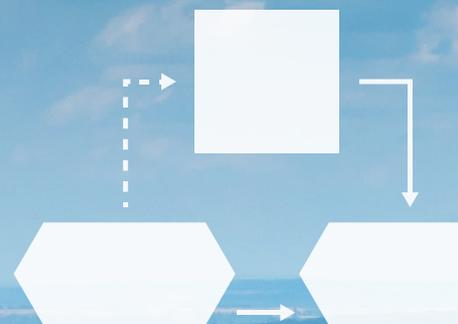


Klimarisikoanalysen auf kommunaler Ebene

Handlungsempfehlungen zur Umsetzung der ISO 14091



Für Mensch & Umwelt

Umwelt 
Bundesamt

KomPass 
Kompetenzzentrum
Klimafolgen und Anpassung

Impressum

Herausgeber:

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

 /umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt

 /umweltbundesamt

 /umweltbundesamt

Autoren:

Luise Porst, Maike Voß, Walter Kahlenborn
(adelphi research gGmbH, Berlin)
Dr. Inke Schauser (Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau)

Redaktion:

Dr. Inke Schauser
Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung (KomPass)
Inke.Schauser@uba.de

Satz und Layout:

undstoffers Designbüro
Schöneberger Ufer 71
10785 Berlin

Publikationen als pdf:

www.umweltbundesamt.de/publikationen

Bildquellen:

Titel: istockphoto.com / Simon Dux

Stand: Juni 2022

ISSN 2363-832X

Klimarisikoanalysen auf kommunaler Ebene

Handlungsempfehlungen zur Umsetzung der ISO 14091



Inhaltsverzeichnis

Impressum	2
1 Einführung	7
2 Handlungsempfehlungen	11
2.1 Vorbereitung einer Klimarisikoanalyse	11
2.1.1 Ziele und Ergebnisse definieren	11
2.1.2 Bestandsaufnahme	12
2.1.3 Projektteam zusammenstellen und Kooperationsmodus vereinbaren	15
2.1.4 Anwendungsbereich und Methodik festlegen	16
2.1.5 Durchführung planen	20
2.2 Durchführung einer Klimarisikoanalyse	20
2.2.1 Auswirkungen screenen	21
2.2.2 Wirkungsketten erstellen	24
2.2.3 Daten zusammenstellen und Indikatoren ermitteln	25
2.2.4 Auswirkungen des Klimawandels analysieren und bewerten	27
2.2.5 Optional: Anpassungskapazität analysieren und bewerten	28
2.2.6 Ergebnisse interpretieren	29
2.3 Kommunikation der Ergebnisse	30
2.3.1 Zentrale Ergebnisse und wichtige Botschaften zusammenstellen	30
2.3.2 Ergebnisse zielgruppenspezifisch kommunizieren	31
3 Praxisbeispiele und Arbeitshilfen	33
4 Quellenverzeichnis	39

1

Einführung

1 Einführung

Angesichts des immer stärker voranschreitenden Klimawandels nimmt die Bedeutung von Klimarisikoplanungen zu. Gerade auf kommunaler Ebene (Städte, Landkreise, Gemeinden) spielen sie eine wichtige Rolle, weil dort die Umsetzung der Vorsorge angesichts der Gefahren der Klimakrise erfolgen muss.¹

Jede Kommune ist von der Veränderung des Klimas betroffen, aber aufgrund räumlicher Gegebenheiten und sozioökonomischer Faktoren auf unterschiedliche Art. Klimarisikoplanungen ermöglichen es Kommunen, die für sie relevanten Auswirkungen des Klimawandels, beispielsweise durch Dürre, Starkregen oder Hitze, zu identifizieren und zu priorisieren. Kommunen können bspw. feststellen, was oder wer am stärksten betroffen ist, d.h. ob Hitzebelastungen für Menschen oder Überflutung von Gebäuden ein Klimarisiko darstellt, sowie wo die am stärksten gefährdeten Gebiete liegen.

Der Mehrwert von kommunalen Klimarisikoplanungen liegt darin, dass

- ▶ sie die lokalspezifische Grundlage sind, damit die Kommunen geeignete Maßnahmen zur Klimaanpassung festlegen und damit widerstandsfähiger gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels werden.
- ▶ sie eine solide Entscheidungsgrundlage liefern, damit die Kommunen den Anpassungsprozess zielgerichtet und planvoll vorbereiten können. Diese langfristige Perspektive ist wichtig, weil viele Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel lange brauchen, um zu wirken und mit erheblichen Investitionen verbunden sind.
- ▶ durch die handlungsfeldübergreifende Analyse kommunale Fachbereiche identifiziert werden, die zusammen Anpassungsmaßnahmen planen und umsetzen sollten. Ein fachbereichsübergreifendes Vorgehen ist aufgrund des Querschnittscharakters der Klimaanpassung wichtig, sowohl um Synergien

zu nutzen als auch Konflikte zu diskutieren und dadurch Lösungsansätze auszuhandeln.

Die vorliegenden Handlungsempfehlungen unterstützen die Vorbereitung und Durchführung einer Klimarisikoplanung auf kommunaler Ebene. Sie fassen den internationalen Standard „Anpassung an den Klimawandel - Vulnerabilität, Auswirkungen und Risikobewertung“ (DIN EN ISO 14091:2021-07)² knapp zusammen und ergänzen diese allgemeine Leitlinie für die Durchführung von Klimarisikoplanungen um spezifische Empfehlungen für die Umsetzung in Kommunen. Dies ersetzt bei der Planung einer Klimarisikoplanung auf kommunaler Ebene jedoch nicht, auch die ISO 14091 zur Hand zu nehmen.

Die Empfehlungen richten sich an diejenigen Akteur*innen, die mit dem Klimaanpassungsprozess auf kommunaler Ebene beauftragt sind. Wer im Speziellen die Steuerung und Koordinierung des Prozesses übernimmt, hängt von der Verortung des Themas innerhalb der jeweiligen Kommunalverwaltung ab. Zielgruppe sind in erster Linie Fachleute, die bereits ein Vorwissen im Bereich Klimawandel haben (z. B. Klimaanpassungsmanager*innen) oder ausreichend Zeit haben, um sich in die Materie einzuarbeiten. Externe Dienstleister*innen, die mit einer Klimarisikoplanung beauftragt sind, können die Handlungsempfehlungen ebenfalls nutzen.

Angesprochen sind sowohl Kommunen, die die vorliegenden Empfehlungen bei der Durchführung einer eigenen Klimarisikoplanung selber nutzen können, als auch Kommunen, die damit eine*n externen Dienstleister*in beauftragen wollen und sich bei der Formulierung der Ausschreibung an diesen Handlungsempfehlungen orientieren können. Primär richten sich die Empfehlungen an Kommunen, die ausreichende Kapazitäten für die Durchführung einer Klimarisikoplanung haben. Für kleine und finanzschwache Kommunen wurden einzelne Hinweisboxen eingefügt. Adressaten der Empfehlungen sind auch Zusammenschlüsse mehrerer kleiner und mittelgroßer Kommunen, die im Verbund Klimaanpassung betreiben. Dementsprechend sind im folgenden Papier auch kommunale

¹ Um die Kommunen in Deutschland dabei zu unterstützen, die für sie jeweils passende Klimaanpassung umzusetzen, legte das Bundesumweltministerium im März 2022 das „Sofortprogramm Klimaanpassung“ vor: <https://www.bmu.de/download/sofortprogramm-klimaanpassung>

² <https://www.beuth.de/de/norm/din-en-iso-14091/331247900>

Zusammenschlüsse gemeint, wenn von „Kommunen“ die Rede ist. Grundsätzlich ist eine interkommunale, kreisübergreifende oder regionale Durchführung einer Klimarisikoanalyse ratsam, um ressourceneffizient kommunenübergreifende Klimarisiken zu identifizieren und gemeinsam Lösungen zu entwickeln.

Die Klimakrise betrifft sowohl natürliche Systeme (Wälder, Böden, Meere, Gewässer, Ökosysteme) als auch von natürlichen Ressourcen abhängige Systeme (Land-, Forstwirtschaft, Fischerei, Wasserwirtschaft, Industrie, Gewerbe) und damit alle Lebensbereiche des Menschen sowie dessen Gesundheit. Da zwischen Klimarisiken in diesen unterschiedlichen Bereichen enge Wirkbeziehungen bestehen, ist es eine Querschnittsaufgabe, die Klimarisiken zu mindern und sich an unvermeidbare Folgen des Klimawandels anzupassen. Dies beginnt bei der Analyse von Klimarisiken, für die sowohl eine breite Fachexpertise als auch die Zusammenarbeit verschiedener Fachbereiche erforderlich sind.

Klimarisikoanalysen sind damit komplex und mit hohen Ungewissheiten behaftet. Viele Aspekte hängen miteinander zusammen und die Klimakrise verändert gewohnte Wahrscheinlichkeiten. Die Ergebnisse einer Klimarisikoanalyse können dazu führen, dass sich Prioritäten verschieben und unbequeme Veränderungen angestoßen werden. Um nicht von der Komplexität und möglichen Konflikten überfordert zu sein, sollten die Beteiligten pragmatisch und konstruktiv an die Analyse herangehen. Sektorale und persönliche Interessen sollten in Anbetracht der Größe der Aufgabe hinter das gemeinsame Interesse zurücktreten, klimaresiliente, das heißt gegenüber dem Klimawandel gewappnete Kommunen zu schaffen, in denen auch zukünftige Generationen gerne und gut leben können.

Die vorliegenden Handlungsempfehlungen enthalten eine Zusammenstellung von Tipps und Hinweisen zur Durchführung von kommunalen Klimarisikoanalysen (Kapitel 2). Die Empfehlungen basieren auf Erkenntnissen der Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland (Kahlenborn et al. 2021b), Praxiserfahrungen der daran beteiligten Autor*innen, dem Leitfaden für Klimawirkungs- und Vulnerabilitätsanalysen (Buth et al. 2017) sowie den Resultaten eines gezielten Austauschs mit einer Vielzahl von Kommunalvertretern. Die Handlungsempfehlungen

orientieren sich an der Gliederung der ISO 14091³. Da die Empfehlungen direkten Bezug auf den Standard nehmen, ist ab Kapitel 2 jedem Teilkapitel eine Kurzzusammenfassung des entsprechenden Abschnitts der ISO 14091 vorangestellt (*siehe Absätze in kursiver Schrift*).

Zusätzlich zu den eigentlichen Empfehlungen wird, soweit möglich, auf Dokumente verwiesen, die Arbeitsschritte bei der Analyse von Klimarisiken konkret ausbuchstabieren, etwa in Form von Checklisten, Schritt-für-Schritt-Anleitungen oder Handreichungen.

Um das mögliche Vorgehen bei der Vorbereitung und Durchführung von Klimarisikoanalysen zu veranschaulichen, werden in Ergänzung zu den Handlungsempfehlungen ausgewählte Praxisbeispiele beschrieben (Kapitel 3).

Diese Empfehlungen sind zudem die Grundlage für das überarbeitete Modul „Klimarisiken erkennen und bewerten“ des Online-Tools Klimalotse⁴, welches sie in vereinfachter Sprache vorstellt.

Legende

Infoboxen enthalten über die Empfehlungen hinausgehende weitere Erläuterungen und Informationen. Hinweisboxen richten sich speziell an kleine und finanzschwache Kommunen.

