zum Umgang mit Nutzungskonkurrenzen

Unterziel 1.III: Resilienz des Landschaftswasserhaushalts stärken

Das Ziel, den Wasserrückhalt in der Landschaft und damit die Resilienz des Landschaftswasserhaushalts zu stärken, umfasst vielfältige Anpassungsmaßnahmen in der Fläche, z. B. auf land- oder forstwirtschaftlichen Flächen sowie am und im Gewässer. Ebenso wie für den urbanen Raum gilt auch für land- und forstwirtschaftlich genutzte Flächen, dass der Wasserrückhalt, also die Versickerung und Speicherung von Wasser in der Landschaft, gestärkt werden muss. Dabei müssen beide Extremereignisse, sowohl Hochwasser und Starkregen als auch Niedrigwasser und Trockenheit berücksichtigt werden. Ein ausgeglichener Landschaftswasserhaushalt stärkt den Schutz und die Renaturierung natürlicher Lebensräume.

Zu den Maßnahmen für einen verbesserten Wasserrückhalt gehört auch: Die Entwässerung land- und forstwirtschaftlicher Flächen, wo möglich, zurückzunehmen oder jahreszeitlich zu steuern sowie die Bewirtschaftung der Flächen so zu gestalten, dass die Versickerungsfähigkeit und Wasserspeicherkapazität der Böden, z. B. über Humusaufbau, verbessert und die Bodenevaporation durch geeignete Anbauformen und Bodenbearbeitungstechniken vermindert werden kann. Auch in der Forstwirtschaft gehört eine bodenschonende Bewirtschaftung bei Einschlag und Abfuhr (z. B. durch eine Reduktion von Rückgassen) zu den Maßnahmen, die den Wasserrückhalt im Wald verbessern können (siehe Cluster Land).

Des Weiteren ist die Anlage abflussverzögernder und abflussspeichernder Strukturen und Pufferflächen vorzusehen. Im und am Gewässer gehören z. B. die Wiederanbindung von Auen, die Laufverlängerung von Fließgewässern oder die Rückgewinnung natürlicher Alt- und Kleingewässer innerhalb der Auen zum Maßnahmenpektrum.

Eine besondere Rolle kommen dem Schutz und der Renaturierung naturnaher Moore innerhalb und außerhalb von Schutzgebieten ebenso wie der Wiedervernässung land- und forstwirtschaftlich genutzter Moorböden zu, da sie neben den hydrologischen Aspekten auch zum Klimaschutz beitragen können (siehe auch Cluster Land und Landnutzung).

⁴⁰ Ergebnis des Vorhabens WADKlim – Veröffentlichung Mai 2024, <https://www.umweltbundesamt.de/dokument/projektinformation-auswirkung-des-klimawandels-auf>

Die Entsiegelung und vor allem die Reduzierung der Neuversiegelung von Böden in Siedlungsgebieten und in der Landschaft ist ebenfalls ein wichtiges Thema in diesem Kontext (siehe Handlungsfeld Stadt- und Siedlungsentwicklung sowie Cluster Land- und Landnutzung).

Durch die genannten Maßnahmen zur Verbesserung des Wasserrückhalts in der Landschaft wird der regionale Wasserhaushalt wieder naturnäher. Die Maßnahmen reduzieren den Oberflächenabfluss, dienen der Vorsorge vor Trockenheit, verbessern die Bodenfeuchte und stärken die Grundwasserneubildung. Naturbasierte Lösungen⁴¹ zur Verbesserung des Wasserrückhalts sollten bei der Maßnahmenwahl im Vordergrund stehen.

Bestehender Indikator:

a) Rückgewinnung natürlicher Überflutungsflächen

Natürliche Überflutungsflächen zurückzugewinnen, bedeutet den Gewässern mehr Raum zu geben und die laterale Verbindung zwischen Aue und Fließgewässer wiederherzustellen. Natürliche Überflutungsflächen haben positive Effekte auf den Landschaftswasserhaushalt, speziell den Wasserrückhalt und die biologische Vielfalt. Die Pufferung durch eine verzögerte Wasserabgabe aus den Auenflächen erhöht die Resilienz der Gewässer gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels.

Der DAS-Monitoringbericht 2023 enthält hierzu bereits einen Indikator „Rückgewinnung natürlicher Überflutungsflächen“ (BD-R-2) im Handlungsfeld Biologische Vielfalt, der hier weiter genutzt werden kann. Allerdings sind aus wasserwirtschaftlicher Sicht verschiedene Einschränkungen in der Aussage des Indikators zu berücksichtigen. So ist beispielsweise kein direkter Rückschluss auf die Hochwasservorsorge möglich. Die Umsetzung wasserwirtschaftlicher Maßnahmen benötigt oft viele Jahre, so dass sich eventuelle Effekte erst zeitverzögert abbilden und der Indikator die laufenden Aktivitäten nicht vollständig abbildet. Außerdem erfasst der Indikator nicht die urbanen Räume, da hier häufig keine natürlichen Überflutungsflächen mehr zur Verfügung stehen.

—> Dieser Indikatorwert sollte ansteigen (positiver Trend).

Indikatoren in Entwicklung:

b) Anzahl und/oder Größe drainierter land- und forstwirtschaftlicher Flächen

Durch die Erfassung der land- und forstwirtschaftlichen Flächen, die über bauliche Maßnahmen (z. B. Drainagen, Entwässerungsgräben) entwässert werden, wird die Grundlage für eine weitergehende Maßnahmenplanung geschaffen.

Diese kann neben dem Rückbau der Drainagen auch eine verbesserte Steuerung oder den Umbau der Drainagen zur Wasserspeicherung umfassen.

Die Erfassung der drainierten Flächen gestaltet sich momentan noch schwierig und ist für die Bundesländer mit einem erheblichen Aufwand verbunden. Systematische Methoden zur Erfassung, z. B. mit Fernerkundung, sind noch in der Entwicklung. Im Entwicklungsprozess des Indikators ist auch zu prüfen, ob alle drainierten Flächen erfasst werden oder nur die Flächen, die drainiert oder bewässert werden. Zukünftig könnte der Indikator mit Flächen, die über steuerbare Drainagen verfügen, ergänzt werden.

—> Dieser Indikatorwert sollte sinken (negativer Trend).

⁴¹ Vgl. UNEA – Resolution “Nature-based solutions for supporting sustainable development” unter <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/39864/NATURE-BASED%20SOLUTIONS%20FOR%20SUPPORTING%20SUSTAINABLE%20DEVELOPMENT.%20English.pdf>

c) Erfassung der Anzahl und/oder Größe wiedervernässter Moorflächen

Die Erfassung der wiedervernässten land- und forstwirtschaftlich genutzten Moorbodenflächen sowie der ungenutzten naturnahen Moore gibt ebenfalls Auskunft über Aktivitäten zur Wiederherstellung eines naturnäheren Landschaftswasserhaushalts in einer Region. Die Wiedervernässung land- und forstwirtschaftlich genutzter Moorböden sowie der Schutz und die Renaturierung ungenutzter naturnaher Moore sind auch Gegenstand des Aktionsprogramms Natürlicher Klimaschutz, der Nationalen Moorschutzstrategie und werden durch die Nationale Wasserstrategie unterstützt (siehe auch Cluster Land und Landnutzung).

—> Dieser Indikatorwert sollte ansteigen (positiver Trend).

d) Anzahl der Tage mit kritischen Bodenfeuchtezuständen

Das Bodenfeuchtemonitoring wird unter anderem vom DWD wahrgenommen und mit dem Bodenfeuchteviewer⁴² in einem deutschlandweiten Überblick zur Verfügung gestellt, bislang für Acker und Grünland sowie für Wälder. Im DAS-Monitoringbericht werden ausgewählte DWD-Daten hierzu ebenfalls bereits berichtet (siehe Monitoringindikator BO-I-1). Weitere Datenquellen z. B. aus der Fernerkundung mit den Satellitendienste HSAF⁴³ oder über ISMN⁴⁴ liegen vor.

Allerdings ist der Bodenfeuchteviewer aktuell für die Abbildung der Wirksamkeit von Anpassungsmaßnahmen nicht geeignet, da die räumliche Auflösung der Modellierung der Bodenfeuchte mit 1 x 1 km nicht kleinräumig genug ist, um alle Maßnahmen zum Wasserrückhalt abbilden zu können. Auch die Kontrollmessungen an den Wetterstationen können diese Maßnahmen nicht einbeziehen. Hier besteht weiterer Forschungsbedarf zur Wirksamkeit von Maßnahmen und deren Überprüfung auf Vergleichsflächen. Der Indikator muss unter Einbindung weitere Experten und Expertinnen insbesondere aus dem Bereich Prognose und Modellierung des Wasserhaushalts weiterentwickelt werden. Dafür wäre weiterhin zu definieren, ab wann die Bodenfeuchte als kritisch einzuschätzen ist. Der DWD bewertet für Ackerpflanzen eine nutzbare Feldkapazität (nFK) < 30 % als Trockenstress. Bei Wäldern wird bei Werten von unter 40 % von einem mittleren bis hohen, bei Werten von unter 20 % von einem sehr hohen bis extremen Trockenstress ausgegangen. Es wäre zu prüfen, ob eine jahreszeitliche Differenzierung des Indikators vorgenommen werden kann. Darüber hinaus ist zu klären, welche Flächen in die Bewertung einbezogen und inwieweit die Darstellungen des DWD auf einer kleinräumigen Skala zur Bewertung herangezogen werden können (siehe hierzu auch Cluster Land- und Landnutzung).

Wichtig ist, dass für die Verbesserung des Indikators „Anzahl der Tage mit kritischen Bodenfeuchtezuständen“ ein breites Maßnahmenspektrum vorgesehen wird. Dies umfasst z. B. eine angepasste Bewirtschaftung und Bodenbearbeitung der landwirtschaftlichen Flächen, so dass unter anderem eine gute Grundwasserneubildung ermöglicht wird.

—> Dieser Indikatorwert sollte sinken (positiver Trend).

e) Anzahl der Rückegassen/Rückewege pro ha Wald

Rückegassen oder Rückewege, die den Oberboden verletzen, haben nachweislich negative Auswirkung auf das Abflussgeschehen. Sie wirken als hangabwärts gerichtete Linien abflussbündelnd und kanalisierend. Durch die oft tiefe Verletzung des bewachsenen Oberbodens wird die Erosionsanfälligkeit erhöht. Ziel ist daher, die Anzahl der Rückegassen oder -wege zu reduzieren, ggf.

⁴² https://www.dwd.de/DE/fachnutzer/landwirtschaft/appl/bf_view/_node.html

⁴³ EUMETSAT Satellite Application Facility on Support to Operational Hydrology and Water Management (H SAF)

⁴⁴ <https://ismn.earth/en/>

die Lage dieser anzupassen und gleichzeitig bodenschonende Verfahren zur Holzentnahme zu wählen (siehe auch Cluster Land und Landnutzung).

Bei der Diskussion von Zielwerten für die Abstände der Rückegassen oder -wege muss die Geländeabhängigkeit beachtet werden. Außerdem müssen bereits bestehende Zertifizierungssysteme für Wälder berücksichtigt werden.

—> Dieser Indikatorwert sollte sinken (negativer Trend).

f) Entwicklung der Flächen kleiner Standgewässer

Kleingewässer sind wichtige Speicher für Wasser in der Landschaft. Durch den Klimawandel und entwässernde Maßnahmen wird ihre Wasserführung reduziert. Die zeitliche Entwicklung der natürlichen Kleingewässerflächen repräsentiert den Wasserhaushalt von Landschaften und kann mit Hilfe von Satellitendaten auf Bundesebene erfasst werden.

—> Dieser Indikatorwert sollte gleich bleiben oder steigen.

Erforderliche Maßnahmen:

1. Verbreiterung des Kenntnisstandes zur Wirksamkeit von Maßnahmen zur Verbesserung des Wasserrückhalts in der Landschaft⁴⁵ und Erarbeitung geeigneter Strategien und Maßnahmenkombinationen;
2. Leitbilder für den regionalen, naturnahen Wasserhaushalt erarbeiten;
3. Förderung der Umsetzung der Ziffer II.1.4 (Rückgewinnung von Retentionsräumen) des Bundesraumordnungsplans für einen länderübergreifenden Hochwasserschutz – BRPHV – auf den räumlichen Planungsebenen (Fachplanung, Landes- und Regionalplanung, kommunale Ebene).

Unterziel 1.IV: Bewirtschaftung von Wasserressourcen zukunftsfähig ausrichten

Die Nationale Wasserstrategie beschreibt in einem umfangreichen Aktionsprogramm wesentliche Schritte, die erforderlich sind, um die Wasserwirtschaft zukunftsfähig zu gestalten. Die Erarbeitung von Wasserversorgungskonzepten⁴⁶ ist dabei ein elementarer Baustein.

Mit Wasserversorgungskonzepten wird ein Interessensausgleich zwischen allen Nutzergruppen angestrebt, Handlungsbedarfe sollen frühzeitig erkannt und daraus resultierende Konflikte durch geeignete Maßnahmen vermieden werden. Die Einbeziehung des Wasserbedarfs der Ökosysteme ist dabei erforderlich. Anzustreben ist, dass Wasserversorgungskonzepte bundesweit nach einheitlichen Mindeststandards als Instrumente zur zukunftssicheren Bewirtschaftung von Wasserressourcen etabliert werden. Sie sollen auch die Folgen des Klimawandels berücksichtigen und zur Erhöhung der Resilienz der Wasserversorgung beitragen. Neben inhaltlichen Mindestanforderungen ist auch darauf zu achten, dass die konzeptionellen Vorstellungen der verschiedenen Planungsebenen, (überregional, regional) zueinander konsistent sind. Dies ist wichtig, um die vielfältigen Nutzungsansprüche (beispielsweise von Ober- und Unterliegern entlang von Flüssen) abzustimmen.

Indikatoren in Entwicklung:

- a) Anteil der Fläche Deutschlands, für die Wasserversorgungskonzepte vorliegen

⁴⁵ Vorarbeiten z.B. Im Rahmen von WADKlim sind zu berücksichtigen und einzubeziehen, z.B. Maßnahmenkatalog

⁴⁶ weitere mögliche Begriffe sind Wassernutzungskonzepte, Niedrigwasserstrategie, Masterplan, Wassermanagementkonzept

Für diesen Indikator ist der Stand der Entwicklung von Wasserversorgungskonzepten zu ermitteln. Die alleinige Anzahl bestehender Wasserversorgungskonzepte wäre nicht ausreichend, da Wasserversorgungskonzepte für verschiedene Bezugsebenen entwickelt werden. Daher ist hier der mit den Wasserversorgungskonzepten abgedeckten Fläche der Indikationsgegenstand.

Die oben beschriebenen Mindestanforderungen an Wasserversorgungskonzepte sollten zu einem späteren Zeitpunkt in den Indikator integriert werden. Dann ließe sich auch zu den unterschiedlichen Qualitäten der Konzepte berichten. Zudem sollte über die Einbeziehung von Niedrigwassermanagementplänen, ggf. als untergeordneten Indikator, diskutiert werden.

—> Dieser Indikatorwert sollte ansteigen (positiver Trend).

Erforderliche Maßnahmen:

1. Erarbeitung bundeseinheitlicher Kriterien und Entwicklung von Leitlinien zur Aufstellung von Wasserversorgungskonzepten;
2. Erstellung einer Leitlinie zur Priorisierung von Wassernutzungen in Wassermangelzeiten und zum Umgang mit Nutzungskonkurrenzen;
3. Umsetzung regionaler, integrierter Wassermanagementkonzepten, die eine nachhaltige und sektorübergreifende Nutzung der Ressource Wasser im ländlichen Raum unter Einbezug der Landwirtschaft definieren⁴⁷.

Ziel Wa-2 „Resilienz der Wasserinfrastrukturen stärken“⁴⁸

Auch wasserwirtschaftliche Infrastrukturen sind von den Folgen des Klimawandels betroffen. Sie können durch die Zunahme von Extremereignissen geschädigt oder durch veränderte Bedingungen in ihrer Funktionsfähigkeit oder Wirksamkeit beeinträchtigt werden (vgl. auch Unterziel zur Resilienz von Fließgewässern). Diese Herausforderung thematisiert auch die Nationale Wasserstrategie und führt das strategische Thema „Wasserinfrastrukturen klimaangepasst weiterentwickeln – vor Extremereignissen schützen und Versorgung gewährleisten“ mit.

Bei bestehenden wasserwirtschaftlichen Infrastrukturen und bei der Planung langlebiger Infrastrukturen ist darauf zu achten, dass sie resilienter und anpassungsfähiger gestaltet werden. Dies gilt in besonderem Maße für die Infrastrukturen der Trinkwasserversorgung und Abwasserentsorgung sowie die Infrastrukturen des Hochwasser-, Niedrigwasser- und Küstenschutzes. Zudem sind beispielsweise auch bauliche Infrastrukturen gegen Schäden durch Hochwasser und Starkregen zu ertüchtigen. Auch eine Ausgestaltung des Talsperrenmanagements trägt zur Resilienz, z. B. von Versorgungssystemen, und damit zur Anpassung an den Klimawandel bei.

Ziel Wa-2⁴⁹: Die Wasserinfrastrukturen sind so gestaltet, dass sie mit möglichst geringem Aufwand an sich ändernde Rahmenbedingungen wie den fortschreitenden Klimawandel, sich wandelnde

⁴⁷ Dies ist zentrale Forderung LAWA AG KLIWA21+ im Bericht zur Klimaanpassung:

⁴⁸ Der Bund fördert Maßnahmen des Hochwasser- und Küstenschutzes schon seit ihrem Inkrafttreten über die GAK. Aufgrund der herausgehobenen Bedeutung erstattet der Bund bei Küstenschutzmaßnahmen bis zu 70 % der den Ländern entstehenden Ausgaben. (Der Bund beteiligt sich an der Finanzierung der raumgebenden Maßnahmen des Nationalen Hochwasserschutzprogramms „NHWSP“ und allen anderen GAK-Maßnahmen mit bis zu 60 % an den Ausgaben der Länder). Über das Angebot und die konkrete Ausgestaltung der im GAK-Rahmenplan festgelegten Fördermöglichkeiten entscheiden die Länder in eigener Zuständigkeit, die Durchführung der Förderung obliegt ebenfalls den Ländern.

⁴⁹ in Anlehnung an NWS

gesellschaftliche Anforderungen zu höheren „ökologischen Standards“ oder sich verändernde Wasserbedarfe der Nutzenden angepasst werden können. Die Infrastrukturen sind – wo immer möglich – als naturbasierte Lösungen gestaltet, nutzen die Potenziale der Verbindung von Wasser-, Energie- und Stoffkreisläufen und sind auf geeigneter interkommunaler Ebene miteinander vernetzt.

Dieses Ziel wird durch die folgenden beiden Unterziele abgebildet:

- Unterziel 2.I: Klimaangepasste Gestaltung wasserwirtschaftliche Infrastrukturen;
- Unterziel 2.II: Schäden durch Starkregen minimieren – Starkregengefahren- und -risiko bewusstmachen.

Unterziel 2.I: Klimaangepasste Gestaltung wasserwirtschaftlicher Infrastrukturen

Die Durchführung eines Klimachecks ermöglicht die Überprüfung der Resilienz sowie die klimaangepasste Gestaltung und ist für jede Art wasserwirtschaftlicher Infrastrukturen möglich. Die daraus resultierende Anpassung kann z. B. ein Klimazuschlag sein, eine wassersparende Ausführung einer Infrastruktur oder eine Bauweise, die die Standsicherheit eines Bauwerks bei extremem Hochwasser erhöht.

In der bisherigen Praxis werden beispielsweise in den Bundesländern Bayern und Baden-Württemberg Klimazuschläge für die Bemessung neu zu errichtender Hochwasserschutzanlagen verwendet.⁵⁰ **In Rheinland-Pfalz empfahl die Enquete Kommission im Nachgang zum Hochwasser 2021 die Verwendung von Klimawandelanpassungsfaktoren sowohl für Bauwerke wie auch für die Flächenvorsorge (z. B. Überschwemmungsgebiete).**

Darüber hinaus nutzen die Küstenbundesländer ein auf den Klimawandel bezogenes Vorsorgemaß von 1,0 m, das in Abhängigkeit der lokalen Rahmenbedingungen sowie bauwerksspezifisch durch unterschiedliche Maßnahmen umgesetzt werden kann.⁵¹ Das Vorsorgemaß soll regelmäßig und anlassbezogen aufgrund neuerer wissenschaftlicher Erkenntnisse überprüft und ggf. angepasst werden. Damit werden bereits jetzt die erwarteten Auswirkungen des Klimawandels bei Planung und Bau neuer Hochwasser- und Küstenschutzmaßnahmen berücksichtigt. Weitere Beispiele gibt es bei der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV-Klimaanpassung) sowie für Maßnahmen im Kontext der Wasserrahmenrichtlinie.

Zukünftig ist auch für andere Wasserinfrastrukturen (u. a. Stauanlagen z. B. für Wasserkraft oder zur Trinkwassergewinnung, Anlagen der Trinkwasseraufbereitung oder Abwasserbeseitigung, Wasserkraftanlagen) ein Vorgehen zur Berücksichtigung der Auswirkungen des Klimawandels und zur Bewertung der Klimaresilienz, Anpassungsfähigkeit oder -erfordernisse zu entwickeln.