Infobox

Hinweisbox

³ Aus Gründen der Handhabbarkeit wurden einzelne Gliederungspunkte daraus teilweise zusammengefasst.

⁴ <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/werkzeuge-der-anpassung/klimalotse>

Klimarisikoanalysen (KRA)

Ziel einer KRA ist es, standortabhängige und übergreifende Risiken der Klimakrise zu identifizieren und zu bewerten, ggf. die Anpassungskapazität einzuschätzen, Handlungserfordernisse abzuleiten und entsprechend ihrer Dringlichkeit zu priorisieren. Auf der Grundlage solcher Ergebnisse einer KRA können Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels erarbeitet und zu einem Gesamtkonzept zusammengefügt werden. KRA bilden damit die Grundlage für Klimaanpassungskonzepte.

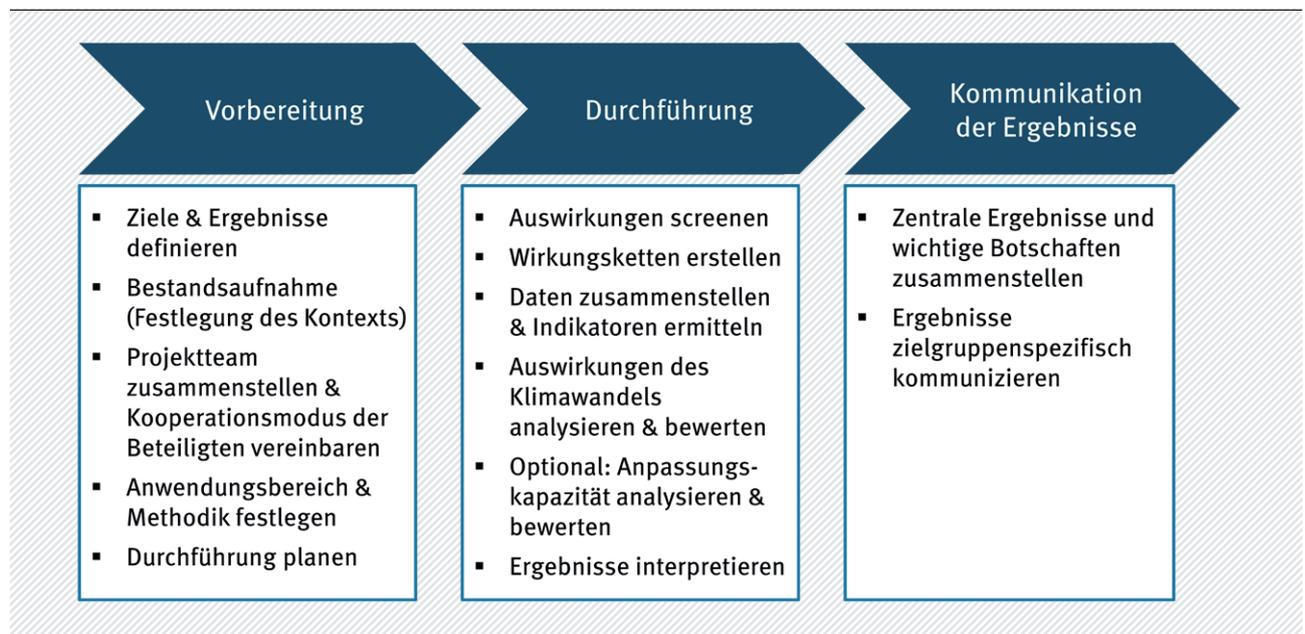
KRA benutzen modellbasierte Projektionen von klimatischen Einflüssen und sozioökonomischen Faktoren, um die zukünftige Betroffenheit von gefährdeten Systemen und Regionen durch den Klimawandel einschätzen zu können. Im Gegensatz zu Stadtklimaanalysen oder Starkregenkarten, werden – je nach Festlegung des Anwendungsbereichs – alle relevanten Klimawirkungen und deren Wirkbeziehungen in den Blick genommen, sodass eine themenübergreifende und integrierte Betrachtung der Risiken möglich ist. Wie kleinräumig Risikobereiche innerhalb einer Kommune mithilfe einer KRA identifiziert werden können, hängt vom jeweils festgelegten Anwendungsbereich und von der Datenverfügbarkeit sowie der räumlichen Auflösung der Daten ab.

Die ISO 14091 benennt drei Phasen einer KRA (siehe Abbildung 1):

- ▶ Vorbereitung
- ▶ Durchführung
- ▶ Kommunikation der Ergebnisse

Abbildung 1

Übersicht der Handlungsempfehlungen zur Umsetzung einer KRA



Quelle: eigene Darstellung, adelphi, in Anlehnung an DIN EN ISO 14091:2021-07

2

Handlungs- empfehlungen

2 Handlungsempfehlungen

2.1 Vorbereitung einer Klimarisikoanalyse⁵

Die Vorbereitungsphase bildet die Basis für eine gelungene KRA und zielt darauf ab, die Rahmenbedingungen, das Ziel und die zu erwartenden Ergebnisse der Analyse zu definieren. Gleichzeitig wird das Projektteam zusammengestellt, die Methodik festgelegt und ein Plan zur Durchführung erstellt (siehe Abbildung 2).

2.1.1 Ziele und Ergebnisse definieren⁶

Der ISO 14091 folgend sollten die Ziele und hierfür die Leitfragen der KRA im Rahmen der Vorbereitung formuliert werden (z. B. „Wie wirkt sich der Klimawandel zukünftig auf meine Kommune aus?“, „In welchen Bereichen ist dringendes Handeln erforderlich?“).

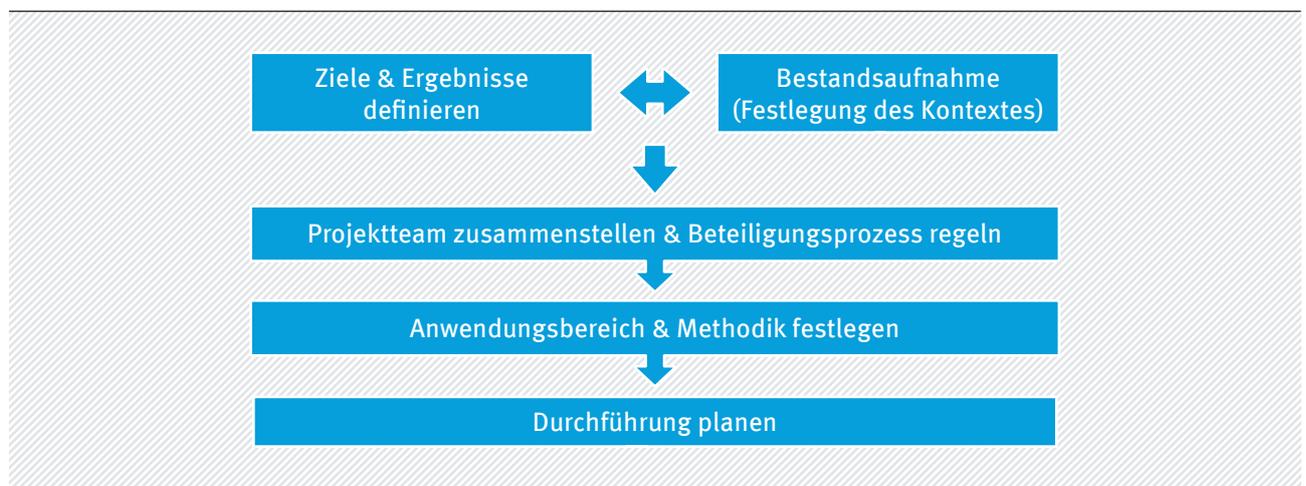
- ▶ Es sollte von den Auftraggeber*innen einer KRA definiert werden, welche Art von Ergebnissen erzielt und wofür diese genutzt werden sollen. Dementsprechend können Leitfragen festgelegt werden, die im Rahmen der Analyse zu beantworten wären. Anhand dessen kann dann später auch die Methodik ausgewählt werden.
- ▶ Bei der Definition der Ziele einer kommunalen KRA sollte die Stadt-/Gemeindeebene und die Landkreisebene unterschieden werden. Zumeist ist die Beteiligung beider Ebenen sinnvoll.
- ▶ Die Ergebnisse einer KRA, z. B. die identifizierten Risiken, werden auf kommunaler Ebene meist benötigt, um Klarheit über Risiken zu gewinnen, diese zu priorisieren und damit Handlungsbedarfe zu begründen sowie passgenaue Anpassungsmaßnahmen erarbeiten zu können.
- ▶ Da der Klimawandel ein kontinuierlicher Prozess ist und die wissenschaftliche Auseinandersetzung damit stetig neue Erkenntnisse zu Tage fördert, kann es sinnvoll sein, eine KRA nach einem gewissen Zeitraum fortzuschreiben. Dieser Aspekt sollte im Rahmen der Zieldefinition berücksichtigt werden.
- ▶ Mithilfe eines politischen Beschlusses über die definierten Ziele der KRA kann deren Verbindlichkeit erhöht werden.

⁵ Kapitel 5 der ISO 14091

⁶ Die ISO 14091 beginnt mit der Festlegung des Kontextes (Bestandsaufnahme). Die Zielfestlegung wird erst als zweites benannt. Im Rahmen der Handlungsempfehlungen sind die beiden Abschnitte vertauscht. Zielfestlegung und Bestandsaufnahme laufen in der Praxis parallel und sind iterative Prozesse. Die Ziele können erst abschließend festgelegt werden, wenn man die Situation bereits etwas kennt, die Bestandsaufnahme kann erst finalisiert werden, wenn die Ziele weitgehend definiert sind.

Abbildung 2

Wesentliche Schritte zur Vorbereitung einer KRA



Quelle: eigene Darstellung, adelphi

2.1.2 Bestandsaufnahme⁷

Lokal relevante Informationen recherchieren

Bereits in der Vorbereitungsphase sollte die Situation der Kommune, also etwa die sozioökonomischen und geographischen Bedingungen sowie typische Trends (z. B. demographischer Wandel, Urbanisierungstendenzen) berücksichtigt werden (Festlegung des Kontextes).

Zudem bedarf es eines ersten Überblicks über bereits vorhandene lokale Informationen zu vergangenen und zukünftigen Klimarisiken.

- ▶ Natürliche Systeme sind die essentielle Grundlage für alle Bereiche des gesellschaftlichen Lebens, der Wirtschaft und menschlichen Gesundheit und gleichzeitig vom Klimawandel besonders bedroht (Kahlenborn et al. 2021b). Dies sollte auch auf kommunaler Ebene einer der zentralen Ausgangspunkte für die Analyse von Klimarisiken, Wirkungsbeziehungen zwischen Handlungsfeldern und die Einschätzung von Anpassungsprioritäten sein.

- ▶ Um die Situation der Kommune zu erfassen, sollten die besonders für den Klimawandel empfindlichen Strukturen, wie beispielweise Naturschutzgebiete, Krankenhäuser, kritische Infrastrukturen oder Lieferketten, sowie vulnerable Personengruppen identifiziert werden.
- ▶ In der Vorbereitungsphase sollten Informationen zu vergangenen lokalen klimatischen Extremereignissen, wie Hochwasser, Trockenheit oder Hitzewellen, und den damit verbundenen Schäden zusammengestellt werden, um bisher betroffene Handlungsfelder zu identifizieren. Auch Informationen zu den Folgen schleichender Veränderungen, wie dem graduellen Temperaturanstieg oder dem Anstieg des Meeresspiegels sollten zusammengetragen werden.
- ▶ Im Ergebnis sollten alle potentiell vom Klimawandel betroffenen Handlungsfelder und Systeme grob identifiziert werden.

⁷ In der ISO 14091 wird dieser Abschnitt der KRA als „Festlegung des Kontexts“ bezeichnet.

Datenquellen

- ▶ Eine Recherche zu bereits vorhandenen lokalen und regionalen Untersuchungen in Bezug auf Klimarisiken wie etwa Hochwassergefahren- oder Hochwasserrisikokarten⁸, Starkregengefahrenkarten, Analysen zu städtischen Hitzeinseln oder Feinstaubbelastung sollte Teil der Bestandsaufnahme sein. Wetterbedingte Einsätze der Feuerwehr könnten hierfür ausgewertet werden. In kartographischer Form können diese bei den GIS-Fachabteilungen im Umwelt-/Planungsbereich vorliegen; bspw. stellen Klimafunktions- beziehungsweise Klimaanalysekarten den Ist-Zustand der thermischen Verhältnisse und Luftzirkulation⁹ im Stadt-/Gemeindegebiet dar.
- ▶ Falls für die eigene Kommune keine relevanten Informationen zur Verfügung stehen, können auch Informationen benachbarter Kommunen oder von Kommunen mit vergleichbaren Kontexten herangezogen werden. Möglichkeiten des interkommunalen Daten- und Informationsmanagements und -austauschs bestehen in Ansätzen bspw. über den Online-Katalog der kommunalen Gemeinschaftsstelle für Verwaltungsmanagement¹⁰ oder (künftig) über die Plattform „envVisio“¹¹, einem Datenpool für kommunale Umweltdaten (beides im Aufbau befindlich).
- ▶ Daten zur Darstellung aktueller und künftiger klimatischer Verhältnisse werden vom DAS-Basisdienst Klima und Wasser sowie vom Climate-Data-Center des Deutschen Wetterdienstes zur Verfügung gestellt und sind über den Regionalen Klimaatlas Deutschland zugänglich.¹²

⁸ Die Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten der Bundesländer finden sich gesammelt auf dem Open Data Portal der Bundesanstalt für Gewässerkunde: <https://geoportal.bafg.de/OpenData/> oder einzeln auf den Webseiten der zuständigen Landeseinrichtungen.

⁹ <https://www.vdi.de/richtlinien/details/vdi-3787-blatt-1-umweltmeteorologie-klima-und-lufthygienekarten-fuer-staedte-und-regionen>

¹⁰ <https://www.kgst.de/datenmanagement>

¹¹ <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/DG/mfund-projekte/envvisio-gi.html>

¹² https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/cdc/cdc_node.html

<https://www.das-basisdienst.de>
<https://www.regionaler-klimaatlas.de/>

- ▶ Auch andere Informationsquellen über – vergangene oder erwartbare – extreme Wetterereignisse, wie etwa Naturgefahrenreporte, Nationale Klimareporte oder der Starkregenkatalog (CatRaRe) können verwendet werden.¹³ Ebenso können überregionale Untersuchungen, wie die KRA der Länder oder die Klimawirkungs- und Risikoanalyse des Bundes (KWRA)¹⁴ nützliche Hinweise auf potentielle Klimarisiken geben.

¹³ <https://www.dwd.de/DE/leistungen/nationalerklimateport/report.html>
<https://www.gdv.de/de/zahlen-und-fakten/publikationen/naturgefahrenreport>
<https://wetterdienst.maps.arcgis.com/apps/dashboards/a490b2b390044ff0a8b8b4c51aa24c60>

¹⁴ <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/KWRA-Zusammenfassung>

Interessierte Parteien identifizieren und partizipative Ansätze planen

Die ISO 14091 empfiehlt die Anwendung partizipativer Ansätze in einer KRA. Dadurch sollen interessierte Parteien mit einschlägiger Expertise frühzeitig in die Entscheidungsfindung einbezogen werden. Partizipation fördert das gemeinsame Verständnis und Verantwortlichkeitsgefühl aller Beteiligten und dient gleichzeitig der Sensibilisierung.

- ▶ Die kommunalen Referate und lokalen Akteur*innen der potentiell von klimatischen Veränderungen betroffenen Handlungsfelder sollten benannt und angesprochen werden (z. B. Referat für Umwelt, Stadtentwicklung und Stadtplanung, Liegenschaften, Tiefbau, Verkehr, Tourismus, Landwirtschaft, Winzer, Forstwirte, Gesundheit, Soziales). Die Federführung und Koordination dessen kann bspw. bei dem/der Klimaanpassungsmanager*in einer Kommune, der Klimakoordinierungsstelle oder bei einem/einer Kommunalvertreter*in mit ähnlichem Tätigkeitszuschnitt liegen.
- ▶ Um alle fachlich relevanten und tatsächlich zuständigen behördlichen Akteur*innen anzusprechen, ist auch die Aufteilung der Verantwortungen in den verschiedenen Fachbereichen auf mehrere Ebenen (Stadt/Gemeinde, Landkreis, Bundesland) zu berücksichtigen, wie auch geteilte oder separate Zuständigkeiten.
- ▶ Es ist zudem relevant, Verwaltungsmitarbeiter*innen die gemeinsame Verantwortung für den Umgang mit den Folgen des Klimawandels zu verdeutlichen. Informationsveranstaltungen können dazu dienen, die Mitwirkung an der KRA zu bewerben.
- ▶ Die fachbereichsübergreifende Zusammensetzung des erweiterten Beteiligtenkreises ist für die Priorisierung von Klimarisiken und die Ableitung von Handlungsbedarfen in einem späteren Schritt der KRA (siehe Kapitel 2.2.4 ff.) wichtig. Eine frühzeitige Beteiligung und damit Akzeptanz der Ergebnisse ist auch bedeutsam, da daraus konkrete Aufgaben für kommunale Akteur*innen bei der Maßnahmenplanung abgeleitet werden.
- ▶ Um die Bedeutung der KRA als Grundlage für die Erstellung eines kommunalen Klimaanpassungskonzepts zu unterstreichen, empfiehlt es sich, kommunalpolitische Akteur*innen und Mandatsträger*innen für den Prozess zu sensibilisieren und ggf. einzubeziehen, etwa als Fachpersonen in bestimmten Handlungsfeldern. Die Unterstützung des Prozesses von politischer Seite kann außerdem die Motivation anderer Akteur*innen zur Beteiligung an der KRA erhöhen.
- ▶ Weitere lokale Akteur*innen wie etwa größere Unternehmen, Hochschulen, Umweltverbände, Sozialverbände, Energieversorger oder kommunale Wasserversorger und -entsorger, Feuerwehr, Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, Bildungs- und Pflegeeinrichtungen, Landwirte, Forstbetriebsgemeinschaften, die als Interessengruppen relevant sein können, sollten identifiziert und – bei unmittelbarer Betroffenheit – angesprochen werden. Für die Einbindung der diversen Akteursgruppen können sich Online-Beteiligungsformate anbieten.
- ▶ Mit den interessierten lokalen Akteur*innen sollte eine grobe Kapazitäts- und Zeitplanung abgestimmt werden, um ein partizipatives Vorgehen vorzubereiten. In diesem Zusammenhang ist zu klären, ob der Partizipationsprozess selbst von

einem/einer externen Akteur*in (professionellem/ professioneller Moderator*in) organisiert und koordiniert oder zumindest unterstützt werden soll (siehe Kapitel 2.1.3).

- ▶ Sollten sich im weiteren Verlauf der KRA noch weitere Akteur*innen als relevant erweisen, sind diese möglichst auch noch in den Prozess einzubeziehen.

Verfügbares Budget kalkulieren und Finanzierung sicherstellen

Neben der Recherche inhaltlicher Informationen müssen auch die Ressourcen, die für die KRA benötigt werden und zu Verfügung stehen, ermittelt werden.

Dies schließt neben finanziellen Ressourcen auch die Prüfung der personellen und technischen Ressourcen mit ein.

- ▶ Im Rahmen der Prüfung der verfügbaren finanziellen und zeitlichen Ressourcen und des erforderlichen Aufwands muss der Detailgrad der Analyse, das heißt deren inhaltliche Tiefe und Breite, abgewogen werden. Auch weniger detaillierte Analysen können eine nützliche Grundlage für die Ableitung von Handlungserfordernissen bilden.

Finanzierung von Klimarisikoanalysen

- ▶ Um die erforderlichen Finanzmittel für die Durchführung einer KRA besser abzuschätzen, können Einschätzungen von Kommunen mit vergleichbaren Kontexten angefragt werden. Einige Kommunen haben bereits Kostenabschätzungen für die Erstellung von Klimaanpassungskonzepten veröffentlicht, bei denen auch eine KRA durchgeführt wurde.
- ▶ Es gibt eine Reihe von Förderprogrammen des Bundes und der Bundesländer, welche sich an Kommunen richten und die Umsetzung von KRA finanziell unterstützen, unter anderem das DAS-Förderprogramm des Bundesumweltministeriums.¹⁵
- ▶ Werden Fördermittel in Anspruch genommen, sind die in den jeweiligen Förderrichtlinien formulierten Anforderungen zu beachten, die auch die Vorgehensweise bei einer Risikoanalyse betreffen können.

¹⁵ <https://www.zentrum-klimaanpassung.de/foerderberatung>

Tabelle 1

Exemplarische Kostenabschätzungen für die Erstellung von Klimaanpassungskonzepten, die eine Analyse von Klimarisiken umfassten

Stadt	Kosten	Quelle
Pforzheim	100.000€ Klimaanpassungskonzept	Stadt Pforzheim
Hagen	500.000€ Integriertes Anpassungskonzept	Stadt Hagen
Speyer	300.000€ Klimaanpassungskonzept inklusive Betroffenheits-analyse und Öffentlichkeitsarbeit	Stadt Speyer
Kaiserslautern	120.000€ Anpassungskonzepterstellung	Stadt Kaiserslautern
Herten	55.000€ Qualitätsmanagement + Maßnahmen als Teil des Anpassungskonzeptes	Stadt Herten

Empfehlungen für eher kleine Kommunen und/oder Kommunen mit begrenzten Ressourcen¹⁶

- ▶ In der Regel wird in kleineren Kommunen die Durchführung einer KRA extern beauftragt oder zumindest externe Expertise hinzugezogen. Vonseiten der Kommune ist dennoch die Beteiligung derjenigen Fachbereiche erforderlich, für die Risiken infolge des Klimawandels inhaltlich relevant sind, also die Bereiche Umwelt (Naturschutz, Wasser, Boden), Infrastruktur und Gebäude, Planen und Bauen, Gesundheit.¹⁷
- ▶ Für den Fall, dass die Bestände an quantitativen Daten in kleineren Kommunen gering ausfallen, bieten sich qualitative Untersuchungsansätze und Erhebungsmethoden an. Außerdem sollte geprüft werden, inwieweit auf übergreifende quantitative Datensätze zurückgegriffen werden kann, bspw. vom den Landesämtern, Regierungsbezirken oder Landkreisen.¹⁸
- ▶ Sofern vorhanden, können Angebote zur Beratung oder fachlichen Begleitung einer KRA auf Landes- oder Regierungsbezirksebene in Anspruch genommen werden.
- ▶ Gerade für die Durchführung von KRA kann sich der Zusammenschluss mehrerer (kleiner) Gemeinden und Landkreise in räumlicher Nähe zueinander anbieten. Zwar ist die Steuerung und Begleitung dessen auch mit einem gewissen Aufwand verbunden, aber indem Kapazitäten gebündelt werden, kann die Planung von Klimaanpassungsmaßnahmen trotz bspw. knapper personeller und finanzieller Ausstattung auf eine solide Grundlage gestellt werden (Beispiele aus der Praxis finden sich in Kapitel 3). Zudem gibt es Förderprogramme zur Unterstützung im Umgang mit den Folgen des Klimawandels, die sich speziell an interkommunale Zusammenschlüsse richten.¹⁹

16 https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-05-19_texte_01-2021_handlungsspielraume_kommunen.pdf

17 Für Beispiele aus der Praxis für die Einbindung von Akteur*innen in die Analyse von Klimarisiken, speziell in Kleinstädten, siehe www.kleinstadtklimafit.de.