⁵⁰ Vgl. LAWAK-AK, „Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft – Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder“, S. 31 und 44, abrufbar unter: https://www.lawa.de/documents/lawa-klimawandel-bericht-2020-barrierefrei_1689844741.pdf

⁵¹ Siehe hierzu auch: Ministerium für Energiewende, Klimaschutz, Umwelt und Natur des Landes Schleswig-Holstein, „Generalplan Küstenschutz des Landes Schleswig-Holstein – Fortschreibung 2022“, Kapitel 2.2 „Anpassung an den Klimawandel“, S. 21 ff., abrufbar unter: <https://www.schleswig-holstein.de/DE/fachinhalte/K/kuestenschutz/generalplanKuestenschutz.html>;

Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN), „Klimawandel: NLWKN sieht Küstenschutzstrategie des Landes durch IPCC-Bericht bestätigt“, abrufbar unter:

https://www.nlwkn.niedersachsen.de/startseite/aktuelles/presse_und_offentlichkeitsarbeit/pressemitteilungen/klimawandel-nlwkn-siehtkuestenschutzstrategie-des-landes-durch-ipcc-bericht-bestatigt-203257.html;

NLWKN, „Klimawandel und Küstenschutz: Ein entscheidender Meter mehr“, abrufbar unter:

https://www.nlwkn.niedersachsen.de/jb2021/Niedersaechsischer_Klimadeich/klimawandel-undkuestenschutz-ein-entscheidender-meter-mehr-niedersaechsischer-klimadeich-und-verdopplung-des-vorsorgemasses-201169.html;

LAWAK-AK, „Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft – Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder“, S. 50, abrufbar unter: https://www.lawa.de/documents/lawa-klimawandel-bericht-2020-barrierefrei_1689844741.pdf

Auf europäischer Ebene gibt es Leitlinien, die die Sicherung der Klimaverträglichkeit von Infrastrukturen („climate proofing“) für Infrastrukturmaßnahmen vorsehen⁵². Außerdem überarbeitet die EU-Kommission gerade einen europäischen Leitfaden, der die EU Mitgliedstaaten bei der Umsetzung des europäischen Wasserrechts unter den Bedingungen des Klimawandels unterstützen soll, Leitfaden Nr. 24 „River Basin Management in a changing climate“, der ebenfalls den Klimacheck thematisiert. Querverbindungen zu weiteren Strategien und Services, z. B. KRITIS, die Resilienzstrategie des BMI oder DAS-Basisdienst des BMDV sind zu berücksichtigen.

Indikatoren in Entwicklung

a) Anzahl der wasserwirtschaftlichen Infrastrukturen, bei denen Klimazuschläge genutzt werden bzw. die an klimawandelbedingt erhöhte Hochwasserabflüsse angepasst wurden

Klimazuschläge sind eine Möglichkeit, die Anpassungsfähigkeit baulicher Infrastrukturen, aber auch anderer Planungen, zu erhöhen. Beim Bemessungshochwasser (üblicherweise ein HQ 100) wird z. B. ein prozentualer Aufschlag addiert, so dass der am Ende realisierte Hochwasserschutz für eine möglicherweise schwerere Hochwassersituation ausgelegt ist. Der Klimaaufschlag kann dazu führen, dass z. B. die Hochwasserschutzanlage gleich mit Sicherheitszuschlag dimensioniert wird oder die Voraussetzungen geschaffen werden, mit geringerem Aufwand spätere Erweiterungen (z. B. Deicherhöhungen) vorzunehmen. Nicht nur durch Deicherhöhungen, sondern auch durch die Schaffung bzw. Vergrößerung von Rückhaltevolumina können Klimazuschläge umgesetzt werden. Das ist bei der Entwicklung des Indikators zu beachten. Es besteht noch Klärungsbedarf hinsichtlich der Datenverfügbarkeit. Die Bewertung sollte nach dem jeweils aktuellsten Kenntnisstand erfolgen (siehe auch Cluster Infrastrukturen).

—> Dieser Indikatorwerte sollte ansteigen (positiver Trend).

b) Anzahl der wasserwirtschaftlichen Infrastrukturprojekte bei denen ein Klimacheck durchgeführt wurde, bezogen auf die Gesamtzahl von Projekten

Es soll die Anzahl der wasserwirtschaftlichen Infrastrukturen und Maßnahmen erfasst werden, bei denen im Rahmen der Planung ein Klimacheck durchgeführt wurde. Hier besteht noch Klärungsbedarf, z. B. hinsichtlich der Datenverfügbarkeit sowie der Vergleichbarkeit der unterschiedlichen methodischen Ansätze⁵³.

—> Dieser Indikatorwert sollte ansteigen (positiver Trend).

c) Anwendungshäufigkeit naturbasierter Lösungen bei wasserwirtschaftlichen Projekten

Naturbasierte Lösungen sind Maßnahmen zum Schutz, zur Erhaltung, zur Wiederherstellung, zur nachhaltigen Nutzung und zur Bewirtschaftung natürlicher oder veränderter Land-, Süßwasser-, Küsten- und Meeresökosysteme, die sozialen, wirtschaftlichen und ökologischen Herausforderungen wirksam und anpassungsfähig begegnen und gleichzeitig zu menschlichem Wohlbefinden, Ökosystemleistungen, Resilienz und biologischer Vielfalt beitragen⁵⁴. Es wird davon ausgegangen,

⁵² <https://op.europa.eu/de/publication-detail/-/publication/23a24b21-16d0-11ec-b4fe-01aa75ed71a1>

⁵³ Vorarbeiten sind verfügbar, z. B.:

-LAWA –BLANO Maßnahmenkatalog oder das UBA - Screeningtool <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/extremereignisse-anpassung-an-den-klimawandel>

- Arbeitsblatt DVGW W 1003 „Resilienz und Versorgungssicherheit in der öffentlichen Wasserversorgung“, das Merkmale und Bewertungskriterien vorgibt, um konkrete Schwachstellen und Risiken sowie von Optimierungspotenziale der Wasserversorgungssysteme zu identifizieren.

-in Bezug auf Wasserstraßen werden teilweise. "Klimazuschläge" aus dem DAS-Basisdienst berücksichtigt sowie im Rahmen der Maßnahme "WSV-Klimaanpassung" viele verkehrswasserwirtschaftliche Planungen geprüft (siehe Cluster-Infrastrukturen)

⁵⁴ siehe Definition in der UNEA Resolution 5/5; OP 1: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/39864/NATURE-BASED%20SOLUTIONS%20FOR%20SUPPORTING%20SUSTAINABLE%20DEVELOPMENT.%20English.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

dass sie als Anpassungsmaßnahme vorteilhaft sind, da sie in einem breiten Spektrum wirksam und flexibel anpassbar sind. Zudem ermöglichen sie Synergien mit weiteren Nachhaltigkeitszielen und sind oftmals kosteneffizient. Es ist daher langfristig anzustreben, die Anwendungshäufigkeit Naturbasierter Lösungen zu erfassen. In Bezug auf die DAS bedarf es noch einer Operationalisierung, um Maßnahmen als Naturbasierte Lösungen zu identifizieren.

—> Dieser Indikatorwert sollte ansteigen (positiver Trend).

Erforderliche Maßnahmen:

1. Wasserwirtschaftliche (technische) Regelwerke klimafit machen;
2. Verbesserung des Kenntnisstands zu den genutzten Klimazuschlägen in Deutschland und Prüfung der Notwendigkeit einer bundesweit harmonisierten Methode zur Ermittlung und Umsetzung angemessener Klimazuschläge;
3. Erfassung der Häufigkeit mit der NbS geplant werden und zur Anwendung kommen. Abfrage bestehender Methoden zur Erfassung naturbasierter Lösungen und ggfs. Übernahme.;
4. Forschung zur Wirksamkeit Naturbasierter Lösungen im Bereich Anpassung an den Klimawandel und zu geeigneten Maßnahmenkombinationen, im Siedlungsbereich unter Berücksichtigung einer hohen Nutzungs- und Gestaltungsqualität, um Synergien zwischen Klimaanpassung und Lebensqualität durch naturbasierte Lösungen bestmöglich zu erschließen;
5. Der BRPHV (I.2.1 (Z)) fordert die Wasserwirtschaft und die räumliche Planung auf, die Folgen des Klimawandels zu berücksichtigen und diese auf bestehende und räumliche Planungen zu beziehen.

Unterziel 2.II: Schäden durch Starkregen minimieren – Starkregengefahren- und -risikobewusstmachen

Der Umgang mit Überflutungen aus Starkregenereignissen erfordert eine gute Vorbereitung auf kommunaler Ebene und die Einbindung der privaten Eigenvorsorge. Die Erstellung und Veröffentlichung von Starkregen- bzw. Sturzflutgefahren- und -risikokarten sind eine wichtige Grundlage zur Entwicklung von Maßnahmen zum Schutz vor lokalen Überflutungen und Schäden durch Starkregenereignisse.

Die Karten können Grundlage für kommunale Planungen sein. Sie dienen der Risikoinformation von Planer*innen, Gebäudeeigentümer*innen und Einsatzkräften und unterstützen damit eine verbesserte Klimafolgevorsorge. Häufig bestehen Vorbehalte, die entwickelten Karten zu veröffentlichen, da die Sorge vor Einschränkungen in der Entwicklung bzw. vor Wertverlust der betroffenen Grundstücke hoch ist.

Auf der Basis von Kriterien, die die Länder teilweise bereits bei der Aufstellung von Starkregenkarten nutzen, und unter Einbeziehung der 2025 vorliegenden bundesweiten Starkregenhinweiskarte, werden darauf aufbauend bundesweit einheitliche inhaltliche Kriterien und Methoden zur Erstellung kommunaler Starkregengefahren- und -risikokarten abgeleitet. Hierbei wird das Abflussgeschehen kleiner Einzugsgebiete (< 10 km²) berücksichtigt. Die Anschlussfähigkeit an die LAWA-Strategie für ein effektives Starkregenrisikomanagement wird gewährleistet.

Indikatoren in Entwicklung:

- a) Anzahl der Städte und Gemeinden (Kommunen), die kommunale Starkregengefahren- und -risikokarten erstellt

Voraussetzung für eine gute Eigenvorsorge bei Starkregenereignissen ist die Kenntnis der Gefahr. Daher ist die Erstellung und Veröffentlichung von Starkregen- bzw. Sturzflutgefahren- und -risikokarten ein wichtiges Instrument zur Information und Vorbereitung der Bevölkerung sowie zur Konzipierung und Umsetzung von Schutzmaßnahmen vor lokalen schadensträchtigen Überflutungen durch Starkregenereignisse. Da oftmals nicht die ganze Bevölkerung einer Kommune gleichermaßen den Risiken von Starkregenereignissen ausgesetzt sind, bietet sich im Indikator die Zählung der Kommunen nicht der Bevölkerung an.⁵⁵

—> Dieser Indikatorwert sollte ansteigen (positiver Trend).

Erforderliche Maßnahmen:

1. Gesetzliche Verankerung zur Erstellung und Veröffentlichung von Gefahren- und Risikokarten zum Schutz vor lokalen Überflutungen nach Starkregenereignissen;
2. Erarbeitung von Gefahrenkarten zur Überflutung durch Starkregenereignisse und ggf. Aktualisierung vorhandener Bestandskarten, in Risikobereichen detaillierte Bestandsaufnahme auf lokaler Ebene und bei Bedarf Erstellung ortsspezifischer, lokaler Karten;
3. Etablierung eines Starkregenrisikomanagements, z. B. in Form von Maßnahmenplanungen der Kommunen zur Gefahren- und Risikoreduzierung (siehe auch Cluster Land- und Landnutzung).

Ziel Wa-3 „Ökologie – Klimaresiliente Gewässer fördern“

Das Ökosystem Gewässer wird durch die Veränderungen des Klimawandels vielseitig beeinflusst. Weniger Wasser, Austrocknung, steigende Temperaturen, erhöhte Sonneneinstrahlung, vermehrte Extremereignisse führen neben anderen Auswirkungen zu außerordentlichen Belastungen, mit denen die Ökologie in den Gewässern konfrontiert wird. Neben den biologischen Qualitätskomponenten Makrozoobenthos, Fische und Algen wirken sich die Belastungen auch auf die chemische Zusammensetzung und die Hydrologie allgemein aus.

Dieses Ziel wird durch die folgenden Unterziele abgebildet:

- Unterziel 3.I: Gewässerstruktur konsequent verbessern;
- Unterziel 3.II: Gewässertemperatur stabilisieren;
- Unterziel 3.III: Vulnerable Gewässerabschnitte bundesweit identifizieren und ausweisen.

Unterziel 3.I: „Gewässerstruktur konsequent verbessern“

Ausgeprägte und vielfältige hydromorphologische Strukturen in Oberflächengewässern und deren Auenbereichen bilden Habitate und Rückzugsorte für aquatische Organismen. Unter den Bedingungen des Klimawandels und einer voranschreitenden Austrocknung der in vielen Bereichen stark anthropogen überformten Oberflächengewässer und fehlender Anbindung der Auen drohen diese Habitate zu verschwinden.

In der Nationalen Wasserstrategie wird gefordert, die Oberflächengewässer resilient gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels zu gestalten. Um dies zu erreichen, müssen die derzeit mit monotonen hydromorphologischen Strukturen stark veränderten Gewässer durch gewässerstrukturelle Maßnahmen, wieder zu naturnahen bis hin zu natürlichen Gewässern

⁵⁵ Bei der Entwicklung des Indikators ist zu prüfen inwieweit der Umgang mit Starkregenereignissen im Rahmen von übergreifenden Klimaanpassungskonzepten berücksichtigt ist.

entwickelt werden; dabei werden Belange der Infrastruktur, der Landwirtschaft, des Hochwasserschutzes, der Energiewirtschaft und anderer Nutzungen berücksichtigt.. Dies umfasst Maßnahmen, die den Gewässern wieder mehr Raum geben, sowie die Förderung von standorttypischem Uferbewuchs, die Verbesserung der Sohlstrukturen und schließt auch die Renaturierung und Wiederanbindung von Auen ein.

Als Parameter für die Anpassung an den Klimawandel eignen sich die unterstützenden Qualitätskomponenten „Morphologie“ und „Durchgängigkeit“ der ökologischen Zustandsbewertung nach EU-Wasserrahmenrichtlinie. Der Zustand wird seit 2000 kontinuierlich bewertet. Der Indikator zum „Zustand der Flussauen“ ist auch in der Nationalen Strategie zur Biologischen Vielfalt (NBS) verankert.

Bestehender Indikator:

a) Anteil der strukturell unveränderten bis mäßig veränderten Gewässerstrecken (Gewässerstrukturgüteklasse 1-3)

Dieser Indikator der WRRL gibt prozentual an, wie viele Oberflächengewässer eine gute morphologische Struktur aufweisen. Je größer diese Zahl ist, desto eher sind die Gewässer resilient gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels und können Habitate für aquatische Organismen bereitstellen. Gemäß der Bestandsaufnahme im 3. Bewirtschaftungszyklus der WRRL zeigen 86 % aller Gewässer Deutschlands hydromorphologische Defizite auf.

—> Dieser Indikatorwert sollte ansteigen (positiver Trend).

Eine Weiterentwicklung dieses Indikators im Kontext Klimaanpassung wird diskutiert. Ausgewählte hydromorphologische Klimaindikatoren befinden sich aktuell im Praxistest, Ergebnisse dazu liegen noch nicht vor. Begleitet werden diese Arbeiten durch die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA).

Indikatoren in Entwicklung:

b) Anteil der Gewässerstrecke mit umgesetzten Gewässerentwicklungsmaßnahmen

Die wirksame Umsetzung von Gewässerentwicklungsmaßnahmen ist eine wichtige Voraussetzung für die Verbesserung der aquatischen Lebensräume und der Gewässerstruktur sowie für den Erhalt der biologischen Vielfalt. Es besteht der Bedarf, die Gewässerentwicklungsmaßnahmen in geeigneter Weise zu klassifizieren, so dass sich sowohl eine Erhöhung kleinerer Gewässerentwicklungsmaßnahmen als auch großer und umfangreicher Maßnahmen in der Entwicklung des Indikators angemessen niederschlägt.

—> Dieser Indikatorwert sollte ansteigen (positiver Trend).

Erforderliche Maßnahmen

1. Kommunikation länderübergreifend auf Basis einheitlicher Klimaindikatoren zur Gewässerstruktur, um auf dieser Grundlage das Klimafolgenmonitoring zu optimieren – vorhandene Kartieranleitungen der Länder, basierend auf den LAWA Vorgaben, sollten für eine bessere Auswertbarkeit harmonisiert werden;
2. Rechtliche Verankerung und Förderung gewässertypspezifischer Gewässerentwicklungskorridore für die eigendynamische hydromorphologische Gewässerentwicklung;
3. Auflegung eines Förderprogramms für den Rückbau von Querbauwerken in Fließgewässern im Rahmen des Aktionsprogramms natürlicher Klimaschutz,

Unterziel 3.II: „Gewässertemperatur stabilisieren“

Die Gewässertemperatur bestimmt maßgeblich die physikalisch-chemischen Bedingungen und ist daher für die wasserabhängigen Tiere und Pflanzen äußerst wichtig. Sie bestimmt zum Beispiel den Anteil an gelöstem Sauerstoff im Wasser oder kann das Entstehen von (z. T. toxischen) Algenblüten begünstigen.

Die Gewässertemperatur wird durch die Lufttemperatur, Sonneneinstrahlung, Niederschlag und Verdunstung beeinflusst. All diese Faktoren werden wiederum vom Klimawandel beeinflusst. Es wird erwartet, dass die Wassertemperaturen im Zuge des Klimawandels zunehmen. Zusätzlich wirken anthropogene Einleitungen, z. B. von Kühlwasser und Abwasser auf die Gewässertemperatur.

Bestehender Indikator:

a) Gewässertemperatur auf dem Niveau eines Referenzzeitraums halten

Die Datenlage zur Gewässertemperatur ist sehr gut, da sie bei fast jeder Probennahme erfasst und an größeren Gewässern sogar kontinuierlich an den Dauermessstellen erhoben wird. Somit lassen sich für diesen Indikator auch Trends ableiten.

Die Gewässertemperatur ist Gegenstand zweier DAS-Monitoringindikatoren (Wassertemperatur von Seen, WW-I-8 und Wassertemperatur von Fließgewässern WW-I-10). Die Methodik zur Berechnung dieser Indikatoren sowie die zu betrachtenden Kennwerte (Mittelwert/Maximum, Länge der Überschreitung bestimmter Schwellenwerte, ...) sind stark von der Datenverfügbarkeit und der Notwendigkeit abhängig, auch über die unterschiedlichen Gewässercharakteristika hinweg zu einer bundesweiten Aussage zu gelangen. Das methodische Vorgehen wurde von der LAWA-Kleingruppe Klimaindikatoren entwickelt und mit der LAWA abgestimmt ⁵⁶.

—> Dieser Indikatorwert sollte beobachtet werden und möglichst wenig ansteigen, unverändert bleiben oder sinken.

Indikator in Entwicklung:

b) Anteil beschatteter Gewässerstrecken

Die Beschattung kleiner und mittlerer Gewässer mit gewässertypischen Gehölzsäumen ist eine mögliche Anpassungsmaßnahme zur Stabilisierung der Gewässertemperatur. Im DAS-Monitoringbericht 2019 wurde zum Uferbewuchs ein Indikator als Fallstudie für Brandenburg, Rheinland-Pfalz und Sachsen publiziert, um das Thema Beschattung aufnehmen zu können. In Anbetracht der laufenden Arbeiten der LAWA zur Harmonisierung der Erhebungen und der Entwicklung eines spezifischen Beschattungsindikators wurde dann für den DAS-Monitoringbericht 2023 auf die erneute Präsentation des Monitoringindikators verzichtet.

Für diesen Indikator müssen in der weiteren fachlichen Diskussion Möglichkeiten einer über die Länder hinweg harmonisierten Erfassung und Auswertung diskutiert, entwickelt und erprobt werden.

—> Dieser Indikatorwert sollte ansteigen.

Erforderliche Maßnahmen:

1. Schaffung geeigneter Voraussetzungen, z. B. im Rahmen von Förderung, zur erleichterten Anlage gewässertypischer Gehölzsäume am Gewässer, im Uferbereich oder an Gewässerrandstreifen;

⁵⁶ https://www.lawa.de/documents/lawa-konzept-klimafolgenmonitoring-wasser_2_3_4_1684328458.pdf

2. Anlage gewässertypischer Gehölzsäume zur Beschattung kleiner und mittlerer vulnerabler Gewässer.

Unterziel 3.III: Vulnerable Gewässerabschnitte bundesweit identifizieren und ausweisen

Niedrigwasser in den Flüssen bis hin zum Trockenfallen von Gewässern stellt im Kontext der Klimaanpassung eine ökologische Herausforderung dar. Maßnahmen, die die ökologischen Auswirkungen von Niedrigwasser begrenzen, sind neben einer strukturreichen Gestaltung der Gewässer auch Bewirtschaftungsmaßnahmen, die beispielsweise die Wasserentnahmen reduzieren.

Um diese Maßnahmen fachlich fundiert zu begründen und zielgerichtet anzuwenden, ist ein bundesweit vergleichbares Bewertungssystem erforderlich, das die Identifizierung niedrigwassergefährdeter und hinsichtlich Trockenheit vulnerabler Gewässerabschnitte zulässt. Die Bundesländer haben mit der Entwicklung solcher Bewertungssysteme und eines bundesweit einheitlichen Verfahrens zur ökologischen Bewertung von Niedrigwassersituationen begonnen.

Indikatoren in Entwicklung:

- a) Anteil vulnerabler Gewässerabschnitte am Gewässernetz

Dieser Indikatorwert sollte sinken (negativer Trend).

Die Entwicklung des Indikators ist auf die Verfügbarkeit eines bundesweit vergleichbaren Bewertungssystems angewiesen. Erst dann kann beurteilt werden, inwieweit dieser Indikator ausreichend sensibel ist, um auf erfolgreich umgesetzte Anpassungsmaßnahmen zu reagieren.

- b) Anzahl an Pegeln mit geeigneter Erfassung von Niedrigwasser

Als Ausgangspunkte sollte die Anzahl der Pegel überprüft und ggf. erhöht werden, die auch bei Niedrigwasser noch Werte liefern, d. h. weiterhin in Kontakt mit dem Gewässer stehen und nicht trockenfallen. Die Verfügbarkeit aussagekräftiger Pegel ist die Voraussetzung für eine ausreichende Datenbasis zur Beurteilung dieses Indikators. Auch für diesen Indikator ist die Verfügbarkeit eines bundesweit vergleichbaren Bewertungssystems erforderlich. Erst dann kann beurteilt werden, inwieweit dieser Indikator ausreichend sensibel ist, um auf erfolgreich umgesetzte Anpassungsmaßnahmen zu reagieren.

—> Dieser Indikatorwert sollte steigen (positiver Trend).

- c) Anzahl an Rückzugsorten bei Niedrigwasser

—> Dieser Indikatorwert sollte steigen (positiver Trend).

Erforderliche Maßnahmen:

1. Einführung bundesweit einheitlicher Kriterien zur Identifizierung vulnerabler Gewässerabschnitte hinsichtlich Niedrigwasser / Trockenheit;
2. Ausweisung vulnerabler Gewässerabschnitte hinsichtlich Niedrigwasser / Trockenheit durch die Länder;
3. Identifizierung vulnerabler Gewässerabschnitte, an denen Maßnahmen nach WRRL zur Verbesserung der Gewässerstruktur beitragen können;
4. Umsetzung von Maßnahmen des Natürlichen Klimaschutzes, die auch die Resilienz der Fließgewässer gegenüber dem Klimawandel steigern und dem natürlichen Hochwasserschutz dienen (ANK-Maßnahmen 2.2 – 2.4, 8.5 und 8.7);

5. Entwicklung eines bundesweiten Verfahrens zur ökologischen Bewertung von Niedrigwassersituationen unter Einbeziehung relevanter Parameter (wie Wasserstand, Wassertemperatur und ggf. weiterer physikalisch-chemischer Parameter);

Ziele für den Bereich Fischerei

Zur Fischerei sind die Seefischerei, die Binnenfischerei in Flüssen und Seen sowie, je nach Definition, auch die Aquakultur zu zählen. Für die Binnenfischerei und die Aquakultur sind die Länder zuständig, während der Bund eine Zuständigkeit für die Seefischerei hat. Für den Bereich der Seefischerei werden aus folgenden Gründen die europäischen Anpassungsziele verwendet:

Die Fischereipolitik und die zugehörige Gesetzgebung in den Meeresgewässern der EU und damit auch in den Hoheitsgewässern der Bundesrepublik in Nordsee und Ostsee sind im Vergleich zur Land- und Forstwirtschaft bzw. zum Natur- und Umweltschutz allgemein rein europäisch organisiert, d. h. in der Fischereipolitik gibt es grundsätzlich keine eigenständigen nationalen Handlungsspielräume. Sämtliche Ziele und Maßnahmen der Gemeinsamen Fischereipolitik der EU (GFP) und die Rechtsakte für deren Umsetzung werden auf europäischer Ebene formuliert und in den EU-Mitgliedstaaten 1:1 umgesetzt.⁵⁷ Aus diesem Grund werden auch keine nationalen Anpassungsziele für die Fischerei formuliert, da diese rechtlich nur im Rahmen der GFP umgesetzt werden können – zudem sind auch innerhalb der GFP eigene, europäische Anpassungsziele formuliert.^{58 59}

Eines der wesentlichen Ziele der GFP (Verordnung (EU) Nr. 1380/2013) ist die Bewirtschaftung aller Fischbestände auf dem Niveau des höchstmöglichen Dauerertrags (Maximum Sustainable Yield, MSY) (Art. 2 Abs. 2 Verordnung (EU) Nr. 1380/2013). Eine Bewirtschaftung auf MSY-Niveau stellt sicher, dass die Fischbestände nachhaltig bewirtschaftet werden und produktiv und maximal resilient gegenüber Fischerei und anderen Stressoren wie dem Klimawandel sind.

Nicht nur die Fangquoten werden regelmäßig an die MSY-Zielgrößen angepasst, auch die Flottenkapazität wird im Rahmen der GFP regelmäßig überprüft und an die nach MSY zur Verfügung stehenden Fangmöglichkeiten angepasst (Art. 22 Verordnung (EU) Nr. 1380/2013). Über den Zustand der gemeinsam genutzten Fischbestände und Flotten sowie zur Erreichung der GFP-Ziele insgesamt gibt die EU-Kommission jährliche Berichte heraus (s. Fußnote Literaturliste), die als Basis für fischereipolitische Anpassungsmaßnahmen dienen. Die EU-Mitgliedstaaten liefern hierfür die entsprechenden Daten (ebenfalls im europäischen Rahmen über abgestimmte Erhebungsprogramme nach Verordnung (EU) 2017/1004), Indikatoren und Berichtsteile zur Wirtschaftslage der Fangflotten und zum Gleichgewicht zwischen Fangmöglichkeiten und Fischereikapazität – auch unter

⁵⁷ Verordnung (EU) Nr. 1380/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2013 über die Gemeinsame Fischereipolitik und zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 1954/2003 und (EG) Nr. 1224/2009 des Rates sowie zur Aufhebung der Verordnungen (EG) Nr. 2371/2002 und (EG) Nr. 639/2004 des Rates und des Beschlusses 2004/585/EG des Rates. OJ L 354, 28.12.2013, S. 22–61. <http://data.europa.eu/eli/reg/2013/1380/oj>

⁵⁸ MITTEILUNG DER KOMMISSION AN DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT UND DEN RAT: Nachhaltige Fischerei in der EU: Sachstand und Orientierungslinien für 2024. Dok. COM(2023) 303 final, 15 S., <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=COM%3A2023%3A303%3AFIN#>

⁵⁹ COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT Accompanying the document COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL Sustainable fishing in the EU: state of play and orientations for 2024. Dok. SWD/2023/172 final, 117 S., <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A52023SC0172>

Klimawandelbedingungen.⁶⁰ Die verwendeten Gleichgewichtsindikatoren sind (siehe im Detail: EU-Dok COM(2014)545)⁶¹:

Biologische Indikatoren:

- a) „nachhaltige Befischung“: „Überfischt“ wird anhand der mittelfristigen fischereilichen Sterblichkeit (FMSY-Werte) bewertet und die Abhängigkeit des jeweiligen Flottensegments in wirtschaftlicher Hinsicht berechnet;
- b) „gefährdete Bestände“: Anzahl biologisch gefährdeter Bestände pro Flottensegment.

Wirtschaftliche Indikatoren:

- c) Kapitalrendite: langfristige Rentabilität des Flottensegments im Vergleich mit anderen verfügbaren Investitionen;
- d) Verhältnis zwischen den laufenden Einnahmen und den kostendeckenden Einnahmen
- e) Technische Indikatoren (Schiffsnutzung);
- f) Anzahl inaktiver Schiffe;
- g) Aktive Schiffe: durchschnittliche Fangtätigkeit der Schiffe, die in dem betreffenden Jahr mindestens einmal Fischfang betrieben haben.

3. Forschungsbedarfe

- Auf der Ebene der Entwicklungsindikatoren besteht noch erheblicher Forschungsbedarf.
- Datenverfügbarkeit, Monitoring und Modellierung sind auch im Cluster Wasser ein wichtiger Forschungsgegenstand.
- Forschungsbedarfe auf der Maßnahmenebene werden auch durch die Nationale Wasserstrategie vorgegeben.

4. Bedarfe für weitere Entwicklungen, Ergänzende Handlungsbereiche des Clusters

- Wir befinden uns zu diesem Themengebiet auf vielfältige Weise in einem laufenden fachlichen Diskurs und einem umfassenden Entwicklungsprozess.
- Im Dialogprozess (Dezember 2023) ist noch einmal deutlich geworden, dass Ziele im Bereich Fischerei nicht dem Cluster Wasser, sondern als wirtschaftliches Thema (entspricht den Bereichen Land- und Forstwirtschaft als Land, -Forstwirtschaft und Fischerei) einem anderen Cluster zugeordnet werden müssten.
- Für den Meeresschutz besteht derzeit noch Bedarf an Grundlagenarbeit, um geeignete Indikatoren und messbare Ziele abzuleiten. Perspektivisch könnte dieses Handlungsfeld

⁶⁰ Verordnung (EU) 2017/1004 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2017 zur Einführung einer Rahmenregelung der Union für die Erhebung, Verwaltung und Nutzung von Daten im Fischereisektor und Unterstützung wissenschaftlicher Beratung zur Durchführung der Gemeinsamen Fischereipolitik und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 199/2008 des Rates (Neufassung) OJ L 157, 20.6.2017, S. 1–21. <http://data.europa.eu/eli/reg/2017/1004/oj>

⁶¹ MITTEILUNG DER KOMMISSION AN DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT UND DEN RAT: Leitlinien zur Analyse des Gleichgewichts zwischen Fangkapazität und Fangmöglichkeiten gemäß Artikel 22 der Verordnung (EU) Nr. 1380/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates über die Gemeinsame Fischereipolitik. Dok. COM(2014)545 final, 18 S., <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52014DC0545>

verstärkt werden, wenn verwertbare Ergebnisse aus dem Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz und aus F & E-Projekten zum Nexus Klima und Meere vorliegen.

- Insbesondere die Überschneidungen mit den Wasserthemen der Handlungsfelder Land- und Landnutzung; Stadt- und Siedlungsentwicklung, Infrastruktur und Gebäude sollten auch in der weiteren Entwicklung gut abgestimmt werden.
- Zusammenfassung aller vorliegender Konzepte und Strategien und Ermittlung der Schnittflächen
- Die Entwicklung eines Ziels zur Fischerei und dessen Verortung in der Strategie wird im Rahmen der Fortschreibung der Strategie geprüft.

5. Empfehlungen für Maßnahmen der Länder und anderer Akteure

- Insgesamt ist die Umsetzung aller Maßnahmen zur Klimaanpassung nur als Gemeinschaftsaufgabe zu leisten.
- Umsetzung der Nationalen Wasserstrategie
- Weitere enge Zusammenarbeit zwischen Bund und Ländern
- Enge Zusammenarbeit mit der LAWA durch Kleingruppen oder Expertengruppen, wie z. B. die Kleingruppe Klimaindikatoren
- Weiterer Ausbau der Kooperation bei Datenerfassung und -bereitstellung.

Messbare Ziele der Klimaanpassung im Cluster „Wirtschaft“

BMWK-Konzept – Etablierung messbarer Ziele der Klimaanpassungspolitik im Cluster Wirtschaft

I. Hintergrund und Status quo

1. Ausgangsbedingungen Cluster Wirtschaft

Das Cluster Wirtschaft im Sinne des Bundes-Klimaanpassungsgesetzes (KANg), für das erstmals messbare Ziele im Rahmen der Deutschen Anpassungsstrategie entwickelt werden sollen, umfasst die Industrie, die gewerbliche Wirtschaft im Allgemeinen und die Finanzwirtschaft. Die Industrie, die durch ihre internationale Vernetzung besonders von den verschiedenen Folgen des Klimawandels direkt und indirekt berührt wird, steht dabei in einem besonderen Fokus. Querbezüge zu anderen Clustern bestehen u.a. im Bereich Verkehrsinfrastruktur (Infrastruktur), Versorgungssicherheit (Bevölkerungsschutz) sowie Arbeitsschutz (Gesundheit).

Kennzeichnend für das Cluster Wirtschaft ist, dass der Staat hier nicht selbst als planender oder ausführender Akteur tätig ist. Die Anpassung an die unvermeidbaren Folgen des Klimawandels erfolgt in erster Linie in der Verantwortung privatwirtschaftlicher Akteure und Unternehmen. Dies unterscheidet sich deutlich von den Gegebenheiten in anderen Clustern (z.B. Infrastruktur oder Wasser). Bei der Festlegung von Zielen für das Cluster Wirtschaft ist daher zu berücksichtigen, dass die Erreichung der Ziele durch staatliches Handeln tatsächlich beeinflussbar und mit vertretbarem Aufwand messbar sein muss.

2. Risiken des Klimawandels im Cluster Wirtschaft

Die nicht mehr vermeidbaren Folgen des Klimawandels wirken sich in vielfältiger Art und Weise auf Unternehmen und ihre Wettbewerbsfähigkeit aus und führen zu einer wachsenden Vulnerabilität. Auch wenn sich die wirtschaftlichen Konsequenzen und Risiken des Klimawandels für Unternehmen aktuell nur schwer beziffern lassen, können die Wirkzusammenhänge dennoch klar beschrieben werden.

Die zunehmende Häufigkeit und Intensität von Schadensereignissen, wie zum Beispiel Hochwasser, Hitze und Starkregen stellen eine direkte Bedrohung für Produktionsstandorte und das Betriebsvermögen dar, sowohl im Inland als auch an internationalen Standorten. Wetterextreme können sich auch auf die Funktionalität von Lieferketten auswirken. Produktionsausfälle bei Lieferanten und unterbrochene Transportwege können Unternehmen wirtschaftlich belasten. Schadensereignisse auf Absatzmärkten sind außerdem geeignet, den Umsatz von Unternehmen negativ zu beeinflussen. Im Extremfall können veränderte klimatische Bedingungen sogar ganze Geschäftsmodelle gefährden. Transitorische Risiken, die aus der Klimapolitik resultieren, sind als indirekte Folge des Klimawandels ebenfalls für Unternehmen relevant und müssen bei der Identifikation des Anpassungsbedarfs und der Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen berücksichtigt werden.

3. Chancen des Klimawandels im Cluster Wirtschaft

Für Unternehmen ergeben sich aus den sich verändernden klimatischen Bedingungen neben den beschriebenen Risiken auch wirtschaftliche Chancen. Innovative Produkte und Dienstleistungen, die auf klimabedingte Veränderungen der Nachfrage reagieren, bergen ein zusätzliches Wachstums- und Wertschöpfungspotenzial. Eine ganzheitliche Betrachtung von Transformationsprozessen bietet die Möglichkeit, Synergien mit weiteren Themen nachhaltiger Wirtschaftsentwicklung (Klimaschutz,

Kreislaufwirtschaft, etc.) zu schaffen bzw. zu nutzen. Unternehmen können durch vorausschauende Anpassung also nicht nur Risiken minimieren, sondern auch zusätzliche Marktchancen entwickeln und realisieren. Eine vorsorgende und vorausschauende Anpassungsstrategie sollte im Cluster Wirtschaft beide Aspekte berücksichtigen und adressieren.

4. Status quo der Anpassungsbemühungen im Cluster Wirtschaft

Das Cluster Wirtschaft bildete bei den bisherigen Deutschen Anpassungsstrategien eine eher untergeordnete Rolle. Im Fokus standen bislang primär die Bereiche, bei denen der Staat durch eigene Handlungen eine relevante Anpassung an klimawandelbezogene Risiken umsetzen konnte. Das spiegelt sich auch in der Höhe der Anpassungsausgaben in den verschiedenen Einzelplänen des Bundeshaushaltes wider sowie im aktuellen Aktionsplan Anpassung, der als Anlage zur Deutschen Anpassungsstrategie, die Maßnahmen des Bundes bündelt.

Bei den Unternehmen als zentrale Träger der Anpassung im Cluster Wirtschaft ist das Bewusstsein für die Vulnerabilität, die umfassenden Auswirkungen des Klimawandels und die daraus resultierenden Handlungsnotwendigkeiten unterschiedlich stark ausgeprägt. Primär richtet sich der Blick der wirtschaftlichen Akteure dabei auf die unmittelbaren Auswirkungen von Extremwetterereignissen auf die jeweiligen Standorte, wie sie zum Beispiel bei der Katastrophe im Ahrtal sichtbar wurden. Eine besondere Herausforderung im Cluster Wirtschaft ist dabei, die verschiedenen Realitäten von Unternehmen unterschiedlicher Größe, Wirtschaftstätigkeit und ihrer regionalen Verortung abzubilden und durch breit angesetzte Anpassungslösungen zu adressieren. Diese unterschiedlichen Realitäten werden insbesondere bei der Ausgestaltung der Maßnahmen (s. IV) berücksichtigt. Dabei gilt es, bürokratische Belastungen für Unternehmen grundsätzlich auf ein Minimum zu reduzieren.

II. Zielsystem

1. Anforderung an ein Zielsystem

Das KAnG und die Vereinbarungen der zuständigen Ressorts in der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassung (IMAA) machen keine strukturierenden oder begrenzenden Vorgaben für die erstmalige Entwicklung von Zielen in den verschiedenen Clustern. Um sicherzustellen, dass die Ziele dennoch die grundsätzliche Zielstellung der Anpassungspolitik im Cluster Wirtschaft berücksichtigen, der besonderen Situation hinsichtlich der Rolle des Staates und der Gleichzeitigkeit von Chancen und Risiken im Cluster gerecht werden und die einzelnen Ziele nicht unverbunden nebeneinander stehen, wurde für das Cluster Wirtschaft ein **Zielsystem** entwickelt. Dieses bildet die Grundlage für die Entwicklung der Ziele und die Erarbeitung von Maßnahmen zur Unterstützung der Erreichung dieser Ziele.

Ausgangspunkt des Zielsystems bildet eine **Vision** bzw. ein konsistentes Zielbild für eine klimaresiliente Wirtschaft, die bis zum Jahr 2045 verwirklicht werden soll. Das Zieljahr 2045 orientiert sich an den Festlegungen des Bundes-Klimaschutzgesetzes für die Erreichung der Klimaneutralität. So entsteht ein gemeinsamer zeitlicher Rahmen für die übergeordneten klimapolitischen Zielstellungen Klimaneutralität und Klimaresilienz.

Vor dem Hintergrund der beschriebenen Besonderheit, dass die Umsetzung der Anpassung und die Erreichung der Klimaresilienz im Cluster Wirtschaft im Wesentlichen durch privatwirtschaftliche Akteure zu gestalten ist, bedarf es einer Definition des Rollenverständnisses des Staates in diesem Kontext. Hierzu werden aufbauend auf der Vision **Missionen des Bundes** definiert, die die wesentlichen Aufgabenbereiche und Herausforderungen der Anpassungspolitik beschreiben.

Den einzelnen Missionen werden übergeordnete qualitative Ziele, die sogenannten **Resilienzziele** zugeordnet.

Aktuell lassen sich noch keine messbaren Unterziele im Cluster Wirtschaft benennen. Hierfür müssten zunächst grundsätzliche Fragen der Datenerhebung und Verfügbarkeit geklärt werden. Aus diesem Grund würden potenziell denkbare Unterziele zu den genannten Zielen gegenwärtig nicht das Kriterium der Messbarkeit erfüllen. Die Schaffung der notwendigen Voraussetzungen, um die Ziele und diesen zugeordnete Unterziele bei künftigen Fortschreibungen der Strategie mit Indikatoren zu unterlegen, sollte jedoch in den nächsten Jahren operativ verfolgt werden. Um Unternehmen nicht durch zusätzliche Berichtspflichten zu belasten, sollten mögliche, zukünftige Indikatoren primär auf die Verwendung bereits vorhandener Daten abstellen, z.B. im Kontext der Berichterstattung im Bereich der CSRD oder DNK. Eine Alternative könnte eine zusätzliche Primärdatenerhebung durch öffentliche Stellen darstellen.

2. Vision klimaresiliente Wirtschaft

Die folgende **Vision** bildet die Grundlage für die zu entwickelnden Ziele und dient als kommunizierbarer Orientierungsrahmen für die Anpassungspolitik im Cluster Wirtschaft:

Deutschland verfügt 2045 über eine klimaresiliente Wirtschaft, in der alle Akteure auf allen Ebenen eine umfassende Anpassung an die nicht mehr vermeidbaren Folgen des Klimawandels sicherstellen. Alle wirtschaftlich relevanten Entscheidungen erfolgen unter strategischer Berücksichtigung der Folgen des Klimawandels. Für den gesamt-gesellschaftlichen Rückhalt von Anpassungsmaßnahmen ist es entscheidend, dass diese wirtschaftlich und verhältnismäßig umgesetzt werden, ohne dabei die langfristigen Auswirkungen einer unzureichenden Klimaanpassung zu vernachlässigen. Die Entscheidungen werden so getroffen, dass die Unternehmen sich ergebende wirtschaftliche Chancen auch auf internationalen Märkten optimal nutzen und relevante Klimarisiken kosteneffizient minimieren.