18 Fachinformationssystem Klima (Bundesländer): www.klimaanpassung-karte.nrw.de oder <https://www.hlnug.de/themen/klimawandel-und-anpassung/projekte/foerderprojekte>

19 https://www.region-gestalten.bund.de/Region/DE/Home/home_node.html

<https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/aufrufe/aktuelle-meldungen/resiliente-regionen.html>

<https://www.foerderdatenbank.de/FDB/Content/DE/Foerderprogramm/EU/verordnung-umwelt-und-klimapolitik-life.html>

<https://irpud.raumplanung.tu-dortmund.de/forschung/projekte/evolving-regions/>

2.1.3 Projektteam zusammenstellen und Kooperationsmodus vereinbaren

*Nachdem Ziel und angestrebte Ergebnisse definiert, die Situation der Kommune analysiert und potentielle Ansprechpartner identifiziert wurden, sollte das Team zusammengestellt werden, welches die KRA weiter plant und durchführt. Das Projektteam sollte laut ISO 14091 aus fachkundigen Führungskräften und Spezialisten (z. B. für das Erstellen von Maßnahmenplänen) bestehen. Ziel ist es, ein kompetentes Team, das entscheidungsbefugt ist, aufzustellen. Auch die zuvor identifizierten interessierten lokalen Akteur*innen außerhalb der kommunalen Verwaltung bzw. deren Interessen sollten im Projektteam vertreten sein, um anwendungsorientierte Ergebnisse zu erhalten.*

- ▶ Die Expertise des Projektteams sollte möglichst alle potentiell von Klimarisiken betroffenen

Handlungsfelder abdecken. Dabei sind auch die zwischen Gemeinde und Landkreis geteilten Zuständigkeiten in verschiedenen Fachbereichen zu berücksichtigen. Außerdem sollten die verwaltungsinternen (Geo-)Datenanalysefähigkeiten (insbesondere GIS-Expertise) integriert werden.

- ▶ Es empfiehlt sich, eine Kernarbeitsgruppe festzulegen, damit die Arbeitsfähigkeit trotz der – beabsichtigt – breiten Akteursbeteiligung am Gesamtprozess sichergestellt ist.
- ▶ Externe Expert*innen können insbesondere für spezifische Aufgaben, die nicht im fachlichen Kompetenzbereich des eigenen Projektteams liegen, wie z. B. der Umgang mit Klimamodellen und -daten, benötigt werden. Es obliegt

der Kommune, ob externe Expert*innen als Berater*innen hinzugezogen oder in das Projektteam integriert werden. In jedem Fall sollte die Aufgabenverteilung zwischen Auftragnehmer*innen und den kommunalen Teammitgliedern klar festgelegt sein. Bei der Abstimmung und Festlegung der Zuständigkeiten sollten Verwaltungsabläufe und personelle Kapazitäten beachtet werden.

- ▶ Die Verantwortlichkeiten zwischen den Projektmitgliedern sowie regelmäßige Termine zum Austausch innerhalb des Projektteams sollten in einem Arbeits- und Zeitplan klar geregelt sein, der später zu einem Durchführungsplan konkretisiert wird (siehe „Durchführung planen“).
- ▶ Zur Festlegung der Verantwortlichkeiten empfiehlt es sich an, eine/einen Koordinator*in, bspw. eine/einen Klimaanpassungsmanager*in, zu bestimmen. Die Schaffung dieser Personalstelle kann Teil von Förderprogrammen sein.²⁰
- ▶ In Kommunen, bei denen verschiedene administrative Ebenen in die Erstellung der KRA eingebunden sind, kann durch die Bildung eines projektspezifischen Gremiums ein regelmäßiger Austausch sichergestellt werden.
- ▶ Um einen zielführenden Austausch unter allen Beteiligten des Projektteams zu ermöglichen, kann ein „Moderatorenpool“ gebildet werden, auf den für die professionelle Unterstützung, auch des Beteiligungsprozesses insgesamt, zurückgegriffen werden kann.

2.1.4 Anwendungsbereich und Methodik festlegen

Der Anwendungsbereich der KRA, das heißt der Untersuchungsgegenstand, und die anzuwendende Methodik werden durch das Projektteam festgelegt. Dazu wird der Detailgrad der Analyse so festgelegt, dass das in 2.1.1 festgelegte Ergebnis erreicht werden kann. Zu berücksichtigen sind dabei unter anderem die räumliche Auflösung, die einzubeziehenden klimatischen Einflüsse (z. B. Starkregen, Hitze, Trockenheit) und der zu betrachtende Zeitraum.

- ▶ Um den Anwendungsbereich der Risikoanalyse zu definieren, sollten folgende Punkte festgelegt werden:
 - ▶ Das Gebiet, für das die KRA durchgeführt werden soll (z. B. Stadt- oder Gemeindegebiet, einzelne Stadtteile oder -quartiere). Hierbei sind auch die über das Gebiet hinausgehenden Abhängigkeiten zu berücksichtigen.
 - ▶ Der Zeitraum, der in der KRA betrachtet werden soll (siehe Infobox).
 - ▶ Die Handlungsfelder, die für die KRA betrachtet werden sollen. Dabei können die in der Bestandsaufnahme ermittelten (potentiell) betroffenen Handlungsfelder als Anhaltspunkt dafür dienen, wo in Zukunft ein erhöhtes Risiko bestehen kann. Ggf. bietet sich auch ein Abgleich mit den in der KWRA 2021 des Bundes ermittelten Handlungsfeldern mit hohen Klimarisiken an. Zudem empfiehlt sich die bewusste Thematisierung von Wechselwirkungen zwischen den ausgewählten Handlungsfeldern.
 - ▶ Die einzubeziehenden klimatischen Einflüsse und Klimawirkungen.

²⁰ Bspw.

Auswahl des zu betrachtenden Zeitraums einer KRA

- ▶ Je früher Risiken adressiert werden, desto eher ist es möglich, diese (weniger kostenintensiv) zu managen und Folgen des Klimawandels abzumildern. Daher kann es sinnvoll sein, bei der Durchführung einer KRA mehrere Zeiträume zu betrachten, um eine kurz-, mittel- und langfristige Planung zu ermöglichen. So kann ein Bezugszeitraum (z. B. die letzten drei Jahrzehnte), ein Zeitraum der nahen Zukunft (z. B. die nächsten drei Jahrzehnte) und einer der fernen Zukunft (z. B. 2071 bis 2100) betrachtet werden.
- ▶ Bei einem vergleichsweise kurzen Analysehorizont (bis 10, 20 oder 30 Jahre in die Zukunft) sind klimatische Risiken eventuell noch nicht „erkennbar“. Das bedeutet jedoch nicht, dass bis zu diesem Zeitpunkt keine Handlungsnotwendigkeit besteht: Einerseits hat der Klimawandel bereits heute Auswirkungen und wird nicht kurzfristig gestoppt, selbst wenn intensiver Klimaschutz betrieben wird, weil die Treibhausgase viele Jahrzehnte in der Atmosphäre bleiben. Andererseits braucht Anpassung Zeit, um umgesetzt und wirksam zu werden.
- ▶ Bei der KWRA 2021 wurden bspw. die beiden Zeiträume 2031 bis 2060 (Mitte des Jahrhunderts) und 2071 bis 2100 (Ende des Jahrhunderts) gewählt, um sowohl kurz-/mittelfristige als auch langfristige Entwicklungen darzustellen.
- ▶ Die Festlegung des Zeitraums kann sich außerdem am zeitlichen Rahmen des Klimaschutzkonzepts der Kommune – sofern vorhanden – orientieren.

Empfehlungen für eher kleine Kommunen und/oder Kommunen mit begrenzten Ressourcen

- ▶ Nutzung bestehender, frei verfügbarer Informationen und Strukturen (z. B. Handlungsfelder der DAS²¹, weitere Informationen des Klimalotsen oder des KLiVO-Portals²²).
- ▶ Nur die besonders betroffenen Handlungsfelder und Systeme für die Durchführung der Analyse auswählen.
- ▶ Sollten auf übergeordneter räumlicher Ebene (Bundesland, Regierungsbezirk) bereits KRA vorliegen, können deren Datengrundlagen, Ergebnisse und methodische Herangehensweise wichtige Orientierungshilfen für eine kommunale KRA darstellen.
- ▶ Um angesichts knapper Ressourcen den Aufwand einer KRA zu verringern und trotzdem Ergebnisse zu lokal spezifischen Auswirkungen des Klimawandels zu erhalten, könnte es sich anbieten, die Untersuchung nach dem Schritt des „Screenings“ abzuschließen (siehe Kapitel 2.2.1).