3. Die Rolle des Bundes – Missionen

Der Ausgangspunkt für die Definition der Rolle des Bundes bildet das grundsätzliche Verständnis, dass die Anpassung an den Klimawandel, die Reduzierung der Verwundbarkeit gegenüber den Folgen des Klimawandels und die Nutzung neuer Marktchancen im genuinen Interesse der privatwirtschaftlichen Akteure liegt. Daraus folgt, dass dem Staat insgesamt die Rolle des Ermöglichers und Unterstützers bei der Erreichung einer klimaresilienten Wirtschaft zukommt. Dieses Rollenverständnis trägt auch dem Umstand Rechnung, dass der Staat den Zustand einer klimaresilienten Wirtschaft nicht selbst herstellen kann. Auch eine Verpflichtung privatwirtschaftlicher Akteure zu klimaresilientem Handeln wäre in der Breite weder durchsetzbar noch mit angemessenem Aufwand kontrollierbar.

Von zentraler Bedeutung im Kontext der Bemühungen des Bundes ist die Einbindung von Multiplikatoren wie Gewerkschaften, Handwerkskammern, Industrie- und Handelskammern, Wirtschaftsverbänden sowie der Kredit- und Versicherungswirtschaft als wesentliche Akteure, um Unternehmen für Klimarisiken und Anpassungspotenziale zu sensibilisieren und bei der Implementierung zu unterstützen.

Ausgehend von diesen Überlegungen und der Vision einer klimaresilienten Wirtschaft definieren die folgenden **Missionen** den Auftrag der Klimaanpassungspolitik des Bundes im Cluster Wirtschaft:

1. **Information und Sensibilisierung gewährleisten:** Unternehmen und Finanzakteure werden sensibilisiert und informiert hinsichtlich physischer Klimarisiken und der Möglichkeiten zur Anpassung an den Klimawandel im eigenen Tätigkeitsbereich.

2. **Erhöhung der Resilienz von Unternehmen unterstützen:** Unternehmen werden dabei unterstützt, wirtschaftliche und finanzielle Schäden durch den Klimawandel zu minimieren und die Verwundbarkeit durch klimabedingte Schadensereignisse zu reduzieren.
3. **Entwicklung der Klimaanpassungswirtschaft unterstützen:** Die Nutzung neuer Marktchancen, die sich durch den Klimawandel ergeben, wird unterstützt, so dass deutsche Unternehmen bei Technologien und Dienstleistungen im Kontext der Klimaanpassung erfolgreich auf nationalen und internationalen Märkten agieren können. Die Schaffung optimaler Rahmenbedingungen für Unternehmen ist hierbei ein zentraler Ansatzpunkt.

III. Ziele

Aus der Vision für eine klimaresiliente Wirtschaft lassen sich nun Ziele ableiten, die jeweils einer der genannten Missionen zugeordnet werden können. Die vorgenannte Vision und auch die Missionen beziehen sich primär auf qualitative und übergreifende Aspekte. Die nachfolgenden **Resilienzziele** ermöglichen es, die Vision in greifbare Ziele herunterzubrechen:

- *Ziel Wi-1: Eine Betrachtung physischer Klimarisiken ist fester Bestandteil des Risikomanagements von Unternehmen (Mission 1 zugeordnet).*
- *Ziel Wi-2: Eine Betrachtung physischer Klimarisiken ist fester Bestandteil von Investitionsentscheidungen (Mission 1 zugeordnet).*
- *Ziel Wi-3: Extremwetterereignisse führen nicht mehr zu signifikanten Verlusten durch Auswirkungen auf Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter und das Betriebsvermögen von Unternehmen in Deutschland (Mission 2 zugeordnet).*
- *Ziel Wi-4: Deutsche Unternehmen können bei Technologien und Dienstleistungen im Kontext der Klimaanpassung erfolgreich auf nationalen und internationalen Märkten agieren und aggregiert ihre Wertschöpfung im Trend steigern.⁶² (Mission 3 zugeordnet)*

Grundsätzlich werden die Ziele entsprechend der zeitlichen Orientierung der Vision auf das Jahr 2045 ausgerichtet.

⁶² Im Zusammenhang mit dem Resilienzziel 4 müssten zunächst grundsätzliche Fragen geklärt und definitorische Voraussetzungen geschaffen werden. Aus diesem Grund würden potenziell denkbare Unterziele (z.B. zu Innovationsdynamik, Wertschöpfung, Unternehmensgründungen etc. in der „Klimaanpassungswirtschaft“) zum Resilienzziel 4 gegenwärtig nicht das Kriterium der Messbarkeit erfüllen. Das Resilienzziel 4 wird darum im Rahmen der Strategieentwicklung gegenwärtig nicht berücksichtigt. Die Schaffung der notwendigen Voraussetzungen, um auch dieses Resilienzziel künftigen Fortschreibungen der Strategie berücksichtigen zu können, sollte jedoch in den nächsten Jahren operativ verfolgt werden (siehe Abschnitt IV Maßnahmen). Bis 2029 sollten nach Möglichkeit die Voraussetzungen geschaffen werden.

Übersicht Zielsystem:

Zielbild einer erfolgreichen Anpassungspolitik im Cluster Wirtschaft: Deutschland verfügt über eine klimaresiliente Wirtschaft, in der alle Akteure auf allen Ebenen gemeinsam eine umfassende Anpassung an die nicht mehr vermeidbaren Folgen des Klimawandels sicherstellen. Alle wirtschaftlich relevanten Entscheidungen erfolgen unter strategischer Berücksichtigung der Folgen des Klimawandels. Die Entscheidungen werden so getroffen, dass die Unternehmen sich ergebende wirtschaftliche Chancen auch auf internationalen Märkten optimal nutzen und relevante Klimarisiken kosteneffizient minimieren.

Mission 1: Unternehmen und Finanzakteure werden sensibilisiert und informiert hinsichtlich physischer Klimarisiken und der Möglichkeiten zur Anpassung an den Klimawandel im eigenen Tätigkeitsbereich.

Mission 2: Unternehmen werden dabei unterstützt, wirtschaftliche und finanzielle Schäden durch den Klimawandel zu minimieren und die Verwundbarkeit durch klimabedingte Schadensereignisse zu reduzieren.

Mission 3: Die Nutzung neuer Marktchancen, die sich durch den Klimawandel ergeben, wird unterstützt, so dass deutsche Unternehmen bei Technologien und Dienstleistungen im Kontext der Klimaanpassung erfolgreich auf nationalen und internationalen Märkten agieren können.

Resilienz-Ziel 1: Eine Betrachtung physischer Klimarisiken ist fester Bestandteil des Risikomanagements von Unternehmen.

Resilienz-Ziel 2: Eine Betrachtung physischer Klimarisiken ist fester Bestandteil von Investitionsentscheidungen.

Resilienz-Ziel 3: Extremwetterereignisse führen nicht mehr zu signifikanten Verlusten durch Auswirkungen auf Mitarbeitende und das Betriebsvermögen von Unternehmen in Deutschland.

Resilienz-Ziel 4: Deutsche Unternehmen können bei Technologien und Dienstleistungen im Kontext der Klimaanpassung erfolgreich auf nationalen und internationalen Märkten agieren und aggregiert ihre Wertschöpfung im Trend steigern.

IV. Maßnahmen

1. Grundsätzliche Überlegungen

Nach § 3 Absatz 3 Nummer 3 KANg müssen die im Rahmen der Strategie zu benennenden Maßnahmen geeignet sein, zur Erreichung eines oder mehrerer Ziele beizutragen. Die Sicherstellung der Zielerreichung durch die Maßnahmen ist nicht vorgesehen.

Die ambitionierte Zeitplanung zur Entwicklung der Strategie limitiert die Entwicklung und Etablierung neuartiger und zusätzlicher Maßnahmen. Auch die Möglichkeiten des Bundeshaushalts wirken als begrenzender Faktor (Haushaltsvorbehalt). Dies schließt auch potentielle administrative Kosten zur Messung der Zielerreichung ein. Zumal dort (überwiegend) bislang keine primär auf die Erreichung der Klimaresilienz ausgerichteten Maßnahmen oder Programme etabliert sind und neue Vorhaben nur insoweit umgesetzt werden können, wie sie in den jeweiligen Einzelplänen finanziert sind. Vor diesem Hintergrund sind die Maßnahmen so zu formulieren, dass sie sowohl wirksam als auch unter den gegebenen Bedingungen umsetzbar sind.

Über die Festlegungen des KANg hinausgehend, wird ein erweiterter Ansatz verfolgt. Neben Maßnahmen, die zur Erreichung der messbaren Ziele beitragen werden auch solche benannt, die geeignet sind, die Voraussetzungen für eine Weiterentwicklung des Zielsystems zu schaffen. So kann mittelfristig die beschriebene Vision umfassend mit messbaren Zielen unterlegt werden.

2. Maßnahmen zur Unterstützung der Zielerreichung

a) Aktualisierung des Klimacheck-Tools des BMWK für Industrie und Mittelstand aus dem Jahr 2014

Mit dem Klimacheck-Tool bietet die Bundesregierung seit 2014 ein niedrighschwelliges, onlinebasiertes Tool für Unternehmen insbesondere aus Industrie und Mittelstand an, mit dem eine rudimentäre Prüfung möglich ist, in wie weit diese von den Folgen des Klimawandels betroffen sind. Die Bundesregierung prüft eine Aktualisierung dieses Tools und entwickelt geeignete Kommunikationsformate, um dieses Angebot bei Unternehmen noch bekannter zu machen.

Dazu gehören digitale Kommunikationsformate, wie Webseiten und Kanäle in den sozialen Medien. Konkret bedeutet das eine Prüfung der inhaltlichen Anpassung der Webseite, Ergänzung von FAQ und Tools, wie z.B. einem Entscheidungsbaum zu klimabedingten Risiken und den möglichen Reaktionen darauf. In den sozialen Medien bietet sich eine Begleitung durch Erklärvideos an sowie die Einbindung bereits bestehender Beitragsserien, gemeinsame Beiträge der Bundesregierung, um die Reichweite zu erhöhen sowie Best-Practice-Beiträge oder -Videos.

Bei der Aktualisierung sollten nach Möglichkeit Bezüge zu bestehenden Informationen über physische Klimarisiken (wie z.B. dem DAS-Basisdienst „Klima und Wasser“, dem KliVo-Portal und den Klimainformationssystemen der Landeskompetenzzentren sowie die noch im Aufbau befindlichen Werkzeuge Naturgefahrenportal des DWD und der Klimaschadensschätzung hergestellt werden.

b) Prüfung einer Beratungsstelle für Unternehmen in Anlehnung an Zentrum Klimaanpassung (ZKA) für Kommunen und soziale Einrichtungen

Unternehmen verfügen aktuell oft nur über geringe Anpassungskompetenzen. Insbesondere für KMU stellt bereits die Erarbeitung von Risikoanalysen und Anpassungskonzepten eine große Herausforderung dar. Eine praxisnahe Anlauf- und Beratungsstelle für Unternehmen kann eine wichtige Unterstützung für die unternehmensinterne Erarbeitung von Analysen, Konzepten und Umsetzungsplänen im Kontext der Klimaanpassung darstellen. Die Bundesregierung prüft im Dialog mit den Spitzenverbänden der Wirtschaft die Einrichtung einer solchen Beratungsstelle. Dabei sollen auch die Erfahrungen mit dem bereits bestehenden ZKA sowie von Angeboten auf Landesebene berücksichtigt und Synergien genutzt werden. Beispielsweise bietet das ZKA als Beratungszentrum für Kommunen bereits Angebote zu kommunaler Wirtschaftstätigkeit, u.a. zu Klimaresilienz in kommunalen Gewerbegebieten.

Als zentrale Aufgaben der Anlauf- und Beratungsstelle kommen in Betracht:

- Unterstützung bei der Sensibilisierung von Unternehmen zu Klimarisiken und Anpassungsstrategien;
- Unterstützung zu Fragen der Qualifizierung im Kontext der Anpassung (z.B. durch Fortbildungen zur Anwendung der ISO 14091, zur Nutzung bestehender Risikoinformationen, etc.
- Vernetzung von Akteuren und Bereitstellung von Best Practice.

c) Prüfung einer Norm zur Erstellung der Klimaanpassungsberatung

Normen und Standards können als wirksames Instrument die Zielerreichung von unternehmerischer Klimaanpassung unterstützen. Klimaanpassungsberatung ist ein geeignetes Instrument, um Unternehmen dabei zu unterstützen Anpassungsmaßnahmen zu entwickeln und umzusetzen. Bislang gibt es für diese Dienstleistung keine einheitlichen und verbindlichen Standards. Eine Standardisierung insbesondere der Qualifikation von Klimaanpassungsberaterinnen und -beratern ist geeignet, zur Qualitätssicherung in diesem Segment beizutragen und schafft die Voraussetzungen, die Klimaanpassungsberatung in Zukunft fördern zu können.

d) Prüfung einer Bundesförderung zur Klimaanpassungsberatung

Sobald es etablierte Standards für die Beratung von Unternehmen bei der Klimaanpassung gibt, prüft das BMWK eine Bundesförderung für Klimaanpassungsberatung.

e) Mainstreaming von Klimaanpassung in nationalen Strategien mit wirtschaftspolitischem Bezug

Die Bundesregierung wird künftig die Anpassung an den Klimawandel bei der Erarbeitung und Fortschreibung von Strategien mit wirtschaftspolitischem Bezug im Sinne eines Mainstreamings berücksichtigen. Dies sorgt für eine breitere Sichtbarkeit des Themas und stellt darüber hinaus sicher, dass die Anpassung an die Folgen des Klimawandels bei allen relevanten Strategien und den daraus jeweils abzuleitenden Maßnahmen Berücksichtigung findet.

f) Prüfung der Integration der Klimaanpassung in bestehenden Förderprogrammen

Die Bundesregierung prüft, in wie weit in bereits bestehenden Förderprogrammen Belange der Klimaanpassung integriert werden können. Hierbei sollen sowohl ein Förderbonus für anpassungsbezogene Aktivitäten als auch die Berücksichtigung zusätzlicher förderfähiger Tatbestände geprüft werden.

g) Stärkung des Austausches zur Klimaanpassung mit Wirtschaftsverbänden und Stakeholdern im Rahmen bestehender Dialogformate

Bestehende Dialogformate mit Unternehmen und Wirtschaftsverbänden, z.B. im Rahmen des Bündnis Zukunft der Industrie und der Plattform Industrie 4.0 werden zukünftig verstärkt dafür genutzt, einen Austausch mit Wirtschaftsverbänden zu verschiedenen Aspekten der Anpassung an die Folgen des Klimawandels zu diskutieren.

h) Prüfung einer Stärkung der unternehmensbezogenen Komponente des Klimaanpassungsmanagement-Preises „Blauer Kompass“

Die Bundesregierung prüft, ob der Anpassungspreis „Blauer Kompass“ durch ein Preissegment erweitert werden kann, das sich noch stärker auf Unternehmen und verschiedene unternehmerische Anpassungsaktivitäten bezieht. Alternativ wird geprüft, ob analog zum Umwelt-Management Preis ein Preis für erfolgreiches und beispielhaftes Klimaanpassungsmanagement etabliert werden kann. Dies könnte ggf. auch durch eine zusätzliche Kategorie „Beste Maßnahme Klimaresilienz / Bestes Klimaanpassungsmanagement“ im Rahmen des Umwelt-Management Preises erfolgen.

i) Verankerung des Themas Klimaanpassung in den Energie- und Klimapartnerschaften

Die Bundesregierung prüft, wie das Thema Klimaanpassung in bestehende und neue Energie- und Klimapartnerschaften verstärkt verankert werden können, um die Resilienz gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels in den Partnerländern zu stärken. Im Rahmen der Internationalen Klimaschutzinitiative (IKI) werden schon heute Ansätze zur Verschränkung von Minderungs- und Anpassungsmaßnahmen entwickelt und gefördert. Investitionen in Emissionsminderung können nur dann nachhaltig sein, wenn die Minderungsmaßnahmen selbst resilient gegenüber den Folgen des Klimawandels sind.

Eine verstärkte Förderung der Entwicklung von gleichzeitig klimaresilienten und kohlenstoff-neutralen Lieferketten und Absatzmärkten unterstützt somit auch die international vernetzte deutsche Wirtschaft.

j) Stärkung der Information über Klimarisiken auf internationalen Märkten

Es wird geprüft, wie Unternehmen zusätzliche Informationen über die Klimarisiken auf internationalen Märkten zur Verfügung gestellt werden kann, um eine frühzeitige Anpassung auf Unternehmensebene zu ermöglichen. Hierbei kann auch der Außenwirtschaftsagentur des Bundes,

Germany Trade & Invest(GTAI), mit ihrem bestehenden Korrespondentennetzwerk eine wichtige Rolle zukommen.

k) Prüfung der Stärkung der Unterstützung von Anpassungsmaßnahmen in den Programmen der KfW

Im Dialog mit der KfW wird geprüft, welche Möglichkeiten für eine Stärkung der Unterstützung von Anpassungsmaßnahmen von Unternehmen durch die KfW bestehen. Neben der Unterstützung investiver Maßnahmen kommt auch die Förderung von Anpassungskonzepten und Vulnerabilitätsanalysen grundsätzlich in Betracht.

3. Maßnahmen zur funktionalen Weiterentwicklung des Zielsystems und Stärkung der Messbarkeit

Um die aktuell noch bestehenden Erkenntnislücken zu schließen, die einer vollständigen Berücksichtigung aller genannten Resilienzziele bei der Entwicklung messbarer Ziele entgegenstehen, werden folgende Maßnahmen in den kommenden Jahren umgesetzt:

a) Definition Anpassungswirtschaft und statistische Abgrenzung

Die Bundesregierung prüft, in wie weit sich alle wirtschaftlichen Aktivitäten, die sich auf die Klimaanpassung beziehen, eindeutig abgrenzen und als Klimaanpassungswirtschaft statistisch abbilden lassen. Ziel ist es, die Wertschöpfung, Innovation und Beschäftigung in diesem Bereich transparent darzustellen, die jährliche Entwicklung abbilden zu können und so dem Kriterium der Messbarkeit bei der Definition von Zielen der Anpassungspolitik Rechnung tragen zu können.

b) Entwicklung und Etablierung eines Klimapanel

Die Entwicklung messbarer Ziele der Anpassungspolitik im Cluster Wirtschaft wird unter anderem durch das Fehlen zentraler Informationen über die Betroffenheit der Unternehmen und Angaben zu Maßnahmen und Strategien der Unternehmen limitiert. Zusätzliche Berichtspflichten sind nicht geeignet, diese Informationslücke mit angemessenem Aufwand zu schließen. Zumal die Aggregation der Angaben der berichtspflichtigen Unternehmen einen erheblichen Aufwand für die öffentliche Hand darstellen würde.

Als Alternative bietet sich eine wiederholte freiwillige Befragung von Unternehmen an, mit der man Entwicklungen verlässlich abbilden und auch die Erreichung von Zielen messen könnte. Die Bundesregierung prüft die Einrichtung eines Panels mit Unternehmen zu Fragen der Auswirkungen des Klimawandels und der Maßnahmen zur Anpassung auf Unternehmens-ebene. Ein solches Klimapanel könnte ggf. auch Fragen des Klimaschutzes adressieren und so integriert erstmalig Klimaanpassung und Klimaschutz auf Unternehmensebene über einen längeren Zeitraum verlässlich untersuchen. Als Alternative zur Einrichtung eines neuen Panels ist zu prüfen, ob in bestehenden Panelerhebungen bei Unternehmen (wie etwa das IAB-Betriebspanel) Fragen zum Bereich der Klimaanpassung aufgenommen werden können.

Messbare Ziele der Klimaanpassung im Cluster „übergreifende Handlungsfelder“

Verantwortliches Ressort: BMUV

1. Signifikante Risiken

Für die Identifikation zentraler Risiken, die für das Cluster „Übergreifendes“ relevant sind, werden die im Rahmen der KWRA 2021 erarbeiteten, Cluster-übergreifenden Bereiche zu Grunde gelegt, in denen bei einem starken Klimawandel hohe Klimarisiken drohen, während die Anpassung der bedrohten Systeme viel Zeit braucht. Diese Bereiche fassen die 31 Klimawirkungen zusammen, für die in der KWRA 2021 ein sehr dringender Handlungsbedarf identifiziert wurde:

- Folgen von extremer Hitze auf die Gesundheit, besonders in Städten, vorrangig entlang des Rheins und der Spree, den wärmsten Regionen Deutschlands.
- Folgen von Trockenheit und Niedrigwasser (häufig verbunden mit Hitze) auf alle wassernutzenden und wasserabhängigen Systeme, besonders betroffen sind ländliche Regionen, vorrangig in den trockenen Regionen im Osten und in der westlichen Mitte Deutschlands, aber auch auf Industriestandorte.
- Folgen von Starkregen, Sturzfluten und Hochwasser besonders für Infrastrukturen und Gebäude, vorrangig betroffene Regionen sind Siedlungen in der Nähe von Gewässern sowie in engen Tälern der Mittelgebirge.
- Folgen des graduellen Temperaturanstiegs, wie der Meeresspiegelanstieg, auf natürliche und naturnutzende Systeme, besonders an den Küsten, in den Gewässern, im ländlichen Raum und im Gebirge.

Ziele im Cluster Übergreifendes adressieren daher – im Gegensatz zu thematisch spezifischen Clustern – nicht einzelne Klimawirkungen und Handlungsfelder, sondern systemische Risiken und die Rahmenbedingungen für eine vorsorgende Anpassung an die Folgen der Erderwärmung in Deutschland. Aufgrund dieser übergreifenden Perspektive auf Risiken bestehen mit den adressierten Bereichen ggf. Überlappungen mit den der Zielentwicklung zugrundeliegenden Klimawirkungen in anderen Clustern, bspw. zu den Clustern Wasser und Infrastruktur. Die im Cluster „Übergreifendes“ identifizierten ressortübergreifenden Rahmenbedingungen sollen eine vorsorgende Anpassung an Klimawirkungen dieser vier übergeordneten Bereiche ermöglichen.

Da clusterübergreifende Ziele, wie oben dargestellt, nicht handlungsfeldspezifisch bzw. mit Blick auf einzelne Klimawirkungen ausgerichtet sind, entzieht sich das Cluster Übergreifendes einer (normativen) Definition des angemessenen Schutzniveaus bzw. akzeptabler Restrisiken. Auch die KWRA 2021 nimmt die Bewertung von Klimarisiken (bspw. gering, mittel, hoch) lediglich auf Ebene einzelner Handlungsfelder und auf Ebene von einzelnen Klimarisiken vor, nicht aber für übergreifende Risiken.

2. Ziele, Indikatoren und Maßnahmen/Instrumente

Die Ziele im Cluster „Übergreifendes“ wahren die systemische Perspektive der DAS 2024 als Dach-Strategie. Im Cluster werden ressortübergreifende Rahmenbedingungen der Anpassung an die Folgen der Erderwärmung in Deutschland adressiert. Die Identifikation und Begründung von wesentlichen Bereichen zur Zielentwicklung im Cluster „Übergreifendes“ stützt sich auf das Konzept

der generischen Anpassungskapazität, das in der KWRA 2021 durch sechs Anpassungsdimensionen (Wissen, Motivation und Akzeptanz, Technologie und natürliche Ressourcen, Finanzielle Ressourcen, Institutionelle Strukturen und personelle Ressourcen, Rechtliche Rahmenbedingungen und politische Strategien) abgebildet wurde. Diese Dimensionen charakterisieren, durch welche Art von Anpassungsmaßnahmen zukünftig die Klimarisiken in Deutschland wirksam reduziert werden können. Sie leiten daher die Identifikation von Cluster-übergreifenden Handlungserfordernissen und Themenbereichen für die Zielentwicklung.

Basierend auf den o.g. sechs Anpassungsdimensionen und den Cluster-übergreifenden Bereichen von Klimawirkungen mit sehr dringenden Handlungserfordernissen werden nachfolgend thematische Bereiche für die Zielentwicklung identifiziert. In ergänzenden „Aktionsfeldern“ ist keine Zielformulierung geplant. Aktivitäten des Bundes in diesen Feldern sollen aber aufgrund Ihrer Relevanz für eine umfassende Klimavorsorge in der Strategie benannt und dargestellt werden.

Die hier aufgeführten thematischen Bereiche und Aktionsfelder beschreiben übergeordnete Herausforderungen für die Klimaanpassungspolitik in Deutschland. Bei der Zielfestlegung ist die Zuständigkeitsverteilung zwischen Bund, Ländern und Kommunen zu beachten. Die hier im Cluster zu entwickelnden Ziele sollen (zumindest teilweise) durch Maßnahmen des Bundes beeinflussbar sein.

2.1. Klimaanpassungsplanung

Ziel Ü-1: Bis 2030 liegen für 80 % der von den Ländern im Rahmen des Bundes-Klimaanpassungsgesetzes (KANg dazu verpflichteten Gemeinden bzw. Landkreise Klimaanpassungskonzepte vor.

Hintergrund: Gemeinden und Kreise sind zentrale Umsetzungsakteure der Klimaanpassung in Deutschland. Es gibt in Deutschland derzeit 400 Kreise und 10 786 Gemeinden. Nach Schätzungen der Praxis und Medienrecherchen⁶³ haben ca. 10 bis 15 % der Kommunen und etwa 26 % der Landkreise Klimaanpassungskonzepte. Viele Konzepte sind zudem aktuell in Entwicklung. Mit dem hier benannten Ziel soll zu einer möglichst flächendeckenden Klimaanpassungsplanung auf kommunaler Ebene beigetragen werden, um aktuellen und künftigen Klimarisiken zu begegnen. Es wird zusätzlich zu dem hier benannten Ziel angestrebt, dass zunehmend auch solche Kommunen Klimaanpassungskonzepte vorlegen, für die keine gesetzliche Verpflichtung besteht, da im Hinblick auf die Gleichwertigkeit der Lebensverhältnisse die Bürgerinnen und Bürger vor den Risiken des Klimawandels unabhängig von den jeweiligen landesrechtlichen Verpflichtungen gleichermaßen geschützt werden müssen.

Von den in der KWRA 2021 erarbeiteten, Cluster-übergreifenden Bereichen, in denen bei einem starken Klimawandel hohe Klimarisiken drohen, während die Anpassung der bedrohten Systeme viel Zeit braucht, sind Gemeinden, Landkreise und kreisfreie Städte oft besonders betroffen. Dies gilt insbesondere für Folgen von extremer Hitze auf die Gesundheit, besonders in Städten sowie die Folgen von Starkregen, Sturzfluten und Hochwasser besonders für Infrastrukturen und Gebäude.

Maßnahmen: Folgende Maßnahmen des Bundes dienen der Zielerreichung⁶⁴.

- Bundes-Klimaanpassungsgesetz: Mit dem Bundes-Klimaanpassungsgesetz hat der Bund einen verbindlichen Rahmen geschaffen für möglichst flächendeckende, vorsorgende

⁶³ Vgl. <https://correctiv.org/aktuelles/klimawandel/2023/07/12/wasser-mangel-hitze-starkregen-duerre-deutschland-landkreise-unvorbereitet-extremwetter/>

⁶⁴ Es handelt sich sowohl um Maßnahmen, die bereits im aktuellen Aktionsplan Anpassung (APA III) des Bundes vorgesehen sind, als auch um neue, bisher noch nicht in der Aktionsplanung des Bundes festgehaltene Maßnahmen:

Klimaanpassungskonzepte in Deutschland. Dazu haben die Länder die Aufgabe, soweit noch nicht vorhanden, eigene Klimaanpassungsstrategien vorzulegen sowie dafür Sorge zu tragen, dass für die Gebiete von Gemeinden und Kreisen Klimaanpassungskonzepte auf der Grundlage von Risikoanalysen aufgestellt werden⁶⁵.

- DAS-Förderrichtlinie „Förderung von Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels“: Mit der Förderrichtlinie unterstützt der Bund u.a. die Erstellung kommunaler Klimaanpassungskonzepte.
- Beratungs-, Informations-, Vernetzungs- und Fortbildungsangebote des Bundes: Mit zahlreichen digitalen Beratungs-, Informations-, Vernetzungs- und Fortbildungsangeboten (u.a. dem Zentrum Klimaanpassung, dem KLIVO Portal, UBA Klimalotse, DAS-Basisdienst "Klima und Wasser" etc.) stellt der Bund ein umfangreiches Unterstützungsangebot für die Klimaanpassungsplanung von Gemeinden und Landkreisen zur Verfügung.
- Kapazitätsaufbau und Ausbildung: u.a. über Ausbildung von Klimaanpassungsmanager*innen durch das Zentrum Klimaanpassung (ZKA), Förderung von Personalkapazitäten zur Klimaanpassung (Klimaanpassungsmanager*innen) durch bestehende Förderrichtlinien
- Weitere Maßnahmen des Bundes, die auf Teil-Bestandteile von Klimaanpassungskonzepten einzahlen: bspw. die „Handlungsempfehlungen für die Erstellung von Hitzeaktionsplänen“⁶⁶ der Bund/Länder Ad hoc AG "Gesundheitliche Anpassung an die Folgen des Klimawandels" sowie der „Hitzeservice“ des BMG⁶⁷. Auch viele Bundesländer unterstützen den Einstieg ins kommunale Klimaanpassungsmanagement mit vielfältigen Maßnahmen.

Indikatoren: Die Zielerreichung wird über folgenden Indikator gemessen:

- Anzahl der von den Ländern im Rahmen des Bundes-Klimaanpassungsgesetzes (KAnG) dazu verpflichteten Gemeinden bzw. Landkreise mit vorliegendem Klimaanpassungskonzept.

Der Indikator speist sich aus folgenden Informationsquellen:

- ab 2024 mit Daten der Länder aus den Berichtspflichten der Länder im Rahmen des KAnG, § 11 - erstmalige Berichtspflicht laut Gesetzentwurf im September 2024.
- Ergebnisse der durch das Umweltbundesamt betreuten repräsentativen Kommunalbefragung Klimaanpassung. Das Ziel der Kommunalbefragung ist es, den aktuellen Stand und Fortschritt der Städte, Gemeinden und Landkreise im Bereich Klimaanpassung zu erheben.
- Indikator „HUE 4 (Handlungsfeldübergreifend) - Klimawandelanpassung auf kommunaler Ebene“ aus dem DAS Monitoring, insbesondere zu Teil B: Umfang des Mittelabflusses im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI) zur Erstellung von kommunalen Anpassungsstrategien und Teil C: Umfang des Mittelabflusses im Rahmen des DAS-Förderprogramms zur Konzeption und Umsetzung von Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels.
- SDG Indikatoren für Kommunen, bspw. SDG 13 – Maßnahmen zum Klimaschutz – Index “Kommunale Klimaanpassung“ (Nr. 86).

⁶⁵ Entsprechend den Regelungen des KAnG bestimmen die Länder diejenigen öffentlichen Stellen, die für die Gebiete der Gemeinden und der Kreise jeweils ein Klimaanpassungskonzept aufstellen. Die Länder können dabei bestimmen, dass für das Gebiet einer Gemeinde unterhalb einer von den Ländern zu bestimmenden Größe kein Klimaanpassungskonzept aufgestellt werden muss, solange ihr Gebiet durch ein Klimaanpassungskonzept für das Gebiet eines Kreises abgedeckt ist. Länder, die von letzterer Option keinen Gebrauch machen, können bestimmen, dass für das Gebiet von Kreisen kein Klimaanpassungskonzept aufgestellt werden muss.

⁶⁶ <https://www.bmu.de/themen/gesundheit/gesundheits-im-klimawandel/handlungsempfehlungen-zu-hitzeaktionsplaenen>

⁶⁷ <https://hitzeservice.de/>.

Geprüft wird, ob und wie in Zukunft zusätzlich Informationen über ggf. in den Anpassungskonzepten enthaltenen Hitzeaktionspläne erfasst werden könne.

2.2. Ausgaben- und Schadenserhebung

Ziel Ü-2: Ab 2026 werden die Bundesaussgaben für die Klimaanpassung alle zwei Jahre erhoben. Die Bundesregierung erhebt auch Daten zu Schadenssummen, die auf Schäden durch Wetterextreme zurückzuführen sind.

Hintergrund:

Bisher werden die Bundesaussgaben zur Klimaanpassung noch nicht regelmäßig erhoben. Das Klimaanpassungsgesetz sieht nach § 4 Absatz 3 eine Verpflichtung der Bundesregierung zur regelmäßigen Erhebung von Daten zu Schadenssummen durch Wetterextreme sowie zu den Ausgaben des Bundes zur Klimaanpassung vor. Auch im Rahmen von Artikel 19 der EU Governance Verordnung werden bereits jetzt maßnahmenbezogene Klimaanpassungsausgaben der Mitgliedstaaten erhoben.

Aktuellen Studienergebnissen⁶⁸ zufolge sind in Deutschland von 2000 bis 2021 fast 145 Milliarden Euro an erfassten extremwetterbedingten Schäden entstanden, alleine 80 Milliarden davon seit 2018. Viele Extremwetterereignisse werden durch den Klimawandel voraussichtlich wahrscheinlicher und intensiver. Eine differenzierte Erhebung dieser Schäden nach Unternehmen, Haushalten, Bund, Ländern und Kommunen erfolgt nicht. Bis zur Mitte des Jahrhunderts rechnen die Forschenden je nach Ausmaß der Erderwärmung mit kumulierten volkswirtschaftlichen Schäden in Höhe von 280 bis 900 Milliarden Euro.

Die Studie kommt auch zu dem Ergebnis, dass die möglichen Schadenskosten des Klimawandels durch rein monetäre Investitionen in Anpassungsmaßnahmen je nach Ausprägung des Klimawandels vollständig (schwacher Klimawandel), um 80 Prozent (mittlerer Klimawandel) oder um 60 Prozent (starker Klimawandel) reduziert werden könnten. Ereignisse wie die Ahrtalkatastrophe von 2021 und die dem Bundeshaushalt daraus entstehenden Kosten verdeutlichen die Notwendigkeit präventiver Anpassung zur Schadensreduktion. Inhaltliche Bezüge bestehen bei diesem Thema auch zu dem u.s. Aktionsfeld „Eigenvorsorge.“

Maßnahmen: Folgende Maßnahmen dienen der Zielerreichung:

- Abstimmung und Verstetigung der Methodik zur Erhebung von Bundesaussgaben (Ü-2.1): Die im Rahmen eines Forschungsvorhabens des Umweltbundesamts entwickelte Methodik soll in der IMAA als Grundlage für die Erhebung von Bundesaussgaben abgestimmt und ab 2026 alle zwei Jahre auf den Bundeshaushalt angewendet werden. Eine Weiterentwicklung der Methodik bleibt in Abstimmung mit der IMAA unbenommen. Bei der Darstellung der Bundesaussgaben ist grundsätzlich zu beachten, dass zahlreiche Klimaanpassungsmaßnahmen langfristig wirken und nicht nur in dem Jahr, in dem die Ausgaben anfallen.
- Schätzung der klimawandelbedingten Schäden (Ü-2.2): Methodik und Struktur der Klimaschadensschätzung werden vom Umweltbundesamt entwickelt. Die Schätzung soll

⁶⁸ Studie „Kosten durch Klimawandelfolgen in Deutschland“ im Auftrag der Bundesministerien für Wirtschaft (BMWK) und für Umwelt (BMUV): <https://www.bmu.de/pressemitteilung/konsequenter-klimaschutz-und-vorsorgende-klimaanpassung-verhindern-milliardenschaeden>

Schäden und Schadenskosten durch klimawandelbedingte Wetterextreme systematisch erheben.

Darüber hinaus wird das Naturgefahrenportal beim Deutschen Wetterdienst als zentrale Informationseinheit für Bürgerinnen und Bürger aufgebaut. Diese Daten werden der Öffentlichkeit zugänglich gemacht.

Indikatoren: Die Zielerreichung wird mit den Daten aus der Ausgabenerhebung gemessen.

- NEU: „Bundesausgaben zur nationalen Klimaanpassung“ auf Grundlage der erhobenen Daten im Rahmen der Regelungen nach § 4 Absatz 3 des Klimaanpassungsgesetzes;
- NEU: „Extremwetterbedingte Schadenssummen“ auf Grundlage der Daten der Klimaschadensschätzung.

2.3. Forschung zur Klimaanpassung (verantwortliches Ressort: BMBF)

Ziel Ü-3: Der Transfer von Ergebnissen aus der Forschung in die Praxis ist für eine erfolgreiche Anpassung an den Klimawandel fundamental wichtig. Als übergeordnetes Ziel wird daher festgelegt, Forschungsergebnisse schneller in die Umsetzung zu bringen. Dazu will die Bundesregierung mit der Forschungsförderung einen Rahmen setzen, so dass relevante Forschungsfragen gemeinsam mit den Adressaten (Kommunen, Unternehmen und zivilgesellschaftliche Gruppen und Individuen) beantwortet werden, um bedarfsgerechte, praxisorientierte Lösungen zu entwickeln. So wird die Akzeptanz der entwickelten Lösungen erhöht und die Umsetzungswahrscheinlichkeit gesteigert. Darüber hinaus sollen Lösungen, Produkte und Ergebnisse aus der Forschung zusammengeführt werden, so dass sie langfristig nutzbar und recherchierbar sind. Nur dann erreichen sie eine Vielzahl an Anwendern.

Zur messbaren Zielerreichung werden zwei **Unterziele** für die Klimaanpassungsforschung festgelegt:

- **Unterziel 3.I:** In der vom Bund geförderten Forschung soll der Anteil von Verbänden, die Adressaten der Forschungsergebnisse (z.B. Kommunen, Verbände, Unternehmen) als Partner beteiligen, bis 2040 um mindestens 20 Prozentpunkte (Referenzzeitraum 2022-2024) gesteigert werden. Daher soll die Beteiligung von Adressaten in geförderten Forschungsmaßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels mittels transdisziplinärer Forschungsprojekte verstärkt werden. Die Adressaten sollen als gleichwertige Partner mit eigener Förderung in den Forschungsverbund einbezogen werden. Die Beteiligung der Adressaten als zukünftiger Nutzer stellt die Entwicklung bedarfsgerechter und praxisorientierter Lösungen sicher. Hürden bei der Umsetzung werden so reduziert und Brücken zur Umsetzung gebaut. Um risikohafte Grundlagenforschung in der BMBF-Förderung, wie z.B. Modellentwicklung, weiterhin zuzulassen, soll deren Anteil mindestens 30 % der BMBF-Ausgaben für Forschungsförderung betragen. Die Zielerreichung wird über die Auswertung des Aktionsplans Anpassung (APA) und der verfügbaren Datenbanken zur Projektförderung (z.B. Förderkatalog des Bundes) verfolgt.
- **Unterziel 3.II:** Bis 2035 soll der Transfer von mindestens 20 eigenständigen Produkten aus der bundesfinanzierten Forschungsförderung in die Praxis etabliert werden. Ein eigenständiges Produkt kann dabei eine Webseite, ein Leitfaden o.ä. oder ein physisches Produkt sein (z.B. Stadtklimamodell PALM-4U, Leitfäden und Steckbriefe zur klimaresilienten Planung von Quartieren, Gebäuden). Eine Etablierung in der Praxis soll dann als gegeben

angesehen werden, wenn das Produkt bei einem Klimadienstleister oder einem anderen Nutzer in das regelmäßige Beratungsportfolio aufgenommen wurde. Um dies zu erreichen sollen die Rahmenbedingungen für Forschung so gesetzt werden, dass Transferphasen gestärkt werden, in denen ein über die pilothafte Umsetzung hinausgehender Transfer der entwickelten Produkte erfolgt. Durch Best-Practice-Beispiele wird die Umsetzung gestärkt, da sie zur Nachahmung anregen. Die Rechtssicherheit der entwickelten Produkte soll, wo notwendig, ausreichend adressiert werden.

Hintergrund:

Das Thema Klimaanpassung ist seit der Entwicklung der ersten deutschen Anpassungsstrategie 2008 in der Forschung etabliert. Aus der Klimaanpassungsforschung gibt es vielfältige Impulse für Anpassungsstrategien. Es werden technische und soziale Innovationen für den Umgang z.B. mit Hitze, Starkregen und Hochwasser entwickelt sowie Best-Practice-Beispiele umgesetzt sowie Grundlagen und Wissen für die einschlägige Gesetzgebung und Politikberatung bereitgestellt. Auch Informationen zu Klimaänderungen wurden bereitgestellt und die Methoden hierzu werden stetig verbessert. Mit der vorsorgenden Anpassungsstrategie und dem zugrundeliegenden Klimaanpassungsgesetz soll die Klimaanpassung nicht nur in die Breite gebracht werden, sondern auch beschleunigt werden. Beide Aspekte sind nur dann adressierbar, wenn Forschung den Akteuren die Grundlagen und Werkzeuge dafür bereitstellt. Dazu können z. B. Werkzeuge für die Dimensionierung bzw. Planung konkreter Maßnahmen in den DAS-Sektoren gehören. Zu solchen Werkzeugen gehören unter anderem zeitlich und räumlich hochauflösender Modelle zur Modellierung des Impacts von Klimaanpassung, Echtzeit-Monitore und robuste Frühwarnsysteme. Die Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 (KWRA 2021) hat zudem teils dringenden Forschungsbedarf in verschiedenen Handlungsfeldern dokumentiert. Die BMBF-Forschung als auch die Ressortforschung zur Klimawandelanpassung können dazu ganz wesentliche Beiträge leisten.