²¹ <https://www.umweltbundesamt.de/monitoringbericht-2015-das-handlungsfelder>

²² https://www.klivportal.de/DE/Home/home_node.html

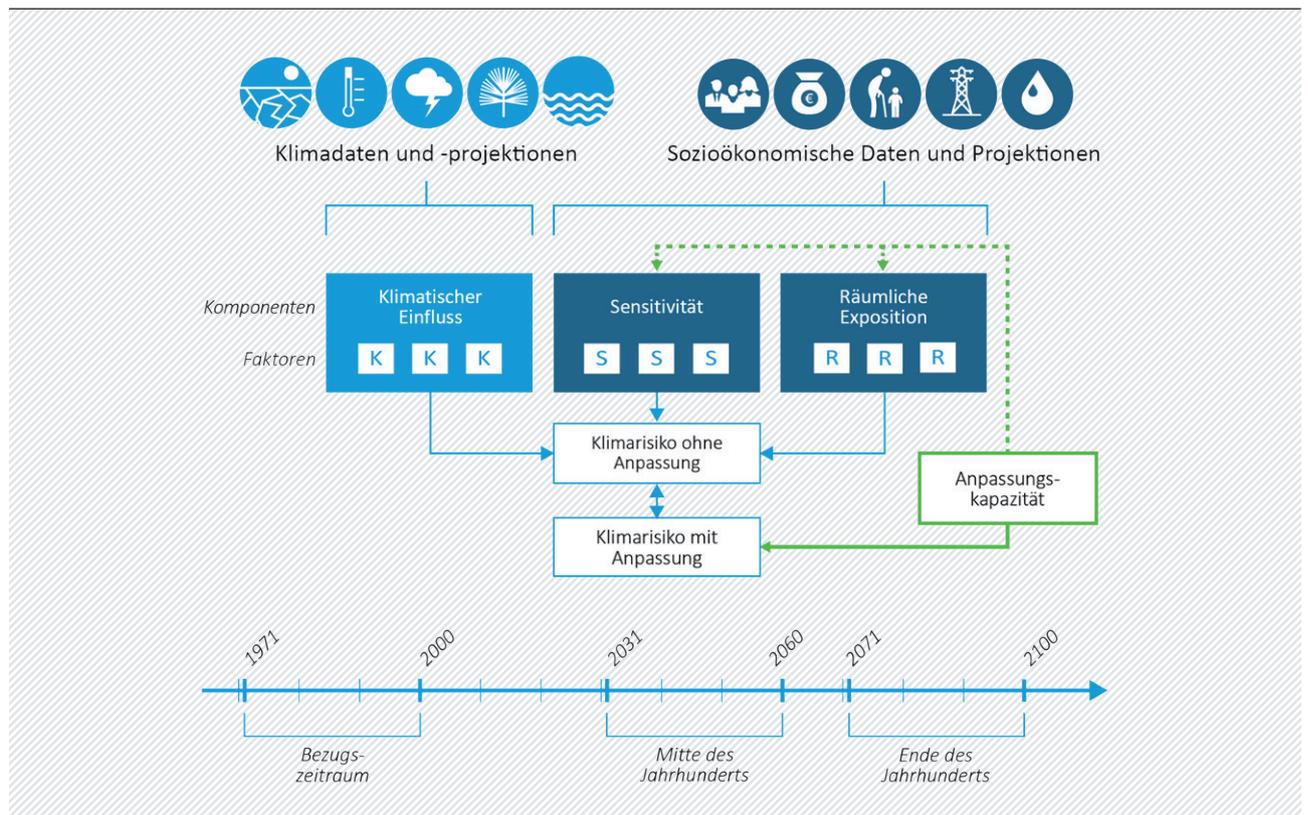
- ▶ Bei der Festlegung der Methodik sollte Folgendes berücksichtigt werden:
 - ▶ Die ISO 14091 folgt hinsichtlich des methodischen Konzepts im Wesentlichen dem 5. Sachstandsbericht (AR5) des Weltklimarats IPCC (IPCC 2014), differenziert aber klarer zwischen Sensitivität und Anpassungskapazität und vermeidet den Begriff der Vulnerabilität (angesichts dessen Vieldeutigkeit). Das Vorgehen auf nationaler Ebene in Deutschland entspricht diesem Ansatz in weiten Teilen (siehe Abbildung 3) (siehe Buth et al. 2017; Kahlenborn et al. 2021a).
 - ▶ Die räumliche und zeitliche Auflösung der verfügbaren Daten und der gewünschten Ergebnisse sollten beachtet werden, z. B. 100 x 100 Meter Raster o.ä. für die räumliche Auflösung.
 - ▶ Ob und welche klimatischen und sozioökonomischen Szenarien verwendet werden, ist von entscheidender Bedeutung. Bei den meisten KRA wurden bisher Klimaszenarien ohne intensiven Klimaschutz verwendet wie das

- RCP8.5-Szenario, was auch bei der KWRA 2021 der Fall war (Kahlenborn et al. 2021a).²³
 - ▶ Die Wahl der Klimaszenarien ist verbunden mit Fragen der Vorsorge und der Risikoakzeptanz: auf welche Zukunft soll sich vorbereitet und mit welchen Risiken soll gelebt werden. Dem kann Rechnung getragen werden, indem im Rahmen der Analyse zwischen einem „weniger starken“ und einem „stärkeren“ Klimawandel oder zwischen einem „optimistischen“ und einem „pessimistischen Fall“ unterschieden wird und dementsprechend entweder mehrere Szenarien oder unterschiedliche Perzentile (Ausprägungen) eines Klimaszenarios ausgewählt werden (siehe auch Kahlenborn et al. 2021a).
 - ▶ Die Auswahl der Klima- und sozioökonomischen Szenarien als Analysegrundlage erfolgt nicht ausschließlich nach fachlichen Kriterien, sondern ist auch eine normative Entscheidung. Diese sollte deshalb möglichst früh im

²³ Szenarien ohne intensiven Klimaschutz würden künftig dem SSP3-7.0 (IPCC 2021) entsprechen.

Abbildung 3

Überblick über den methodischen Rahmen zur Analyse und Bewertung des Klimarisikos ohne bzw. mit Anpassung der KWRA 2021



Quelle: Kahlenborn et al. 2021a

Gesamtprozess der KRA getroffen werden, um zu vermeiden, dass die Ergebnisse der KRA später von politischer Seite keine Akzeptanz finden.

- ▶ Ein kombinierter methodischer Ansatz ist hilfreich, wenn sowohl qualitative Informationen, wie Einschätzungen von Expert*innen, als auch quantitative Informationen, wie etwa Modelldaten, verwendet werden, um Klima-

risiken zu ermitteln. Eine rein quantitative Datengrundlage wird häufig präferiert. Sie ist aber nicht zwingend besser als ein kombinierter Ansatz, weil meistens kaum oder gar keine genauen Daten vorhanden sind. Insbesondere in kleineren Kommunen ist auch ein eher qualitativer Ansatz unter Beteiligung möglichst vieler lokaler Expertise denkbar.

Zentrale Begriffe²⁴

- ▶ **Klimatischer Einfluss:** Ein sich ändernder Aspekt des Klimasystems, der eine Komponente eines menschengemachten oder natürlichen Systems beeinflusst (Agard et al. 2014).
- ▶ **Sensitivität:** Ausmaß, zu dem ein System durch Schwankungen oder Änderungen des Klimas vor- oder nachteilig beeinflusst wird (angelehnt an ISO 14091; Agard et al. 2014). Faktoren für Sensitivität sind z. B. Baumartenzusammensetzung oder Altersstruktur der Bevölkerung.
- ▶ **Räumliche Exposition:** Vorhandensein von Systemen wie Menschen, Existenzgrundlagen, Arten bzw. Ökosystemen, Umweltfunktionen, -leistungen und -ressourcen, Infrastruktur oder ökonomischem, sozialem oder kulturellem Vermögen in Gegenden und Umständen, die betroffen sein könnten (angelehnt an ISO 14091; Agard et al. 2014). Mögliche Faktoren zur Beschreibung der Exposition sind z. B. Einwohnerdichte oder Vorkommen kritischer Infrastruktur.
- ▶ **Klimawirkung:** Die potenziellen oder realisierten Folgen von Klimarisiken auf natürliche und menschengemachte Systeme. Klimawirkungen beziehen sich im Allgemeinen auf Auswirkungen auf Leben, Lebensgrundlagen, Gesundheit und Wohlbefinden, Ökosysteme und Arten, wirtschaftliche, soziale und kulturelle Werte, Dienstleistungen (einschließlich Ökosystemdienstleistungen) und Infrastruktur. Sie können als Folgen oder Ergebnisse bezeichnet werden und nachteilig oder vorteilhaft sein. In der KWRA 2021 wurde der Terminus Klimawirkung angelehnt an die Definition des IPCC bis zu dem Zeitpunkt verwendet, an dem eine Bewertung des Klimarisikos stattfindet.
- ▶ **Gefährdung (engl. „hazard“):** Im Rahmen der ISO 14091 bezogen auf klimatische oder klimabedingte physikalische Ereignisse oder Trends bzw. deren physische Folgen, umfasst die klimatischen Einflüsse.
- ▶ **Klimarisiko:** Das Potenzial für nachteilige Folgen für menschengemachte oder natürliche Systeme, unter Berücksichtigung der Vielfalt der Werte und Ziele, die mit solchen Systemen verbunden sind. Im Kontext der KWRA 2021 wurde der Begriff Klimarisiko angelehnt an die Definition des IPCC ab dem Zeitpunkt verwendet, ab dem eine Bewertung erfolgt (ist).
- ▶ **Anpassungskapazität:** Fähigkeit von Systemen, Institutionen, Menschen und anderen Lebewesen, sich auf potenzielle Schäden einzustellen, Vorteile zu nutzen oder auf Auswirkungen zu reagieren.
- ▶ **Anpassungsdauer:** Zeitdauer, die voraussichtlich erforderlich ist, bis umfassende Maßnahmen zur Reduzierung des Klimarisikos wirksam werden, inkl. Planung und Umsetzung.

24 Basierend auf dem Glossar und der Methodik der KWRA 2021 und in Übereinstimmung mit IPCC AR 5 sowie ISO 14091.

2.1.5 Durchführung planen

Die Aufstellung eines Durchführungsplans mit zeitlichen Zielvorgaben und klar festgelegten Verantwortlichkeiten ist der letzte Schritt der Vorbereitungsphase.

- ▶ Der Durchführungsplan sollte die anstehenden Aufgaben beschreiben und Verantwortlichkeiten festlegen. Der Plan sollte Flexibilität zulassen, also zeitliche Puffer vorsehen und möglichst auch eine Anpassung im Zuschnitt der Zuständigkeiten der Beteiligten nicht ausschließen. Unbedingt sollten die langen Vorlaufzeiten eingeplant werden, die in der Verwaltung für die Umsetzung von Arbeitsschritten üblich sind.
- ▶ Sollte seitens der Kommune wenig Erfahrung mit der Durchführung einer KRA bestehen, kann dies durch die Expertise eines externen Dienstleisters ausgeglichen werden. Eine Orientierung können auch fortgeschrittene/abgeschlossene KRA anderer (vergleichbarer) Kommunen bieten.²⁵
- ▶ In diesem Schritt sollte eine finale Abstimmung des methodischen Vorgehens und der Zuständigkeiten mit den beteiligten Parteien (also Projektteam und weitere beteiligte Akteur*innen) erfol-

gen. So wird sichergestellt, dass ein gemeinsames Verständnis der Methodik und der Zielstellung der KRA besteht.

- ▶ Auch ein gemeinsames Glossar hilft, ein einheitliches Vokabular für die relevanten Komponenten der Analyse bereits zu Beginn zu etablieren (siehe Infobox: Zentrale Begriffe).²⁶
- ▶ Um die KRA als eine Grundlage für die Entwicklung eines Klimaanpassungskonzepts schon frühzeitig auch im Bewusstsein kommunalpolitischer Mandatsträger*innen zu verankern, empfiehlt es sich, die Kommunikation von Zwischenergebnissen der KRA in den Gesamtablauf einzuplanen, bspw. mittels Beschlussvorlagen für politische Gremien.

2.2 Durchführung einer Klimarisikoanalyse²⁷

In der Durchführung einer KRA analysiert das Projektteam die Auswirkungen des Klimawandels für verschiedene Handlungsfelder und führt anschließend eine Bewertung der Klimarisiken durch. Optional kann zudem die Anpassungskapazität untersucht und eingeschätzt werden (siehe Abbildung 4).²⁸

²⁵ Siehe u. a. Klimaanpassungsstrategie der Stadt Syke, Klimaanpassungsstrategie Remscheid Solingen, EEA-Plus Bericht Dellitzsch, Klimaschutzkonzept Krefeld (Links zu den Dokumenten finden sich in Kapitel 3).