Die Forschungspolitik hat zum Ziel, hierfür die richtigen Rahmenbedingungen zu setzen und den sich stetig weiterentwickelnden Fragestellungen anzupassen. Im Rahmen dieser Strategie setzt sich die Bundesregierung das messbare Ziel, Forschungsergebnisse schneller in die Umsetzung zu bringen. Dazu soll Forschung noch klarer als bisher die Forschungslücken zu gesellschaftlich relevanten Fragestellungen in der Anpassung identifizieren und aufgreifen. Die BMBF-Forschung hat bereits gezeigt, dass dies nur dann gut gelingt, wenn Adressaten der Forschungsergebnisse und Produkte von Beginn an angemessen beteiligt werden. Maßnahmen aus der BMBF Förderung wie KLIMZUG oder Zukunftsstadt haben vorgeführt, wie Kommunen und weitere Adressaten in Forschungsverbünde von Beginn an eingebunden werden können. So wurden Ergebnisse und Produkte erarbeitet, die Handlungswissen für konkrete Fragestellungen vor Ort bereitstellen. Auch das BMBF will die Rahmenbedingungen für die Forschungsförderung so setzen, dass die etablierte Beteiligung von Adressaten der Forschungsergebnisse noch weiter gestärkt wird. Der Kreis der Adressaten von Forschungsergebnissen schließt auch Institutionen ein, welche im Nachgang der Forschungsprojekte die operationelle Bereitstellung der Produkte übernehmen und somit die langfristige Nutzbarkeit der Forschungsergebnisse sichern. So können wir die Ausgangslage für den Transfer von Wissen und Werkzeugen in die Praxis verbessern. Darüber hinaus sollen die Rahmenbedingungen der BMBF-Förderung weiterhin starke Grundlagenforschung zulassen, die ohne direkte Einbindung der Praxis auskommt. Dazu zählen risikohafte Forschung wie die Entwicklung neuer Modelle (z.B. Klimamodelle), Messmethoden etc.

Maßnahmen:

Folgende Maßnahmen/Instrumente dienen der Zielerreichung:

- Um das Ziel zu erreichen, werden die Forschungsförderung bzw. Auftragsforschung des BMBF und der Ressortforschung mit entsprechenden Maßnahmen (z.B. Förderrichtlinien) ausgerichtet.
- Wo sinnvoll und angemessen wird in neuen Förderrichtlinien zur Anpassungsforschung die Beteiligung von Adressaten/Nutzern auferlegt.
- Transfer- und Umsetzungsphasen werden, wo sinnvoll und angemessen, in Förderrichtlinien integriert.

Indikatoren:

Die Zielerreichung wird mit folgenden Indikatoren kontrolliert:

- Quantitativer Indikator: Abfrage des prozentualen Anteils von Adressaten in Forschungsverbänden auf Basis des Aktionsplans Anpassung und des Förderkatalogs und ggf. weiterer Quellen.
- Quantitativer Indikator: Abfrage der Anzahl von bereitgestellten Produkten aus der Forschung bei den einschlägigen Daten- und Beratungsdiensten der Bundesregierung, wie etwa Zentrum für Klimaanpassung, dem Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, dem Deutschen Wetterdienst, dem Climate Service Center Germany (GERICS) oder dem DAS-Basisdienst. Die konkrete Durchführung ist im Einvernehmen mit den Diensten und ihren Fachaufsichtsbehörden zu beschließen.

Über dieses Ziel hinaus, hat eine erfolgreiche Anpassungsforschung auch weitere Gesichtspunkte, die die Bundesregierung in ihrer Rahmgebung berücksichtigen wird, aber in dieser Strategie nicht als messbare Ziele hinterlegt werden:

- Für eine erfolgreiche Vorsorge gegenüber dem Klimawandel sind auch die rechtlichen und technischen Rahmenbedingungen entscheidend. Daher sollen relevante Forschungsergebnisse stärker in die Gesetzgebung und im technischen Regelwerk eingebracht werden.
- Die Transdisziplinarität der Forschung soll gestärkt und eine transdisziplinäre Methodologie entwickelt werden.
- Klimaanpassung soll in möglichst viele Forschungsbereiche aufgenommen werden („Mainstreaming“).
- Der internationale Forschungsdialog zu Anpassung an den Klimawandel soll auch außerhalb der EU gestärkt werden.
- Die Rolle von Forschung zur Anpassung an den Klimawandel soll mit zielgerichteter Kommunikation in der Gesellschaft präsenter gemacht werden.
- Es sollen Methoden und Instrumente entwickelt werden, die eine vorausschauende Identifikation und Relevanz von Zukunftsthemen und deren Adressierung erlauben.
- Die in den aktuellen IPCC Sachstandsberichten sowie in der KWRA aufgeführten Forschungslücken sollen kontinuierlich in der Bundesforschungsförderung berücksichtigt werden.

2.4. Kultur- und Naturerbe: Schutz der Welterbestätten in Deutschland

Ziel Ü-4: Der Bund zeigt einen nationalen Rahmen mit Indikatoren und Maßnahmen auf entsprechend der internationalen Grundsatzdokumente und Aktionspläne und im Einklang mit den Verpflichtungen der Welterbekonvention, damit die UNESCO-Welterbestätten in Deutschland bis

2030 Klimaschutzmaßnahmen und/oder Klimaanpassungskonzepte oder -pläne (z. B. als Teil ihrer Managementpläne, Pläne für das Katastrophenrisikomanagement und Rahmenkonzepte) entwickeln können.

Hintergrund:

Den UNESCO-Welterbestätten kommt eine exemplarische Bedeutung für den Schutz und Erhalt der Gesamtheit des nationalen Kultur- und Naturerbes zu. Der Klimawandel ist die größte Bedrohung für den außergewöhnlichen universellen Wert von Welterbestätten weltweit⁶⁹. Internationale einschlägige Dokumente zeigen den akuten Handlungsbedarf auf und setzen mit ihren Zielen, erwarteten Ergebnissen und Maßnahmen den Rahmen für die zuständigen nationalen Behörden⁷⁰. Für das Naturerbe stuft der IUCN-Welterbe-Bericht von 2020 den Klimawandel global für 33% der Naturerbestätten als hohe oder sehr hohe Bedrohung ein – mit stark steigender Tendenz.

Das UNESCO Policy Document zu Klimamaßnahmen für das Welterbe gibt den globalen strategischen Rahmen für den Umgang mit Klimawandel im Kontext der Welterbekonvention und damit den UNESCO-Welterbestätten vor. Es adressiert die dringende Notwendigkeit der Klimaanpassung für Welterbestätten sowie die nationale und internationale Handlungsebene in der Welterbekonvention. Es benennt Aktivitäten zur Umsetzung für alle drei Ebenen und zeigt direkte Bezüge für die nationalen Klimaanpassungsstrategien auf. Auch der Aktionsplan für Europa und Nordamerika⁷¹ greift das Thema Anpassung an den Klimawandel in seinen strategischen Zielen für die Welterbestätten auf, formuliert erwartete Ergebnisse und Maßnahmen zur Umsetzung.

Auf europäischer Ebene haben der Rat der Europäischen Union und der Kulturausschuss der Mitgliedstaaten unter der deutschen Präsidentschaft 2020 das Thema Klimawandel und kulturelles Erbe ebenfalls aufgegriffen⁷² und die Stärkung der Resilienz des kulturellen Erbes gegenüber dem Klimawandel auf ihre Agenda gesetzt. Dies beinhaltete die Einrichtung einer OMC⁷³-Expertengruppe, die den Sachstand über die Bedrohungen für das kulturelle Erbe in Europa durch den Klimawandel erarbeitet hat. Der 2022 veröffentlichte Bericht dokumentiert, dass die Kultur- und Naturerbestätten in einem nie gekannten Ausmaß und zunehmend in ihrem Bestand durch die Auswirkungen des Klimawandels bedroht sind. Deshalb hat die OMC Expertengruppe 10 Empfehlungen für die Mitgliedstaaten formuliert. Diese hat der Europäische Rat in seine Schlussfolgerungen integriert. Im Ergebnis sind die Mitgliedstaaten aufgefordert, einen Strategiewechsel beim Schutz des kulturellen Erbes mit Blick auf den Klimawandel umzusetzen und damit den Erhalt zu ermöglichen.

Deutschland wirkt als Vertragsstaat an der Umsetzung der Welterbekonvention mit und nimmt zusammen mit den zuständigen nationalen Behörden insbesondere bei der Annahme, Verbreitung und Umsetzung internationaler Anforderungen und Empfehlungen eine Schlüsselrolle ein. Die Länder (Kulturerbe) und das BMUV (Naturerbe) sowie die Landesumweltministerien sind für den Schutz und die Erhaltung der deutschen Stätten zuständig.

In Deutschland befinden sich 54 Welterbestätten (51 Kulturerbestätten, drei Naturerbestätten). Die Rückmeldung der deutschen Welterbestätten im Rahmen der Regelmäßigen Berichterstattung (2022-2023) hat ergeben, dass der Klimawandel und seine Folgen sich bereits auf den Erhaltungszustand der deutschen Welterbestätten auswirkt und sich in Zukunft verstärkt auswirken wird. Eine Umfrage

⁶⁹ Der „Outstanding Universal Value“ (OUV) ist die Kernanforderung für die Aufnahme in die Liste der Welterbestätten

⁷⁰ Hier insbesondere zu beachten sind das „Grundsatzpapier zu Klimamaßnahmen für das Welterbe“ (UNESCO; 2023) <https://whc.unesco.org/archive/2023/whc23-24ga-INF8-en.pdf> und der Regionale Aktionsplan für Europa und Nordamerika als Ergebnis des 3. Zyklus der Regelmäßigen Berichterstattung.

⁷¹ Der Aktionsplan ist verfügbar unter <https://whc.unesco.org/archive/2024/whc24-46com-10A.Rev-en.pdf>

⁷² Schlussfolgerungen des Europäischen Rats zum Risikomanagement im Bereich des Kulturerbes (2020/C 186/01)

⁷³ OMC= open method of coordination bezeichnet eine von EU-Ebene initiierte freiwillige Kooperation der Mitgliedstaaten

der Deutschen UNESCO Kommission 2023 unter den deutschen Site Managern der Welterbestätten ergänzt diese Einschätzung⁷⁴.

Die acht deutschen UNESCO Global Geoparks können Daten, Erfahrungen und Beste Praxis für die Erstellung von Klimaschutzkonzepten liefern, die auch für andere Geoparks, Welterbestätten und andere relevante Gebietskonzepte relevant sein können. Sie bieten konkrete Lösungen für Klimawandelanpassung als natürliche Kohlenstoffsinken, für nachhaltige Land- und Waldnutzung, Nutzung erneuerbarer Energiequellen, Wassermanagement, Wissen um Folgenutzung von Landflächen und bieten Erfahrungen als Bildungsorte, um den aktuelle Klimawandel und die Notwendigkeit von Anpassungsmaßnahmen zu vermitteln.

Das UNESCO-Welterbe hat eine Vorbildfunktion für das gesamte nationale baukulturelle Erbe. Daher können aus dem Welterbe exemplarisch Ansätze für den Umgang sowie für Maßnahmen für das baukulturelle Erbe insgesamt abgeleitet werden.

Maßnahmen: Folgende Maßnahmen dienen der Zielerreichung:

Informations- und Datenmanagement verstetigen (Ü-4.1)

- Digitale Informationsplattformen erweitern und vernetzen, u.a. mit öffentlich zugänglichen Daten zur Gefährdungsabschätzung für die Welterbestätten; Förderung der Nutzung und Verbreitung von Fallstudien und bewährten Verfahren, die über bestehende internationale und nationale Plattformen bereits verfügbar sind und Integration deutscher Beispiele in bestehende Plattformen (z.B. Panorama-Solutions, World Heritage Canopy, UBA Tatenbank); Der Aufbau von Doppelstrukturen soll hier vermieden werden. Bewertungsmethoden und erfolgreiche Erfahrungen in der Klimaanpassung aus der Vergangenheit für zukünftigen, wirksamen Schutz vor Extremwetter. In der KERES-Datenbank⁷⁵ sind schon die 83 Gute-Praxis-Beispiele aus dem EU OMC-Bericht enthalten und können beliebig mit weiteren Beispielen erweitert werden
- Internationale Anforderungen verbreiten: Gewährleistung der Zugänglichkeit von internationalen und nationalen Dokumenten zur Abschwächung der Folgen des Klimawandels sowie Anpassung an den Klimawandel
- Klimaschadensschätzung um Kulturerbe und Naturerbe erweitern: Mittelfristige Aufnahme der monetären und nicht-monetären Schäden/Verluste an Stätten des Welterbes durch die Folgen des Klimawandels/Extremwetter als neue Kategorien in die Klimaschadensschätzung;
- Welterbestätten bei der Beschaffung von Daten über klimabedingte Gefahren, Vulnerabilitäten und Risiken sowie anderer Basisinformationen unterstützen und eine Übersichtskarte zur Gefährdung des Welterbes auf Grundlage der Risikoinformationen z.B: durch das KERES-Projekt⁷⁶ erstellen.
- Unterstützung und Förderung einer wechselseitigen Integration von Wissen, Daten und Methoden zwischen Kultur- und Klimaforschung;

⁷⁴ Laut einer Umfrage der Deutschen UNESCO-Kommission sehen sich 51 % der befragten Welterbestätten stark bis sehr stark durch die Folgen des Klimawandels beeinträchtigt, 65 % befürchten künftig eine noch stärkere Beeinträchtigung. Gleichzeitig liegt aktuell nur an 14 % der befragten Stätten eine Klimaanpassungsstrategie vor, während an 31 % der Stätten zurzeit an der Erstellung gearbeitet wird.

⁷⁵ <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/4bfcf605-2741-11ed-8fa0-01aa75ed71a1/language-en> und <https://www.imw.fraunhofer.de/de/forschung/wissenstransfer/innovationsakzeptanz/projekte/keres.html>

⁷⁶ Siehe bspw.: https://www.sifo.de/sifo/shareddocs/Downloads/files/projektumriss_keres_bf.pdf?_blob=publicationFile&v=1

- Sammlung, Austausch und Verbreitung von tradiertem Wissen und Techniken zur Klimaanpassung u.a. in Umsetzung des Neuen Europäischen Bauhauses; Evaluierungsarbeiten, die bestehende Forschungsergebnisse aufarbeiten, u. a. um den Austausch bestehender Forschungsgruppen zum Thema zu intensivieren (Lessons learned).

Unterstützung der Maßnahmen zur Klimaanpassung der Welterbestätten im Rahmen verfügbarer Ressourcen (Ü-4.2)

- Unterstützung der Identifikation und Umsetzung relevanter Maßnahmen aus den einschlägigen Dokumenten in Zusammenarbeit mit den zuständigen Behörden und den Welterbestätten
- Ermutigung der einschlägigen Institutionen, im Rahmen der verfügbaren Ressourcen die relevanten Klimaparameter zu überwachen und durch verschiedene Anpassungsstrategien zur Vorbereitung auf die unvermeidlichen Unwägbarkeiten und Komplexitäten im Zusammenhang mit dem Klimawandel beizutragen und diese zu bewältigen.
- Förderung der partnerschaftlichen Zusammenarbeit mit den zuständigen Behörden und Einrichtungen sowie einschlägigen Organisationen und Interessengruppen bei Aktivitäten zur Entwicklung und Umsetzung von Minderungsstrategien
- Entwicklung eines Verfahrens auf Bundesebene zur Vernetzung der unterschiedlichen Akteure, zum laufenden Erfahrungsaustausch und zur Verstetigung einer vorsorgenden Klimaanpassung
- Förderung des Erfahrungsaustausches und der Synergien mit anderen UNESCO-Stätten
- Koordinierung und Steuerung der Klimaanpassung für Welterbestätten im Rahmen bestehender Institutionen: u.a. durch Vernetzung, Beratung und Unterstützung zu Innovationsbedarf, zur Evaluierung von Erfahrungen und die Weitergabe von Wissen über die Auswirkungen des Klimawandels auf das Welterbe; durch die Entwicklung eines Clearing-House-Verfahrens auf Bundesebene zur Vernetzung der unterschiedlichen Akteure ⁷⁷,

Förderung von Klimaanpassungsmaßnahmen der Welterbestätten im Rahmen verfügbarer Ressourcen (Ü-4.3)

- u. a. durch bestehende Förderprogramme, die Maßnahmen zur Klimaanpassung fördern, aber nicht unmittelbar auf Klimaanpassungsmaßnahmen im Welterbe zugeschnitten sind, z. B. Maßnahmen zum Schutz des Wattenmeeres und der alten Buchenwälder, die Unterstützung von Kommunen mit Welterbestätten bei der Erstellung und Umsetzung von kommunalen Klimaanpassungskonzepten im Rahmen der DAS-Förderung, das Förderprogramm „Anpassung urbaner Räume an den Klimawandel“ des BMWStB, Städtebauförderprogramme und andere.

Indikatoren:

Die Zielerreichung für die Welterbestätten und wo einschlägig für die Geoparks wird über folgende, neu zu entwickelnde Indikatoren gemessen, die die unterschiedlichen Rahmenbedingungen für Kultur- und Naturerbestätten sowie Geoparks berücksichtigen:

- Anzahl der Welterbestätten mit einer Bewertung der Klimarisiken und -anfälligkeiten für den außergewöhnlichen universellen Wert (Ü-4.a) (Aufnahme als neuer Indikator im DAS Monitoring)

⁷⁷ WHC/23/24.GA/INF.8 Paris, 3 November 2023 <https://whc.unesco.org/archive/2023/whc23-24ga-INF8-en.pdf>, WHC/24/46.COM/10A.Rev Paris, 10 July 2024 <https://whc.unesco.org/archive/2024/whc24-46com-10A.Rev-en.pdf>

- Anzahl der Geoparks mit Klimaanpassungskonzepten (Prüfung der Aufnahme als neuer Indikator im DAS Monitoring) (Ü-4.b)
- Anzahl der Welterbestätten und Geoparks in Deutschland mit Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel (Ü-4.c) (Aufnahme als neuer Indikator im DAS Monitoring)

Der DAS-Monitoringbericht enthält bereits Impact- und Response-Indikatoren zu Tourismusregionen. Diese sind in Kooperation mit den Welterbeverantwortlichen (Site-Manager) bzw. Kommunen und Landkreisen weiterzuentwickeln.

- TOU-I-1: Badetemperaturen an der Küste
- TOU-I-2: Schneedecke für den Wintertourismus
- TOU-I-3: Marktanteile der touristischen Großräume
- TOU-R-1 Saisonalität der Übernachtungen in touristischen Großräumen

2.5. Klimaangepasste Bundesliegenschaften (BlmA)

Ziel Ü-5: Bundesliegenschaften an den Klimawandel anpassen

Unterziel 5.1: Bis zum Jahr 2033 liegen für 100.000 Hektar der Bundesforst-Flächen Managementpläne in Form von Forsteinrichtungswerken vor, die Maßnahmen der Klimaanpassung vorsehen.

Hintergrund: Auch für den größten Teil der 115.000 Hektar, die von Bundesforst betreuten Waldflächen gilt, dass mehr Diversität auch mehr Resilienz, also eine größere Widerstandsfähigkeit gegen äußere Einflüsse, wie den Folgen des Klimawandels, bewirkt.

Forstliche Anpassungsmaßnahmen, die den Beitrag der Biodiversität für den Erhalt der funktionalen Integrität von Ökosystemen als Voraussetzung für die Erbringung zahlreicher ökologischer Leistungen von Wäldern beachten, leisten daher langfristig einen Beitrag zur Minderung des Klimawandels und zur Anpassung an den Klimawandel.

Grundlage für die Schaffung von klimaangepassten Wäldern und ein adaptives Waldmanagement, das die Umweltdynamik berücksichtigt (auch im Hinblick auf eine zukünftige Naturnähe), sind Managementpläne. Sie stellen eine mittelfristige Forstbetriebsplanung dar, die neben den Maßnahmen der forstlichen Geländebetreuung auch die Resilienz und die Biodiversität der Waldbestände fördert.

Maßnahmen: Folgende Maßnahmen des Bundes dienen der Zielerreichung:

- (Ü-5.1) Für 25.000 Hektar der Bundesforst-Flächen pro Jahr werden Managementpläne in Form von Forsteinrichtungswerken erstellt. Die Zentrale Bundesforst (ZEBF) erstellt in der Regel alle 10 Jahre die entsprechenden Forsteinrichtungswerke. Dabei werden die Vorgaben des Projektes „Klimaplastischer Bundeswald“ auf standortkundlicher Grundlage unter Berücksichtigung der Naturnähe beachtet.
- (Ü-5.2) Modellierung der standortangepassten Baumarten für alle Bundesforst-Flächen unter Berücksichtigung der zukünftigen Klimaszenarien. Die Modellierung der standortangepassten Baumarten wird von der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt (NW-FVA) im Auftrag der ZEBF wahrgenommen.

- (Ü-5.3) Modellierung der naturnahen Waldgesellschaften unter Berücksichtigung der zukünftigen Klimaszenarien. Die Modellierung der naturnahen Waldgesellschaften erfolgt auf Grundlage einer gutachterlichen Einschätzung der ZEBF, Abteilung Naturschutz.

Indikatoren: Die Zielerreichung wird über folgende Indikatoren bzw. mit Hilfe von Daten aus folgenden Informationsquellen gemessen:

NEU: Hektar der Bundesforst-Flächen mit Managementpläne in Form Forsteinrichtungswerken.

Unterziel 5.II: Bis zum Jahr 2027 sollen Starkregenchecks für 100 % der zivilen Liegenschaften erstellt werden.

Hintergrund: Starkregenereignisse werden im Kontext der Erderwärmung häufiger und intensiver. Sie können große Schäden an Gebäuden und dem Inventar hervorrufen. Daher baut die BImA die Starkregenvorsorge für ihre Liegenschaften aus. Seit 2020 führt sie den Starkregen-Check als Prüfinstrument für die zivilen Liegenschaften durch. Bis 2. Quartal 2023 wurden mehr als 592 Objekte erfolgreich geprüft. Systemrelevante Infrastruktur – wie zum Beispiel Bundespolizeiliegenschaften – wurden dabei priorisiert.