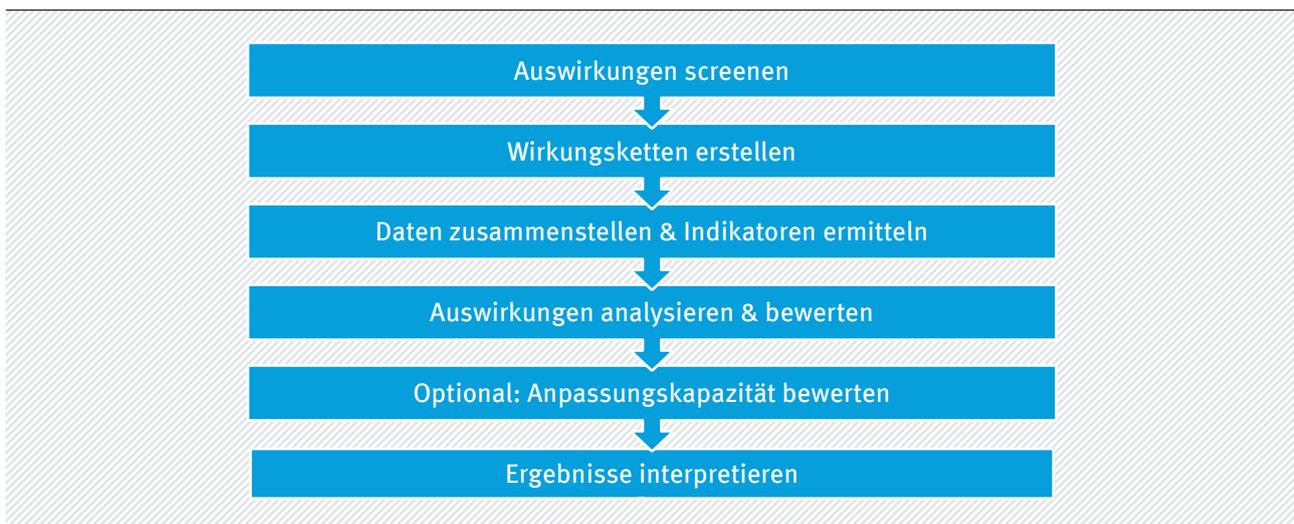
²⁶ In der ISO 14091 und in der KWRA 2021 finden sich Vorschläge für Definitionen, die hilfreich sein können, um ein gemeinsames Glossar zu erstellen.

²⁷ Kapitel 6 der ISO 14091

²⁸ Hinweise und Links zu Anleitungen für die Umsetzung einer KRA-Methodik finden sich in Kapitel 3.

Abbildung 4

Schritte bei der Durchführung einer KRA (zusammengefasst)



Quelle: eigene Darstellung, adelphi

2.2.1 Auswirkungen screenen

Das Screening dient vorwiegend der Komplexitätsreduktion, um schnell einen ersten Eindruck zu bekommen, für welche Handlungsfelder und Klimawirkungen eine tiefgreifendere Analyse notwendig scheint. Durch das Screening soll daher – ohne Detailtiefe – sichergestellt werden, dass die wesentlichen Auswirkungen und Handlungsfelder berücksichtigt werden.

- ▶ Im Rahmen eines Screenings sollten diejenigen Klimawirkungen identifiziert werden, die insbesondere für die kommunale Ebene relevant sind und hohe Klimarisiken aufweisen können.

Als erste Orientierung findet sich eine Auswahl ausgehend von in der KWRA 2021 untersuchten Klimawirkungen in Tabelle 2. Bei diesen Klimawirkungen wurde für die Bundesebene die Anpassungsdauer und damit auch die Dringlichkeit möglicher Maßnahmen eingeschätzt.

- ▶ Als weitere Ansatzpunkte zur Identifikation relevanter Klimawirkungen für die KRA können unter anderem die im Rahmen der KWRA 2021 benannten 31 Klimawirkungen mit sehr dringendem Handlungserfordernissen dienen (Kahlenborn et al. 2021c).

Tabelle 2

Auswahl möglicher, für Kommunen relevanter Klimawirkungen mit hohen Klimarisiken gemäß KWRA 2021*

Hinweis zur Anpassungsdauer: Unter Anpassungsdauer ist die Zeitdauer zu verstehen, die voraussichtlich erforderlich ist, bis umfassende Maßnahmen zur Reduzierung des Klimarisikos wirksam werden, inkl. Planung und Umsetzung. Die hier gezeigte Einschätzung der Anpassungsdauern je Klimawirkung erfolgte im Rahmen der KWRA 2021. Sie war bezogen darauf, das Klimarisiko für Deutschland insgesamt durch Maßnahmen bundesweit zu senken. Für KRA auf kommunaler Ebene sollten andere zeitliche Einteilungen gewählt werden und die Einschätzung der Anpassungsdauer sollte erneut erfolgen, da ein anderer Anwendungsbereich besteht.

Handlungsfeld	Klimawirkung	Anpassungsdauer in Jahren
Biologische Vielfalt	Veränderung der Länge der Vegetationsperiode und Phänologie	keine Reaktion möglich
	Ausbreitung invasiver Arten	10-50
	Verlust an genetischer Vielfalt	10-50
	Verschiebung von Arealen und Rückgang der Bestände	10-50
	Schäden an wassergebundenen Habitaten und Feuchtgebieten	10-50
	Schäden an Wäldern	>50
	Ökosystemleistungen	10-50
Boden	Bodenerosion durch Wasser	10-50
	Bodenerosion durch Wind	10-50
Wald- und Forstwirtschaft	Hitze- und Trockenstress	>50
	Stress durch Schädlinge/Krankheiten	>50
	Waldbrandrisiko	>50
	Nutzfunktion: Holzertrag	10-50

* Die Auswahl erfolgte durch die Autor*innen.

Handlungsfeld	Klimawirkung	Anpassungsdauer in Jahren
Küsten- und Meeresschutz	Naturräumliche Veränderungen an Küsten	>50
	Beschädigung oder Zerstörung von Siedlungen und Infrastruktur an der Küste	>50
	Überlastung der Entwässerungseinrichtungen in überflutungsgefährdeten Gebieten	10-50
Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft	Niedrigwasser	10-50
	Hochwasser	10-50
	Belastung oder Versagen von Hochwasserschutzsystemen	10-50
	Sturzfluten (Versagen von Entwässerungseinrichtungen und Überflutungsschutzsystemen)	10-50
	Gewässertemperatur und Eisbedeckung und biologische Wasserqualität	10-50
	Grundwasserstand und Grundwasserqualität	10-50
	Mangel an Bewässerungswasser	10-50
Bauwesen	Schäden an Gebäuden aufgrund von Starkregen	10-50
	Schäden an Gebäuden aufgrund von Flusshochwasser	10-50
	Vegetation in Siedlungen	>50
	Stadtklima/Wärmeinseln	10-50
	Innenraumklima	10-50
Industrie und Gewerbe	Leistungseinbußen von Beschäftigten	<10
Tourismuswirtschaft	Einschränkung touristischer Angebote: Auswirkungen fehlender Schneesicherheit auf den Wintertourismus	<10
	Schäden an touristischen Infrastrukturen und Betriebsunterbrechungen	<10
	Wirtschaftliche Chancen und Risiken für die Tourismuswirtschaft	<10
Menschliche Gesundheit	Hitzebelastung	10-50
	Allergische Reaktionen durch Aeroallergenen pflanzlicher Herkunft	10-50
	UV-bedingte Gesundheitsschädigungen (insb. Hautkrebs)	10-50
	Atembeschwerden (aufgrund von Luftverunreinigungen)	<10
	Auswirkungen auf das Gesundheitssystem	<10

* Die Auswahl erfolgte durch die Autor*innen.

- ▶ Neben den in der KWRA 2021 untersuchten Klimawirkungen mit hohen Risiken können je nach lokaler Situation weitere Klimawirkungen auf kommunaler Ebene relevant sein, bspw. das Versagen von Küstenschutzsystemen oder Auswirkungen von Hitzeperioden auf den Gesundheitstourismus.
- ▶ Die ISO 14091 schlägt als mögliche Screening-Methode eine erste Priorisierung mit Hilfe einer Matrix vor (siehe Tabelle 3), in welcher eine grobe und vorläufige Einschätzung des potentiellen Klimarisikos für die identifizierten Klimawirkungen erfolgt. Die Klimawirkung ist hierbei eine Kombination einer Gefährdung infolge des Klimawandels (z. B. Auswirkung von Hitze oder Hochwasser) und eines gefährdeten Systems (z. B. Seniorenwohnheim oder Gewerbegebiet). Das Klimarisiko ergibt sich aus der Bewertung der Klimawirkung (z. B. in gering, mittel, hoch). Das Screening kann getrennt für die (nähere) Vergangenheit als auch für die (nähere) Zukunft durchgeführt werden, sofern bereits in diesem Schritt Einschätzungen der klimatischen Entwicklungen vorliegen. Die ausgefüllte Matrix kann als Grundlage für die Auswahl der zu analysierenden Klimawirkungen in der detaillierten Analyse (Kapitel 2.2.4) dienen.
- ▶ Die Ergebnisse des Screenings können Änderungen in der Zielsetzung der KRA, in der Zusammensetzung des Projektteams oder dem räumlichen oder zeitlichen Bezugsrahmen zur Folge haben. Solche Änderungen sollten immer möglich sein. Wie in der ISO 14091 festgestellt, liegen solche Schleifen im Vorgehen bei der Durchführung von KRA in der Natur der Sache.
- ▶ Die KRA kann nach dem Screening abgebrochen werden, wenn auf eine detaillierte Analyse der identifizierten Klimawirkungen in ihrer zeitlichen Entwicklung und ihrer Zusammenhänge sowie auf eine Einschätzung der damit verbundenen Klimarisiken und Anpassungspotentiale verzichtet werden soll. Dies kann der Fall sein, wenn bspw. nur wenige Klimawirkungen identifiziert wurden und die Maßnahmenplanung sehr einfach ist.

Tabelle 3

Exemplarischer Aufbau einer Screening-Matrix

Gefährdete Systeme	Gefährdung (infolge des Klimawandels)				
	Gefährdung I (z. B. Dürren)	Gefährdung II (z. B. Hitze)	Gefährdung III (z. B. Sturzfluten)	Gefährdung IV	Durchschnitt
System A (z. B. öffentliche Parkanlagen)	5	4	1	...	3,3
System B (z. B. Seniorenwohnheime oder allgemein Senioren)	2	5	4	...	3,7
System C (z. B. Gewerbegebiet)	2	3	4	...	3
Durchschnitt	3	4	3		

Quelle: eigene Darstellung, adelphi, in Anlehnung an DIN EN ISO 14091:2021-07
 Beispiel einer fünfstufigen Klimarisiko-Bewertung: 1 (gering), 2 (gering-mittel), 3 (mittel), 4 (mittel-hoch), 5 (hoch). Diese Einstufung ermöglicht die Identifizierung der Klimawirkungen mit den höchsten Risiken, z. B. die Klimawirkung „Auswirkungen von Dürre auf die öffentlichen Parkanlagen“ hat ein hohes Klimarisiko. Die durchschnittliche Bewertung erlaubt eine Identifizierung der am stärksten gefährdeten Systeme (z. B. Seniorenwohnheime) oder der größten Gefährdungen (z. B. Hitze).

2.2.2 Wirkungsketten erstellen

Aufbauend auf den Ergebnissen des Screenings kann das Projektteam Wirkungsketten erstellen. Wirkungsketten helfen bei der systematischen Analyse klimatischer Risiken, weil sie einen Überblick ermöglichen, Zusammenhänge deutlich machen (z. B. mögliche Dominoeffekte) sowie Schwerpunktsetzungen erlauben. Das Ziel ist es, ein besseres Verständnis über Faktoren, die das Risiko erhöhen, zu erlangen und anhand der Wirkungsketten eine Struktur für die Analyse der Risiken zu entwickeln.

- ▶ Als Ausgangspunkt für die Wirkungsketten sollten die klimatischen Einflüsse (z. B. durchschnittliche Lufttemperatur, Hitze, Trockenheit) verwendet werden. Ausgehend davon wird dargestellt, welche Klimawirkungen (z. B. gesundheitliche Beeinträchtigungen durch Hitzebelastung) sich durch die klimatischen Einflüsse ergeben und wie diese in Verbindung miteinander stehen (Wirkbeziehungen). Optional können zudem noch Faktoren der räumlichen Exposition (z. B. Bebauungsdichte, Bevölkerungsdichte) und der Sensitivität (z. B. individueller Gesundheitszustand, Vorerkrankungen,

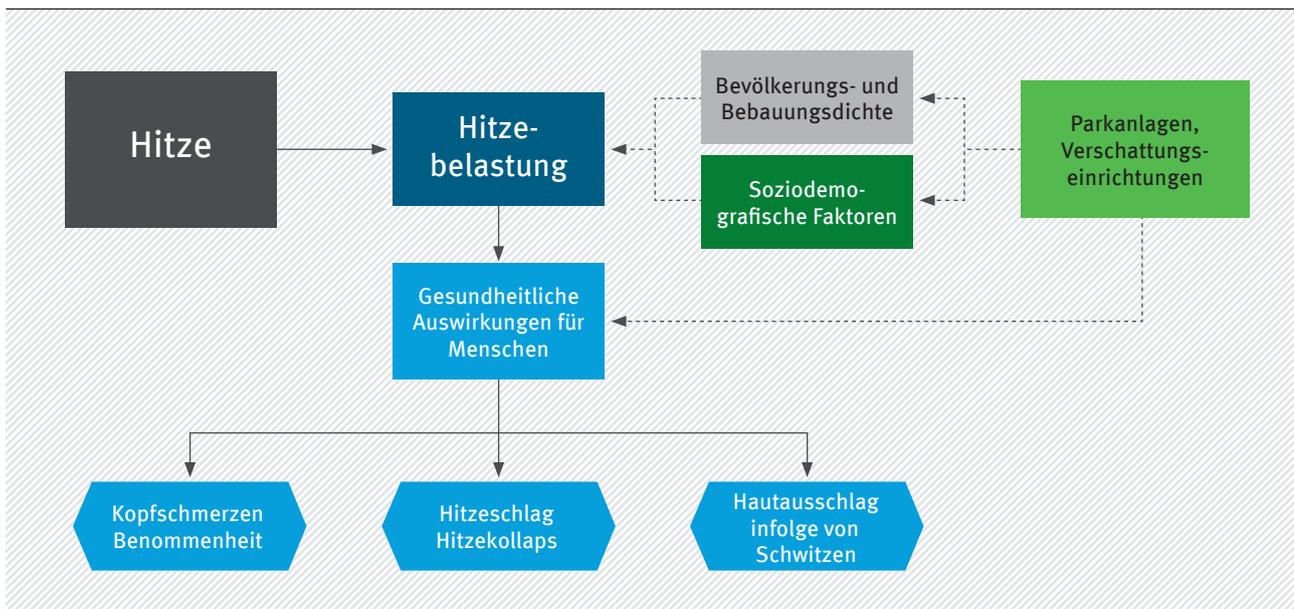
Alter; auch in der Vergangenheit umgesetzte und bereits wirksame Anpassungsaktivitäten, z.B. Kühlung- oder Verschattungsmaßnahmen, beeinflussen die Sensitivität) identifiziert und in die Wirkungskette aufgenommen werden. Ein Beispiel einer Wirkungskette ist in Abbildung 5 dargestellt.

- ▶ Die Wirkungsketten sollten die lokalen Gegebenheiten widerspiegeln; gleichzeitig sollten sie nicht allumfassend sein. Eine Anleitung zur Entwicklung von Klimawirkungsketten ist unter anderem im Leitfaden des UBA für Klimawirkungs- und Risikoanalysen (Buth et al. 2017) und in den Erläuterungen zu den Klimawirkungsketten (UBA 2016) zu finden. Außerdem lässt sich die Vorgehensweise an verschiedenen Beispielen durchgeführter kommunaler oder sektoraler KRA gut nachvollziehen.²⁹

²⁹ Siehe u. a. Konzept zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels der Stadt Osnabrück; Klimaschutzteilkonzept zur Anpassung an den Klimawandel in Heilbronn (Links zu den Dokumenten finden sich in Kapitel 3).

Abbildung 5

Beispiel einer Wirkungskette



Legende	 Klimawirkung	 Sensitivität	 Klimatischer Einfluss
	 Risiko ohne/mit Anpassung	 Anpassungskapazität	 Räumliche Exposition

Quelle: eigene Darstellung, adelphi

- ▶ Eine klare Unterscheidung zwischen klimatischem Einfluss, räumlicher Exposition und Sensitivität ist hilfreich, um geeignete Indikatoren für die spätere Analyse der Klimawirkungen zu ermitteln (siehe Kapitel 2.2.4) und bietet im Anschluss an die KRA eine strukturierte Grundlage für die Anpassungsplanung.
- ▶ Die Auswirkungen des Klimawandels sollten für jedes Handlungsfeld gesondert erfasst werden. Für eine Einteilung der Wirkungsketten nach Handlungsfeldern bieten jene in der Deutschen Anpassungsstrategie (DAS) beschriebenen (z. B. Menschliche Gesundheit, Biologische Vielfalt, Bauwesen) eine gute Struktur.
- ▶ Für eine anwendungsfreundliche Herangehensweise können Leitfragen für jedes Handlungsfeld gestellt werden. Bspw.: „Wie haben sich klimatische Veränderungen ausgewirkt? Welche Auswirkungen (primär und sekundär) gibt es? Wer oder was ist besonders betroffen?“.
- ▶ Um Wechselwirkungen analysieren zu können, sollte das Projektteam die wechselseitigen Abhängigkeiten zwischen den Klimawirkungen und Handlungsfeldern berücksichtigen und – optional – auch die Wechselwirkungen zu benachbarten Kommunen und zwischen Regionen in den Blick nehmen. Neben Abhängigkeiten z. B. bei der Wasser- und Energieversorgung sollten auch sozioökonomische Trends und Konflikte, wie etwa Ab-/Zuwanderung, Urbanisierung, Flurbereinigung, Versiegelung, Wasser- und Flächenkonkurrenzen berücksichtigt werden. Insgesamt sollten dabei möglichst vielseitige Perspektiven zusammengestellt werden.
- ▶ Die Wirkbeziehungen, die sich aus den Folgen des Klimawandels ergeben, sind häufig komplex. Deshalb ist es sinnvoll, sich zunächst auf die wichtigsten direkten Auswirkungen und relevanten Risikofaktoren zu fokussieren. Auch ein iteratives Vorgehen kann sich anbieten, indem Wirkungsketten zunächst so weit wie möglich entwickelt werden und nach weiteren Analyseschritten dann bei Bedarf ergänzt werden.

2.2.3 Daten zusammenstellen und Indikatoren ermitteln

Nachdem die erarbeiteten Wirkungsketten eine strukturierte Übersicht über die bestehenden Klimawirkungen liefern, sollen in diesem Schritt die relevanten Informationen für die Analyse zusammengestellt werden. Dies können sowohl Literaturhinweise, Aussagen von Fachleuten als auch Datensätze zu klimatischen Parametern sein. Darüber hinaus können optional Indikatoren zur Analyse einzelner Klimawirkungen festgelegt oder entwickelt werden. Dieser Schritt leistet Vorarbeit für die darauffolgende Analyse der Auswirkungen des Klimawandels.

- ▶ Qualitative Informationen aus Literaturanalysen oder Expert*innen-Interviews sind für eine KRA auf kommunaler Ebene zentral. Viel Wissen ist lokal bereits vorhanden (siehe Kapitel 2.1.2). Dies gilt es, strukturiert zu erfassen³⁰ und zu analysieren sowie unter den Bedingungen des Klimawandels zu extrapolieren.
- ▶ Quantitative Daten, insbesondere zu klimatischen Parametern, sind relevant, um gegenwärtige und zukünftige Auswirkungen des Klimawandels besser vergleichen und dadurch auch priorisieren zu können. Hier kann die Festlegung von Indikatoren, als Annäherung (Proxys) für komplexe, nicht messbare Bedingungen, hilfreich sein, bspw. die Entwicklung der Hitzetage oder der Länge von Hitzeperioden als Proxy für die Einschätzung der gesundheitlichen Belastung der Bevölkerung durch Hitze oder die Anzahl potenzieller Schneetage und Tage mit bestimmter Schneehöhe, um Einschränkungen im Wintertourismus einschätzen zu können.
- ▶ Eine solide Datengrundlage (insbesondere Daten quantitativer Art) für die räumliche Exposition und Sensitivität zusammenzustellen, birgt Schwierigkeiten. Auch hierfür können Indikatoren als Proxys herangezogen werden, wie z. B. der Anteil der Bevölkerung ab 65 Jahre oder der Anteil der Einpersonenhaushalte für eine Einschätzung zur Sensitivität der Bevölkerung gegenüber Hitzebelastung. Zu beachten ist dabei, dass quantitative Daten zu relevanten Proxys, bspw. die zukünftige Entwicklung sozioökonomischer oder

³⁰ <https://www.stmuv.bayern.de/themen/klimaschutz/kommunal/klimacheck.htm>

soziodemographischer Verhältnisse mit Unsicherheiten behaftet ist. Diese sind i.d.R. höher als bei Klimaindikatoren, da sich menschliches Handeln sowie wirtschaftliche und gesellschaftliche Dynamiken, weniger genau quantifizieren lassen und auch größeren Schwankungen unterliegen als physikalische Zusammenhänge.

- ▶ Die Verantwortlichkeit für die Datenverwaltung sollte organisiert werden. Dabei wird festgelegt, wo und wie die Daten gesammelt, aufbewahrt und zur Verfügung gestellt werden.