Ausgehend vom Gefährdungspotenzial ergreift die Bauverwaltung des Bundes Maßnahmen zur Starkregenvorsorge. Das kann zum Beispiel die Erhöhung eines Bordsteins sein oder die Anschaffung eines mobilen Überflutungsschutzes. Wird bei der Erstbewertung ein hohes Schadenspotenzial identifiziert, wird eine Fließweg- und Senkenanalyse oder eine hydraulische Überflutungsanalyse in Auftrag gegeben.

Maßnahmen: Folgende Maßnahme dient der Zielerreichung:

- Möglichkeit der Beauftragung der Bauverwaltungen mit der Durchführung des Starkregenchecks nach entsprechender Priorisierung.

Indikatoren: Die Zielerreichung wird über folgende Indikatoren bzw. mit Hilfe von Daten aus folgenden Informationsquellen gemessen:

- NEU: Anzahl der zivilen Liegenschaften des Bundes, für die Starkregenchecks durchgeführt wurden. Es erfolgt eine monatliche Auswertung durch die BImA, um die Zielerreichung bis 2027 monitoren zu können.

3. Aktionsfelder

Neben den oben dargestellten konkreten Zielen, sind zusätzlich die nachfolgend aufgeführten „**Aktionsfelder**“ vorgesehen, in denen zahlreiche weitere Aktivitäten des Bundes geplant sind, die für eine umfassende Klimavorsorge relevant sind.

Aktionsfeld: Soziale Gerechtigkeit und vulnerable Gruppen in der Klimaanpassung (keine Zielentwicklung)

Das Klimaanpassungsgesetz hat u.a. zum Ziel, die Zunahme sozialer Ungleichheiten durch die negativen Auswirkungen des Klimawandels zu verhindern (§ 1 Satz 3 KAnG). Das Aktionsfeld „Soziale Gerechtigkeit und vulnerable Gruppen“ nimmt die gleichgerichteten qualitativen Ziele der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie aus dem Transformationsfeld 1 Gesundheit und Wohlbefinden, soziale Teilhabe (sog. „TT- 1 Bericht“)⁷⁸ auf. Insbesondere sind dies: Ziel 3: „Gesundheit und Wohlergehen“, Ziel 5 „Geschlechtergleichstellung“ und Ziel 10: „Weniger Ungleichheiten“, die auch im Kontext der Risiken des Klimawandels sowie für eine sozial gerechte Anpassungspolitik gelten.

Soziale Gerechtigkeit und Geschlechtergleichstellung sind wichtige Querschnittsanforderungen für gute Governance in der Klimaanpassung, ohne dass aktuell ein messbares Ziel zu bestimmen ist. Die Bundesregierung beschloss im August 2023 umfassende Grundsätze einer sozial gerechten Transformation hin zu einer nachhaltigen Gesellschaft, die auch die Klimaanpassung umfassen. Menschliches Wohlbefinden ist dort das übergreifende Leitbild, für das die Gesundheitsförderung, die aktive Teilhabe für alle sowie die gesellschaftliche Förderung der Fähigkeiten zur Transformation die drei wichtigsten Handlungsfelder darstellen. Für die Klimaanpassung folgt aus diesem Dreiklang sowohl eine aktive Befähigung und Ermächtigung auf individueller Ebene zur Eigenvorsorge als auch die Ausgestaltung geeigneter institutioneller, struktureller und gesellschaftlicher Rahmenbedingungen. Wichtige Voraussetzungen sind in diesem Zusammenhang eine leistungsfähige öffentliche Daseinsvorsorge sowie die Gewährleistung von Chancen- und Verteilungsgerechtigkeit⁷⁹.

Klimarisiken: Extreme Temperaturen/ Hitze, Starkregen und Überschwemmungen gefährden die Gesundheit, das Wohlbefinden, die Einkommenschancen und das Vermögen, wobei die Risiken und Kapazitäten zur Risikovorsorge bzw. Schadensbegrenzung sozial ungleich verteilt sind.

Unterschiedliche Vulnerabilitäten gegenüber den dominanten Risiken sind zu berücksichtigen. Ein wirksamer Schutz vor den Risiken extremer Wetterereignisse ist zu entwickeln. Für die Klimaanpassungsstrategie des Bundes folgen hieraus folgende Schwerpunkte, die ressortübergreifend verfolgt werden:

- 1) **Vorsorgender Schutz vulnerabler Gruppen** gegenüber Klimafolgen, insbesondere in Hinblick auf Gesundheit und Wohlbefinden, die Fähigkeiten zur Teilhabe sowie die Chancen- und Verteilungsgerechtigkeit. Die Klimarisiken für Personen, so etwa Hitzebelastung und Hochwassergefährdung wirken nicht in allen Lebensphasen und allen sozio-ökonomischen Hintergründen gleichermaßen. Daher ist es sinnvoll, eine Lebenslaufperspektive bei langwährenden Risiken wie den Klimafolgen einzunehmen⁸⁰ und die sozio-ökonomische Situation zu berücksichtigen. Dabei sind sowohl besonders empfindliche Phasen als auch solche, die besonders von Angeboten zu gesundheitsfördernden Umweltbedingungen profitieren, für die individuellen Anpassungskapazitäten maßgeblich. Auch etwa die Frage, ob

⁷⁸ <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/975274/2215554/5a87a48a8edebaa242f4de1890a39b28/2023-08-23-transformationsbericht-menschliches-wohlergehenericht-1--data.pdf?download=1>

⁷⁹ Vgl. <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/975274/2215554/5a87a48a8edebaa242f4de1890a39b28/2023-08-23-transformationsbericht-menschliches-wohlergehenericht-1--data.pdf?download=1> S. 9 9

⁸⁰ Sachverständigenrat für Umweltfragen 2023: Sondergutachten Umwelt und Gesundheit konsequent zusammen denken S. 39

ein Haushalt zur Miete wohnt und damit die strukturellen Möglichkeiten (z.B. Ermöglichung von Kühlung durch energetische Sanierung), aber auch die finanziellen Mittel für haushaltsbezogene Anpassungsmaßnahmen hat, ist maßgeblich. Anpassungskapazitäten auf individueller Ebene steigen zudem mit der **räumlichen und zeitlichen Flexibilität und Souveränität**⁸¹. D.h. die Möglichkeit, einer Hitzebelastung oder auch Überflutung aktiv auszuweichen, erweist sich als wichtiger Faktor der Eigenvorsorge⁸².

- 2) **Vorsorgender Schutz in besonders exponierten Lebenslagen.** Der Schwerpunkt bezieht sich auf die sozial ungleiche Verteilung⁸³ **umweltbedingter Belastungen** (v.a. Luft-, Lärmbelastungen, mangelnder Zugang zu blau-grüner Infrastruktur, also Grünflächen und Gewässern, thermische Belastung), und **Umweltressourcen**, welche die Exposition mindern und Risiken kompensieren können. Gestiegene Anforderungen an die Minderung der Exposition durch raumstrukturelle und naturbasierte Maßnahmen bestehen vor allem für Städte⁸⁴. **Städtische Wärmeinseln** treten häufig in Kombination mit anderen Umweltstressoren (Mehrfachbelastung) auf und treffen vor allem Menschen, die sozial benachteiligt sind⁸⁵. Hier besteht mit dem Konzept der Umweltgerechtigkeit ein Ansatz für die kommunale Ebene, Mehrfachbelastungen zu bestimmen und diese gezielt zu minimieren. Der Indikator zur Erreichbarkeit kühlender Grünflächen[Handlungsfeld Stadt- und Siedlungsentwicklung] für die Klimaanpassung städtischer Räume reagiert auf diese Herausforderung.
- 3) Berücksichtigung der **Verteilungswirkungen von Anpassungspolitik**: Die soziale Wirkung von Instrumenten und Maßnahmen der Klimaanpassung ist in allen Clustern zu berücksichtigen, bzw. Anpassungspolitik sozial und geschlechtergerecht zu gestalten um Maladaptation (Fehlanpassung) vorzubeugen. Zur Umsetzung dieser Zielstellung ist mit dem Klimaanpassungsgesetz ein Rahmen geschaffen worden, der eine systematische Berücksichtigung von Klimarisiken durch Träger öffentlicher Belange in § 8 KANg vorsieht und die Fortschritte regelmäßig evaluiert, um Nachsteuerungsbedarf zu bestimmen.
- 4) **Verfahrensgerechtigkeit in der Klimaanpassungspolitik.** Handlungsleitend ist dabei der Grundsatz der Agenda 2030 „leave no one behind“ (LNOB) – die Ermöglichung der aktiven und selbstbestimmten Teilhabe aller Menschen u.a. durch zielgruppenspezifische Beteiligungsverfahren. Diesen methodischen Fragestellungen widmen sich u.a. das Umweltbundesamt, das Zentrum für KlimaAnpassung (ZKA) und das Behördennetzwerk der Deutschen Anpassungsstrategie mit Forschungsprojekten, Beratungsangeboten und Beste Praxis Beispielen.

Aktionsfeld: Arbeitsschutz in der Klimaanpassung (Text: BMAS, keine Zielentwicklung)

Der Klimawandel erreicht die Arbeitswelt und kann die Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten – und als Folge die Produktivität von Unternehmen - gefährden. In Deutschland gibt es längere

⁸¹ Aufferbeck, M et.al. o.D.: Soziale Dimensionen von Klimawandelfolgen. Synthese der zentralen Ergebnisse des Projektes. Hrsg. Umweltbundesamt (in Veröffentlichung)

⁸² Maßnahmen für eine bessere Information der Bevölkerung finden sich im Cluster [Bevölkerungsschutz], [Gesundheit] und im Handlungsfeld [Eigenvorsorge]. Für die Prävention vor materiellen Schäden bei Gebäuden finden sich Ziele und Maßnahmen im Handlungsfeld [Gebäude].

⁸³ DAS Monitoringbericht 2023: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/monitoringbericht-2023>

⁸⁴ DAS Monitoringbericht 2023 S. 220 ff

⁸⁵ S. u.a.: Noch immer treffen soziale Benachteiligungen mit gesundheitsrelevanten Umweltbelastungen zusammen. So sind von Armut betroffene Menschen auch öfter von Lärm, Luftschadstoffen, den Auswirkungen des Klimawandels und gerade in Städten von fehlenden Grün- und Freiflächen betroffen. Vor dem Hintergrund des Klimawandels werden v. a. in Innenstädten die negativen Auswirkungen zunehmen. Hier setzt die Umweltgerechtigkeit an. TT1 Bericht, S. 13; s.a. SRU 2023 Abschnitt 2.2.3, S. 39

Hitzeperioden, intensivere Sonneneinstrahlung, höhere Wahrscheinlichkeit von Extremwetterereignissen und Veränderungen in Flora und Fauna. Diese klimawandelbedingten Veränderungen haben schon jetzt Auswirkungen auf die Arbeitsbedingungen und gefährden die Gesundheit der Beschäftigten, wenn nicht rechtzeitig erforderliche Maßnahmen des Arbeitsschutzes ergriffen werden.

Das Bundesministerium für Arbeit und Soziales hat im November 2023 einen umfassenden Beteiligungsprozess mit Stakeholdern im Bereich Arbeitsschutz gestartet. Im Rahmen des Programms ARBEIT: SICHER + GESUND (ASUG) werden im Lauf des Jahres 2024 die Aspekte Schutz vor Hitze, Extremwetterereignisse, neue Gefahrstoffe und Vektoren (z.B. Allergene, Stechmücken, Zecken) sowie Sensibilisierung und Compliance behandelt.. Mit Blick auf die Beschäftigten muss ein wirksamer und praktikabler Gesundheitsschutz bei der Arbeit weiterhin sichergestellt werden. Um dies zu gewährleisten, muss der Arbeitsschutz an die veränderten klimatischen Bedingungen angepasst und Rahmenbedingungen für menschengerechte Arbeit festgelegt werden. Dabei hat der Erhalt der Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten im Vordergrund zu stehen.

Aktionsfeld "Bereitstellung digitaler Datengrundlagen für die Klimaanpassung" (Text: BMDV/BMBF, keine Zielentwicklung)

Klimarisikoanalysen bilden die Grundlage für die Entwicklung von Klimaanpassungsstrategien und -konzepten auf der Ebene von Bund, Ländern und Gemeinden sowie bei Trägern öffentlicher Belange. Bundesweit einheitliche Basisdatensätze zur Klimaentwicklung sichern dabei eine kohärente Datengrundlage und ermöglichen eine Vergleichbarkeit der auf verschiedenen Ebenen erstellten Anpassungskonzepte und -strategien. Klimatologische Basisdaten und Dienstleistungen stellt insbesondere der Deutsche Wetterdienst digital auf verschiedenen Vertriebswegen und -Plattformen zur Verfügung (z.B. Klimaberatung, Deutscher Klimaatlas, CDC – Climate Data Center, Klimavorhersagewebsite, opendata-Server, etc.). Daneben warnt der Deutsche Wetterdienst vor bevorstehenden Extremereignissen wie beispielsweise Starkregen, Stürmen oder Hitzewellen. Diese Warnungen werden u. a. über die Webseite des DWD und die DWD WarnWetter-App verbreitet. Mit dem Aufbau des Naturgefahrenportals für Deutschland stellt der DWD in Zukunft auch Lage- und Vorsorgeinformationen sowie Frühwarnungen integral zu einer mit Ausgabe-Version kontinuierlich wachsenden Anzahl von Naturgefahren bereit. Diese sollen an zentraler Stelle in einheitlichem und barrierefreiem Format veröffentlicht werden und sämtliche Angaben enthalten, die für das Verständnis der Informationen und Warnungen erforderlich sind. Mit dem seit 2020 zur Verfügung stehenden DAS-Basisdienst „Klima und Wasser“ wird das Angebot an einheitlichen und qualitätsgeprüften Basisdatensätzen sowie anforderungsgerechten Klimadiensten, sowohl für die Vergangenheit (Klimamonitoring) als auch für die potenzielle Klimazukunft (Klimavorhersagen und Klimaprojektionen) Schritt für Schritt erweitert. Am DAS-Basisdienst sind in seiner aktuellen Ausbaustufe vier Bundesoberbehörden des BMDV beteiligt: DWD, Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) und Bundesanstalt für Wasserbau (BAW). In enger Zusammenarbeit und auf Grundlage des aktuellen Forschungsstandes (insb. Weltklimarat IPCC) erarbeiten die Partnerbehörden klimatologische, hydrologische und maritime Datenprodukte in hoher räumlicher Auflösung und stellen diversen Nutzergruppen vielfältige Klimadienstleistungen bereit.

Weitere Anbieter, die Produkte und Dienstleistungen zum Klimawandel auf regionaler Skala zur Verfügung stellen, sind unter anderem das Climate Service Center Germany GERICS, die regionalen Klimabüros der Helmholtz-Gemeinschaft, das Deutsche Klimarechenzentrum und Klimabüros sowie Kompetenzzentren der Bundesländer. Im Zuge des Klimaanpassungsgesetzes wird mit einem

steigenden Bedarf aller behördlichen Akteure (Bund, Länder, Kommunen sowie Trägern öffentlicher Belange) an klimatologischen, hydrologischen und ozeanographischen Basisdatensätzen sowie daraus ableitbaren Portfolios für passgenaue Anpassung gerechnet. Um diesen zeitnah und in der erforderlichen räumlichen und zeitlichen Auflösung bedienen zu können, sind fachliche Entwicklungsarbeiten sowie der Aufbau eines auch auf die Anforderungen der regionalen bis hin zur kommunalen Ebene ausgerichteten Datenabgabesystems notwendig. Die entwickelten wissenschaftlichen Methoden zur Erzeugung der benötigten Datenprodukte müssen hierbei weitestgehend operationell umgesetzt werden, um neue wissenschaftliche Erkenntnisstände ressourceneffizient in den jeweils aktuellen Klimadatengrundlagen für Klimarisikoanalysen abbilden zu können.

Aktionsfeld: „Eigenvorsorge“ und finanzielle Vorsorge

Für eine erfolgreiche Klimaanpassung in Deutschland ist neben dem Zusammenwirken der verschiedenen Akteure auf allen staatlichen Ebenen und in allen Handlungsfeldern auch die Mitwirkung der Bevölkerung erforderlich („Eigenvorsorge“). Sie umfasst insbesondere die bauliche/strukturelle Vorsorge am Gebäude und im Wohnumfeld, die organisatorische/ betriebliche Vorsorge während Nutzung und Betrieb⁸⁶ sowie die finanzielle Vorsorge z.B. durch Versicherungen.

Hintergrund:

Die Studie „Kosten durch Klimawandelfolgen in Deutschland“ im Auftrag der Bundesministerien für Wirtschaft (BMWK) und für Umwelt (BMUV)⁸⁷ zeigt, dass seit dem Jahr 2000 in Deutschland jährlich im Schnitt 6,6 Milliarden Euro Schadenskosten durch Naturgefahren entstanden, die sich insgesamt auf mind. 145 Milliarden Euro Schadenskosten addieren. Zu den finanziellen Schäden kommen die irreversiblen Verluste an Menschenleben sowie die schwierige Prognose der zukünftigen finanziellen Belastungen für öffentliche und private Haushalte, die aufgrund des zunehmenden Schadenpotentials durch den Klimawandel jedoch grundsätzlich eine steigende Tendenz aufweisen. Das Sturmtief „Bernd“ im Jahr 2021 sorgte für Rekordschäden in Deutschland. Rund 30 % der Gesamtschäden waren dabei versichert – um die restlichen Schäden zu kompensieren, wurde ein Sondervermögen „Aufbauhilfe 2021“ in Höhe von bis zu 30 Milliarden Euro geschaffen. Davon wurden 16 Mrd. Euro vom Bund und 14 Mrd. Euro von den Ländern bereitgestellt. Im Kontext der Naturgefahren kann eine gesteigerte Versicherungsdichte einen bedeutsamen Beitrag zur Resilienz von Gesellschaft und Wirtschaft gegen die Folgen des Klimawandels leisten und eine Belastung von öffentlichen Haushalten im Schadenfall verhindern. Jedoch nur durch substantielle Maßnahmen zur Risikoprävention ist eine deutliche finanzielle Entlastung von öffentlichen und privaten Haushalten erzielbar, indem Schadensfälle verhindert oder Schäden reduziert werden.

Eigenvorsorge im Bereich Wohngebäude

Derzeit sind nur etwas mehr als die Hälfte aller Wohngebäude in Deutschland gegen Naturgefahren (Elementargefahren) versichert. Grundsätzlich erstrebenswert ist daher eine flächendeckende Erhöhung der Versicherungsdichte und eine Beseitigung der regionalen Heterogenität der Versicherungsdichte im Bereich der Versicherung von Wohngebäuden, wobei es gleichzeitig Fehlanreize für weniger bauliche und organisatorische Eigenvorsorge zu vermeiden gilt.

⁸⁶ Vgl. auch Handlungsfelder Gebäude und Bevölkerungsschutz

⁸⁷ <https://www.bundesregierung.de/breg-de/schwerpunkte/klimaschutz/kosten-klimawandel-2170246>

Am 15. Juni 2023 fassten der Bundeskanzler und die Ministerpräsidentenkonferenz der Länder (MPK) im Anschluss an frühere Beratungen den Beschluss zur Einrichtung einer gemeinsamen Arbeitsgruppe zu Elementarrisiken (BLAG Elementarrisiken).

Die Arbeitsgruppe soll alle Optionen prüfen, wie die Verbreitung der Elementarschadenversicherung erhöht werden kann inklusive einer Pflichtversicherung. Sie soll ferner prüfen, welche Präventionsmaßnahmen z. B. im Bau- und Umweltrecht notwendig sind, um die Eintrittswahrscheinlichkeit von Schäden bei Naturereignissen zu reduzieren, und wie finanzielle Risiken für die öffentlichen Haushalte durch Großschadensereignisse beherrschbar gehalten werden können.

Die Bundesregierung hat den Ländern bei der Besprechung des Bundeskanzlers mit den Regierungschefinnen und Regierungschefs der Länder am 20. Juni 2024 über die Ergebnisse der Beratungen der Bund-Länder-Arbeitsgruppe zu Elementarrisiken berichtet und die Einführung einer Angebotspflicht für die Versicherung von Elementarrisiken vorgeschlagen. Die Bund-Länder-Arbeitsgruppe wird die Beratungen fortsetzen.

Eigenvorsorge im Bereich gewerblich genutzter Immobilien

Auch für gewerblich genutzte Immobilien stellen Extremwetterereignisse ein großes Risiko dar, auf das die Klimaanpassungsstrategie nach Auswertung der Ergebnisse aus der BLAG Elementarrisiken ggfls. eingehen sollte (Forschungsbedarf).

Maßnahmen:

Baulich-organisatorische Maßnahmen sind im Cluster Infrastruktur und beim Handlungsfeld Bevölkerungsschutz zu finden. Finanzielle Vorsorgemaßnahmen werden auf Basis der Ergebnisse der Bund-Länder-Arbeitsgruppe zu Elementarrisiken [und nach Beteiligung der Öffentlichkeit für die Klimaanpassungsstrategie des Bundes] ggfls. angepasst.

Indikatoren: Im Rahmen des DAS Monitoring werden die Schadensentwicklung für die Versicherungen (FiW-I-1), das Risikobewusstsein (FiW-I-2) sowie mit (BAU-I-5) der Schadenaufwand in der Sachversicherung erfasst.

Der Indikator der Versicherungsdichte (Bau-R-4) im Bereich Elementarschutz für Gesamtdeutschland soll steigen und zukünftig zusätzlich differenziert nach Bundesländern ausgewiesen werden.

Aktionsfeld „Bildung“ (keine Zielentwicklung)

Bildung und Kapazitätsaufbau zu Klimawandelfolgen und Vorsorge- bzw. Anpassungsmaßnahmen in allen Handlungsfeldern sind wichtige Voraussetzungen für eine auf weitere künftige Klimaveränderungen einzahlende und gelungene Planung und praktische Umsetzung von konkreten Maßnahmen. Fehlende Kompetenzen und Fachkräftemangel in relevanten Branchen, wie Landwirtschaft, Bauwesen und Infrastruktur können die Fortschritte bei der Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen gefährden.

Sowohl in der schulischen Bildung, der beruflichen Bildung als auch in der Erwachsenenbildung existieren bereits punktuell Bildungsangebote zu Themen der Klimaanpassung. Beispiele sind die Bildungsmaterialien zu Klimaanpassungsthemen über die Website www.umwelt-im-unterricht.de und die seitens BMUV geförderten Bildungsmodule zu Klimaanpassung. Auch in der Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) und dem dazugehörigen Portal des BMBF (www.bne-portal.de) finden sich klimarelevante Angebote.

Auf kommunaler Ebene ist mit den u. a. durch BMUV geförderten „Klimaanpassungsmanager*innen“ eine neue berufliche Qualifizierung entstanden, mit dem das Thema Klimaanpassung in den kommunalen Strukturen und Aufgaben zentral verankert wird. Erforderliche Fortbildungsangebote werden z. B. durch das Zentrum KlimaAnpassung (ZKA) angeboten. Darüber hinaus können Fort- und Weiterbildungen für verschiedene Bereiche der kommunalen Verwaltung zu Klimaanpassungsthemen, wie wassersensible Stadtentwicklung und blau-grüne Infrastrukturen, die Umsetzung in der kommunalen Praxis fördern. Durch die Förderung von Bildungskommunen mit BNE als thematischem Schwerpunkt aus Mitteln des ESF Plus sowie mit dem Kompetenzzentrum Bildung-Nachhaltigkeit-Kommunen (BiNaKom) schafft das BMBF gezielt Angebote, um auch auf kommunaler Ebene die Umstellung auf eine nachhaltige Lebensweise zu unterstützen.

Neben diesen übergreifenden Kompetenzen sind fachspezifisches Wissen und Fähigkeiten zu Klimawandelfolgen und Anpassungsoptionen in einer Vielzahl von Berufsgruppen, z.B. im Bauwesen, in der Wasserwirtschaft, Land- und Forstwirtschaft oder Medizin, eine wichtige Grundlage für eine nachhaltige Entwicklung von Wirtschaft und Gesellschaft. Mit dem ESF Plus-Programm „Nachhaltig im Beruf – zukunftsorientiert ausbilden“ fördert das BMBF Projekte zur beruflichen Bildung für nachhaltige Entwicklung. Der aktuelle Schwerpunkt des Programms liegt auf der nachhaltigkeitsbezogenen Qualifizierung des ausbildenden Personals in den Betrieben. Dieses soll befähigt werden, sein berufliches Handeln an Nachhaltigkeitsaspekten auszurichten und das entsprechende Wissen an die Auszubildenden weiterzugeben - auch mit Blick auf die in der dualen Ausbildung verpflichtend zu vermittelnde Standardberufsbildposition „Umweltschutz und Nachhaltigkeit“.

Insbesondere Aus-, Fort- und Weiterbildungen zu Themen der Klimaanpassung in jenen Berufsgruppen mit einem hohen Potential, Klimaanpassungsmaßnahmen umzusetzen, sollten im formalen Bildungssystem gestärkt werden. Dazu zählt auch der Bereich der Schulbildung, um frühzeitig die Eigenvorsorge zu stärken und Qualifizierungsgrundlage für das Berufsleben zu legen. Eine Verbesserung von Arbeitsbedingungen und damit eine Stärkung der Attraktivität der Berufe können eine effektive Nachwuchsförderung und Nachqualifizierung in entsprechenden Berufen unterstützen.

Aktionsfeld „Sport“ (keine Zielentwicklung)

Der Gesundheitsschutz von Sportlerinnen und Sportlern, die Gewährleistung des Sportbetriebs und die Sicherung von Sportanlagen sind zentrale Elemente im Aktionsfeld Sport. Der Klimawandel führt zu einer Veränderung der Gesundheitschancen aber auch der gesundheitlichen Risiken für Sporttreibende und Sportinteressierte. Starkregen, Hitze oder Trockenheit bekommen viele Sportlerinnen und Sportler, die im Freien sportlich aktiv sind, zu spüren. Sportanlagen werden aufgrund von Hitze oder Überschwemmungen nicht nutzbar. Die Bedingungen für ganze Sportarten, die auf Schnee oder ausreichende Wasserstände angewiesen sind, verändern sich deutlich.

Obwohl der Sport durch den Klimawandel sehr stark betroffen ist, fehlt es an systematischen Analysen und Hilfestellungen zu Klimavorsorge und Anpassungsmaßnahmen für die Gesundheit von Sportlerinnen und Sportlern oder im Vereinsleben, bei Wettkämpfen und Sportveranstaltungen. Das BMUV unterstützt daher den Wissens- und Erfahrungsaustausch mit Dialogformaten unter enger Einbindung von Sportorganisationen und anderen Stakeholdern. Auf Grundlage einer Studie zum Gesundheitsschutz und zu Vorsorgemaßnahmen in ausgewählten Sportarten sollen zudem aktuelle Erkenntnisse gewonnen und praxisnahe Handlungsempfehlungen für Sportorganisationen und Sportaktive angeboten werden. Das Bundesinstitut für Sportwissenschaften (BISp) lässt zudem untersuchen, wie Sportanlagen künftig ganzheitlich klimaresilient gestaltet werden können

Tabelle 1: Übersicht über Zielentwürfe, Indikatoren und Maßnahmenvorschläge im Cluster Übergreifendes (Maßnahmen teilw. textlich gekürzt, Stand: Oktober 2023).

Klimaanpassungsziel	Jahr der Zielerreichung	Indikator	Maßnahmen/ Instrumente zur Zielerreichung
<p>Bis 2030 liegen für 80% der von den Ländern im Rahmen des Bundes-Klimaanpassungsgesetzes dazu verpflichteten Gemeinden bzw. Landkreise Klimaanpassungskonzepte vor.</p>	<p>2030</p>	<p>NEU: Indikator „Anzahl der von den Ländern im Rahmen des KAnG dazu verpflichteten Gemeinden bzw. Landkreise mit vorliegendem Klimaanpassungskonzept“.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Bundes-Klimaanpassungsgesetz • DAS-Förderrichtlinie „Förderung von Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels“ • Beratungs-, Informations-, Vernetzungs- und Fortbildungsangebote des Bundes, u.a. ZKA, DAS Basisdienst, KLIVO Portal etc. • Kapazitätsaufbau und Ausbildung, u.a. über Ausbildung von Klimaanpassungsmanagern durch das ZKA • Weitere Maßnahmen des Bundes, z. B. Handlungsempfehlungen für die Erstellung von Hitzeaktionsplänen⁸⁸ sowie der „Hitzeservice“

⁸⁸ <https://www.bmu.de/themen/gesundheitspolitik/gesundheitspolitik-im-klimawandel/handlungsempfehlungen-zu-hitzeaktionsplaenen>

Klimaanpassungsziel	Jahr der Zielerreichung	Indikator	Maßnahmen/ Instrumente zur Zielerreichung
Ab 2026 werden die Bundesausgaben für die Klimaanpassung alle zwei Jahre erhoben. Die Bundesregierung erhebt auch Daten zu Schadenssummen, die auf Schäden durch Wetterextreme zurückzuführen sind.	2026	<ul style="list-style-type: none"> • NEU: Indikator „Bundesausgaben zur nationalen Klimaanpassung“ • NEU: „Extremwetterbedingte Schadenssummen“ 	<ul style="list-style-type: none"> • Abstimmung und Verstetigung der Methodik zur Erhebung von Bundesausgaben • Schätzung der klimawandelbedingten Schäden
<p>In der vom Bund geförderten Forschung soll der Anteil von Verbänden, die Adressaten der Forschungsergebnisse (z.B. Kommunen, Verbände, Unternehmen) als Partner beteiligen, bis 2040 um mindestens 20 Prozentpunkte (Referenzzeitraum 2022-2024) gesteigert werden.</p> <p>Bis 2035 soll der Transfer von mindestens 20 eigenständigen Produkten aus der bundesfinanzierten Forschungsförderung in die Praxis etabliert werden.</p>	<p>2040</p> <p>2035</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Quantitativer Indikator: Abfrage des prozentualen Anteils von Adressaten in Forschungsverbänden auf Basis des Aktionsplans Anpassung (APA) und des Förderkatalogs und ggf. weiterer Quellen. • Quantitativer Indikator: Abfrage der Anzahl von bereitgestellten Produkten aus der Forschung bei den einschlägigen Daten- und Beratungsdiensten der Bundesregierung, wie etwa Zentrum für Klimaanpassung, dem Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, dem Deutschen Wetterdienst, dem Climate Service Center Germany (GERICS) oder dem DAS-Basisdienst. 	<ul style="list-style-type: none"> • Wo sinnvoll und angemessen wird in neuen Förderrichtlinien zur Anpassungsforschung die Beteiligung von Adressaten/Nutzern auferlegt. • Transferphasen werden, wo sinnvoll und angemessen, in Förderrichtlinien gestärkt

Klimaanpassungsziel	Jahr der Zielerreichung	Indikator	Maßnahmen/ Instrumente zur Zielerreichung
<p>Der Bund zeigt einen nationalen Rahmen mit Indikatoren und Maßnahmen auf entsprechend der internationalen Grundsatzdokumente und Aktionspläne und im Einklang mit den Verpflichtungen der Welterbekonvention, damit die UNESCO-Welterbestätten in Deutschland bis 2030 Klimaschutzmaßnahmen und/oder Klimaanpassungskonzepte oder -pläne (z. B. als Teil ihrer Managementpläne, Pläne für das Katastrophenrisikomanagement und Rahmenkonzepte) entwickeln können.</p>	<p>2030</p>	<ul style="list-style-type: none"> • NEU: Anzahl der Welterbestätten in Deutschland mit Klimaanpassungskonzept • (Teil-)Indikator: Welterbestätten mit standardisierter Vulnerabilitätsanalyse 	<p>Informations- und Datenmanagement verstetigen (Ü-4.1)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Digitale Informationsplattformen erweitern und vernetzen • Internationale Anforderungen verbreiten • Klimaschadensschätzung um Kulturerbe und Naturerbe erweitern • Welterbestätten bei der Beschaffung von Daten über klimabedingte Gefahren, Vulnerabilitäten und Risiken sowie anderer Basisinformationen unterstützen und eine Übersichtskarte zur Gefährdung des Welterbes erstellen • Integration von Wissen, Daten und Methoden zwischen Kultur und Klimaforschung. • Sammlung, Austausch und Verbreitung von tradiertem Wissen und Techniken zur Klimaanpassung <p>Evaluierung Forschungsergebnisse</p> <p>Unterstützung der Maßnahmen zur Klimaanpassung der Welterbestätten im Rahmen verfügbarer Ressourcen (Ü-4.2)</p>

Klimaanpassungsziel	Jahr der Zielerreichung	Indikator	Maßnahmen/ Instrumente zur Zielerreichung
			<ul style="list-style-type: none"> • Identifikation relevanter Maßnahmen in Zusammenarbeit mit den zuständigen Behörden und den Welterbestätten • Ermutigung der einschlägigen Institutionen zur Überwachung und Vorbereitung auf die Risiken des Klimawandels • Vernetzung, Koordinierung und Steuerung der Klimaanpassung <p>Förderung von Klimaanpassungsmaßnahmen der Welterbestätten im Rahmen verfügbarer Ressourcen (Ü-4.3)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maßnahmen zum Schutz des Wattenmeeres und der alten Buchenwälder • DAS-Förderung von Kommunen mit Welterbestätten • Anpassung urbaner Räume an den Klimawandel • Städtebauförderprogramme und andere

Klimaanpassungsziel	Jahr der Zielerreichung	Indikator	Maßnahmen/ Instrumente zur Zielerreichung
<p>Bis zum Jahr 2033 liegen für 100.000 Hektar der Bundesforst-Flächen Managementpläne in Form von Forsteinrichtungswerken vor, die Maßnahmen der Klimaanpassung vorsehen.</p> <p>Bis zum Jahr 2027 sollen Starkregenchecks für 100% der zivilen Liegenschaften des Bundes erstellt werden.</p>	<p>2033</p> <p>2027</p>	<ul style="list-style-type: none"> • NEU: Hektar der Bundesforst-Flächen mit Managementpläne in Form Forsteinrichtungswerken • NEU: Anzahl der zivilen Liegenschaften des Bundes, für die Starkregenchecks durchgeführt wurden 	<ul style="list-style-type: none"> • Für 25.000 Hektar der Bundesforst-Flächen werden Managementpläne in Form Forsteinrichtungswerken pro Jahr erstellt • Modellierung der standortangepassten Baumarten für alle Bundesforst-Flächen unter Berücksichtigung der zukünftigen Klimaszenarien • Modellierung der naturnahen Waldgesellschaften unter Berücksichtigung der zukünftigen Klimaszenarien • Möglichkeit der Beauftragung der Bauverwaltungen mit der Durchführung des Starkregen-Checks nach entsprechender Priorisierung <p>Möglichkeit der Beauftragung der Bauverwaltungen mit der Durchführung des Starkregenchecks nach entsprechender Priorisierung.</p>

4. Bedarfe für zukünftige Weiterentwicklungen

Klimaanpassungsplanung

Entsprechend der Regelungen des KAnG wird perspektivisch eine möglichst flächendeckende Klimaanpassung in Deutschland angestrebt. Als mögliche Weiterentwicklung des o.g. Zielentwurfes zur Klimaanpassungsplanung kommt daher die Erhöhung des Zielwerts auf 100% in Frage. Auch eine Weiterentwicklung des Ziels ist denkbar, die neben der Entwicklung von Konzepten auch deren Umsetzungsstand (bspw. im Sinne eines „Umsetzungsmonitorings“) in den Blick nimmt. Darüber hinaus kann eine Weiterentwicklung des Ziels auch in der Etablierung einer Zielmarke auch für die nach dem KAnG nicht dazu verpflichteten Gemeinden bzw. Landkreise bestehen.

Kultur & Naturerbe: Schutz der Welterbestätten

Der Forschungsbedarf für den Bereich des Kulturerbes ist im Rahmen des europäischen OMK Berichts der Expertengruppe⁸⁹ sowie im White Paper des JPI Cultural Heritage and JPI Climate⁹⁰ umfassend erhoben, Prioritäten sind bestimmt worden und beziehen sich vor allem auf die physischen Risiken und die materielle Resilienz der Kulturgüter. Neben der bestehenden Förderung von Klimaanpassungsmaßnahmen (s.o.) können dabei vor allem langfristig angelegte Forschungsprogramme zur Methodenentwicklung, zum Wissensmanagement und zur Innovationsförderung – ggf. auch im europäischen Kontext – einen wichtigen Beitrag leisten. Darüber hinaus haben die deutschen Projekte BMBF KERES und ein DBU-Verbundprojekt den nationalen Forschungsbedarf aufgezeigt⁹¹. In Ergänzung dazu sind – auch im Kontext der o.g. Maßnahmen - spezifisch für die DAS zu entwickeln:

- Integration der Schutzbelange des Natur- und Kulturerbes in die Klimawirkungs- und Risikoanalyse
- Entwicklung von Indikatoren für die Bewertung der Klimawandelfolgen (Impact) und der Fortschritte bei der Risikovorsorge (Response) sowohl für die Welterbestätten als auch für die.

Erhebungs- und Bilanzierungsmethode für Klimaschäden an Welterbestätten zur Verwendung in der Klimaschadensschätzung.

Aktionsfeld: Soziale Gerechtigkeit in der Klimaanpassung (keine Zielentwicklung)

Neben der Eigenvorsorge ist der Bedarf für umsetzungsorientiertes Wissen darüber, wie vorsorgender Schutz vulnerabler Personen gestaltet werden kann, groß: Nur 16 % der Kommunen geben an, dass Wissen über die sozialen Auswirkungen klimatischer Veränderungen für die Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen vorhanden sei⁹². Um die Entwicklung geeigneter institutioneller Rahmenbedingungen zu unterstützen, entwickelt das Umweltbundesamt, gemeinsam mit relevanten Stakeholdern und Expertinnen und Experten, Umsetzungsleitlinien für den vorsorgenden Schutz vulnerabler Personen in der lokalen Klimaanpassungsplanung. Zusätzlich erforscht das Umweltbundesamt die Verteilungswirkungen von Klimaanpassung, mit dem Ziel überproportionale Belastungen einzelner Bevölkerungsgruppen, vulnerabler Personen oder Gebieten durch Klimaanpassungsmaßnahmen entgegenzuwirken.

⁸⁹ Strengthening cultural heritage resilience for climate change - Publications Office of the EU (europa.eu)

⁹⁰ JPI Cultural Heritage & JPI Climate – JPI Climate (jpi-climate.eu) 2022: [Cultural Heritage and Climate Change: New Challenges and Perspectives for Research White Paper](#)

⁹¹ <https://op.europa.eu/de/publication-detail/-/publication/4bfcf605-2741-11ed-8fa0-01aa75ed71a1>
<https://www.icomos.de/icomos/pdf/final-report-chcc-workshop-july-2021-ger.pdf>

⁹² Friedrich et al. (in Vorbereitung): Kommunalbefragung Klimaanpassung 2023. Hrsg. Umweltbundesamt (VÖ Q2,2024)

5. Empfehlungen für Maßnahmen der Länder und anderer Akteure

Die nachfolgend aufgeführten Empfehlungen fokussieren auf ausgewählte Themenbereiche. Die nachfolgenden Ausführungen werden im weiteren Fortgang der Strategieentwicklung ggf. ergänzt und weiterentwickelt.

Klimaanpassungsplanung:

Der Bund empfiehlt den Ländern, sofern noch nicht vorhanden, entsprechend der Angebote des Bundes (hier insbesondere: Beratungsangebot „Zentrum KlimaAnpassung“) eigene Unterstützungsprogramme zur Erstellung von Klimaanpassungskonzepten auf Ebene der Gemeinden und Kreise anzubieten. Den Ländern wird zudem empfohlen, sofern noch nicht vorhanden mit eigenen Beratungszentren zur Klimaanpassung zu einer bedarfsgerechten Informationsunterstützung beizutragen.

Ausgaben- und Schadenserhebung:

Der Bund empfiehlt den Ländern, ebenfalls eine möglichst regelmäßige Erhebung der jeweiligen Landesausgaben zur Klimaanpassung zu prüfen. Die seitens des Bundes entwickelte Methodik kann dafür ggf. auf die jeweiligen Landeshaushalte angepasst und übertragen werden, eine entsprechende Prüfung empfiehlt sich.

Schutz der bundesgeförderten Kultureinrichtungen in Deutschland:

Der Bund geht davon aus, dass die bundesgeförderten Kultureinrichtungen spätestens bis Ende 2025 Notfallpläne mit thematischen Bezügen auch zu Klimawandelfolgen erstellen, sofern solche nicht bereits vorhanden sind.

Forschung (BMBF):

Die Bundesländer sind über ihre Zuständigkeit für Hochschulen und Universitäten sowie die gemeinsame Forschungsförderung durch Bund und Länder ein wesentlicher Impulsgeber für Forschung. Für eine Stärkung der Klimaanpassungsforschung auch vor dem Hintergrund eines besseren Transfers von Forschungsergebnissen ist ein Mainstreaming des Themas in der Forschungslandschaft erforderlich. Das heißt, eine Berücksichtigung von Klimaanpassung in möglichst vielen Forschungsbereichen wird einen breiteren Ergebnistransfer möglich machen. Die Bundesländer können diesen Prozess beispielsweise bei der Einrichtung und Besetzung von Professuren, thematischen Ausrichtung von Universitäts-Instituten oder bei Anträgen im Rahmen der Exzellenzstrategie unterstützen.

Normung & Standardisierung

Eine stärkere Berücksichtigung von Klimaanpassungsbelangen in der Normung und Standardisierung kann die Vorsorge vor Klimafolgen in vielen Bereichen unterstützen. Im Rahmen einer Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes (2021)⁹³ wurde untersucht, inwieweit die Folgen des Klimawandels in den Regelwerken bereits berücksichtigt werden. Die Studie hat hier einen deutlichen Handlungsbedarf aufgezeigt und Ansatzpunkte für eine stärkere Berücksichtigung identifiziert. Unter anderem kann die Prüfung und ggf. Berücksichtigung von Klimaanpassungsaspekten im Zuge von regelmäßigen Überprüfungen bestehender Normen durch die jeweiligen Normungs- und Standardisierungsinstitutionen ein Ansatzpunkt sein.

⁹³ <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/adaptation-standard-analyse-bestehender-normen-auf>