Quantitative Datenquellen

- ▶ Neben Messdaten für die Vergangenheit sind für die Zukunft modellbasierte Daten notwendig, die meist auf Szenarien beruhen und (Klima-)Projektionen genannt werden, weil es keine Prognosen oder Vorhersagen sind. Auf regionaler Ebene gibt es bspw. das [Bayerische Klimaprojektionsensemble](#) oder das [Regionale Klimaprojektionen Ensemble für Deutschland \(ReKliEs-De\)](#). Auch für Hessen und Rheinland-Pfalz sind dazu nähere Informationen verfügbar (siehe nachfolgende Verweise zu den Fachzentren der Bundesländer).
- ▶ Einige der Fachzentren Klimawandel/Klimafolgenanpassung der Bundesländer stellen quantitative Daten bereit, die als Grundlage für KRA dienen können. Für weitere Informationen dazu siehe folgende Links:
 - ▶ [Kompetenzzentrum Klimawandel](#) der Landesanstalt für Umwelt **Baden-Württemberg**
 - ▶ [Bayerisches Klimainformationssystem \(BayKIS\)](#) und [Umweltdaten-Portal](#) des Klimazentrums am **Bayerischen Landesamt für Umwelt**
 - ▶ [Klimaportal](#) des Fachzentrums Klimawandel und Anpassung im **Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie**
 - ▶ [Umweltdaten- und Informationssystem](#) des **Niedersächsischen** Kompetenzzentrums Klimawandel (NiKo)
 - ▶ [Fachinformationszentrum Klimaanpassung](#) des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz **Nordrhein-Westfalen**
 - ▶ [Klimawandelinformationszentrum](#) des **Rheinland-Pfälzisches** Kompetenzzentrums für Klimawandelfolgen
 - ▶ [Fachzentrum Klima](#) am Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie in **Sachsen**
 - ▶ [Regionales Klimainformationssystem \(ReKIS\)](#) für **Sachsen, Sachsen-Anhalt, Thüringen**
- ▶ Mögliche weitere Bezugsquellen für quantitative Daten sind die Statistikdienste des Bundes oder der Länder (bspw. [envVisio-GI](#) oder der [Regionale Klimaatlas Deutschland](#)) oder zuständige Behörden wie etwa das [Climate-Data-Center](#) des Deutschen Wetterdiensts oder der [DAS-Basisdienst „Klima und Wasser“](#).
- ▶ Für weitere Informationen zur Nutzung von Indikatoren siehe u. a. [KWRA 2021/Datenanhang](#), [Monitoringbericht 2019 zur Deutschen Anpassungsstrategie](#), [Klimawandelmonitoring Bamberg](#), [Monitoringbericht zu Klimawandelfolgen in Thüringen](#), [Klimawandelfolgenindikatoren Hessen](#), [Klimafolgenmonitoring Sachsen](#), [Klimafolgen- und Anpassungsmonitoring Nordrhein-Westfalen](#).

2.2.4 Auswirkungen des Klimawandels analysieren und bewerten

*In diesem Schritt erfolgt zunächst die fachliche Analyse der Auswirkungen des Klimawandels basierend auf den erstellten Wirkungsketten und den zusammengestellten Informationen aus Literaturrecherchen, Interviews oder Workshops sowie Daten zu klimatischen Parametern. Ziel ist es, ein möglichst umfassendes Bild über die Auswirkungen des Klimawandels für den spezifisch festgelegten Kontext der Kommune zu erhalten. Wurde in der Vorbereitungsphase beschlossen, externe Expert*innen hinzuziehen, kann dieser Schritt auch federführend durch diese umgesetzt werden. Nach der fachlichen Analyse der Auswirkungen erfolgt deren Bewertung. Dies ist ein normativer Schritt. Darauf aufbauend kann der Handlungsbedarf priorisiert werden.*

Detaillierte fachliche Analyse

- ▶ Die gewählte Methodik bestimmt maßgeblich, wie die Auswirkungen des Klimawandels analysiert – also bspw. mithilfe von Wirkmodellen, mittels Indikatoren (siehe auch Buth et al. 2017; S. 25) und/oder mithilfe qualitativer Daten in Form von Experteneinschätzungen – und nach welchen Kriterien sie bewertet werden.
- ▶ Für die Analyse der Auswirkungen des Klimawandels stellen die erarbeiteten Wirkungsketten eine solide Grundlage dar, um Auswirkungen des Klimawandels und betroffene Handlungsfelder systematisch zu erfassen.
- ▶ Bei der Analyse kann – als eine Möglichkeit – der aktuelle Forschungsstand zu den jeweiligen Klimawirkungen berücksichtigt werden und die klimatischen Einflüsse, Sensitivitäten und Exposition je Klimawirkung räumlich differenziert betrachtet werden.
- ▶ Die Ergebnisse der Analyse können bspw. in die inhaltlichen Abschnitte *Hintergrund, Auswirkungen heute, in naher Zukunft und in ferner Zukunft* aufgeschlüsselt werden. Sie können in Textform aufbereitet sein und, sofern vorhanden, quantitative Ergebnisse in Form von Tabellen oder Abbildungen enthalten.
- ▶ Die Darstellung der Analyseergebnisse sollte für jede Klimawirkung einzeln und summarisch für die betroffenen Handlungsfelder erfolgen. Darüber hinaus ist eine Analyse der Wechselwirkungen der

Klimawirkungen hilfreich, um strukturelle Probleme zu identifizieren, bspw., dass sich bestimmte Klimawirkungen, wie Wassermangel im Boden, auf viele Handlungsfelder negativ auswirken.

Bewertung der Analyseergebnisse

- ▶ Auf Grundlage der Analyseergebnisse zu den Auswirkungen des Klimawandels kann eine Bewertung der damit verbundenen Klimarisiken erfolgen, z. B. unter Berücksichtigung der ökologischen, wirtschaftlichen, sozialen und kulturellen Folgen der Klimawirkung, ihrer Intensität, Häufigkeit und Dauer oder der Irreversibilität der Schädigung durch eine Klimawirkung. Als Ergebnis der Bewertung sollten die Klimawirkungen und ggf. Handlungsfelder in verschiedene Risikostufen (z. B. gering, mittel, hoch) eingeordnet werden, die einen Vergleich der Klimarisiken und damit eine Priorisierung des Handlungsbedarfs ermöglichen (siehe Tabelle 4).
- ▶ Die Bewertung wird von der gewählten Methodik und den beteiligten Personen und ihren Erfahrungen stark beeinflusst und sollte daher gemeinsam und transparent erfolgen und möglichst zu einem Konsens führen. Jegliche Form der Bewertung ist aufwendig und angreifbar. Daher ist die Legitimierung der beteiligten Personen wichtig, bspw. durch Fachkenntnisse sowie durch einen Auftrag von höherer Stelle, im besten Fall von einem demokratisch gewählten Gremium.
- ▶ Die Bewertung kann durch die Festlegung von Schwellenwerten je ausgewähltem Indikator oder Schutzgut, bspw. die Anzahl von Verletzten, zur Einstufung des Schadensausmaßes,³¹ oder durch Normierung in eine gemeinsame Einheit, bspw. eine Überführung der potentiellen Schäden in Geldwerte, oder mithilfe einer semiquantitativen Einstufung des Risikos durch Expert*innen erfolgen. Bei der KWRA 2021 wurden gute Erfahrungen mit einer semiquantitativen Einstufung durch Expert*innenrunden gemacht, die in einem mehrstufigen Prozess durchgeführt wurde.

³¹ Siehe bspw. Vorgehen bei der Risikoanalyse und Aufstellen einer Risikomatrix: [https://www.interreg-central.eu/Content.Node/Home/Projects/RAINMAN/Main-Project-outputs-/Leitfaden-Modellbasierte-Urbane-Ueberflutungsvorsorge-\(1\).pdf](https://www.interreg-central.eu/Content.Node/Home/Projects/RAINMAN/Main-Project-outputs-/Leitfaden-Modellbasierte-Urbane-Ueberflutungsvorsorge-(1).pdf); <https://www.interreg-central.eu/Content.Node/Rainman-Brosch-DE-WEB.pdf>

Tabelle 4

Beispiel einer Darstellung der Bewertungsergebnisse: Klimarisiken ohne Anpassung

Handlungsfeld	Gegenwart	Mitte des Jahrhunderts		Ende des Jahrhunderts	
		Schwächerer Klimawandel	Starker Klimawandel	Schwächerer Klimawandel	Starker Klimawandel
Biologische Vielfalt	gering	gering-mittel	mittel	mittel-hoch	hoch
Boden	gering	gering-mittel	mittel	mittel-hoch	hoch
Landwirtschaft	gering	gering-mittel	mittel	mittel-hoch	hoch
Wald und Forstwirtschaft	gering	gering-mittel	mittel	mittel-hoch	hoch
Fischerei	gering	gering-mittel	mittel	mittel-hoch	hoch
Küsten- und Meeresschutz	gering	gering-mittel	mittel	mittel-hoch	hoch
Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft	gering	gering-mittel	mittel	mittel-hoch	hoch
Bauwesen	gering	gering-mittel	mittel	mittel-hoch	hoch
Energiewirtschaft	gering	gering-mittel	mittel	mittel-hoch	hoch
Verkehr, Verkehrsinfrastruktur	gering	gering-mittel	mittel	mittel-hoch	hoch
Industrie und Gewerbe	gering	gering-mittel	mittel	mittel-hoch	hoch
Tourismuswirtschaft	gering	gering-mittel	mittel	mittel-hoch	hoch
Menschliche Gesundheit	gering	gering-mittel	mittel	mittel-hoch	hoch

gering

gering-mittel

mittel

mittel-hoch

hoch

Hinweis: Gezeigt werden die Klimarisiken der 13 Handlungsfelder der Deutschen Anpassungsstrategie (DAS) für unterschiedliche Zeiträume nach den Ergebnissen KWRA 2021.

Quelle: eigene Darstellung, adelphi, in Anlehnung an Kahlenborn et al. 2021c

- ▶ Im Anschluss an die Bewertung der Risiken können diese mithilfe festzulegender Kriterien bestimmten Clustern zugeordnet werden. Auf diese Weise lassen sich Hot-Spots der Risiken identifizieren.

Identifikation von dringendem Handlungsbedarf

- ▶ Um eine Priorisierung des Handlungsbedarfs zu ermöglichen, sollten die Klimawirkungen auch bezüglich der Dringlichkeit von Anpassung bewertet werden. Diese lässt sich aus der Anpassungsdauer ableiten, d. h. der Zeitdauer, bis zu der die Klimarisiken ausreichend reduziert werden können (siehe Tabelle 2). Grundsätzlich sollten für Klimawirkungen mit hohen Klimarisiken in Gegenwart und naher Zukunft sowie langer Anpassungsdauer Maßnahmen am zügigsten ergriffen werden.

2.2.5 Optional: Anpassungskapazität analysieren und bewerten

Bei einer KRA kann optional neben den Auswirkungen des Klimawandels auch eine Untersuchung der Anpassungskapazität durchgeführt werden. Die ISO 14091 empfiehlt die Analyse und Bewertung der Anpassungskapazität, um einschätzen zu können, wie sich die Risiken durch Anpassung vermindern lassen, welche Anpassungsmöglichkeiten grundsätzlich bestehen und wie groß der Bedarf nach zusätzlicher, möglicherweise transformativer Anpassung ist.

- ▶ Die Analyse und Bewertung der Anpassungskapazität können parallel zur oder im Anschluss an die Bewertung der Risiken erfolgen.
- ▶ Die Anpassungskapazität kann z. B. analysiert und bewertet werden, indem das Ausmaß eingeschätzt

wird, in welchem ausgewählte Anpassungsmaßnahmen wirksam werden und dadurch Klimarisiken reduzieren (vgl. Kahlenborn et al. 2021c und Abbildung 3). Auch andere Ansätze sind denkbar. Die ISO 14091 unterscheidet in vier Komponenten³² sowie verschiedene Niveaus der Anpassungskapazität³³ als Ausgangspunkt für die Bewertung.

- ▶ Die Analyse der Anpassungskapazität ist aufwendig. Es müssen meist zusätzliche Informationen gesammelt beziehungsweise bereitgestellt werden. Dies betrifft unter anderem Daten oder Einschätzungen zu verschiedenen Komponenten oder Dimensionen der Anpassungskapazität (z. B. Wissen, Motivation, Technologie, natürliche Ressourcen, Institutionalisierung, personelle Kapazitäten, finanzielle Ressourcen), Kosteneinschätzungen zu spezifischen Anpassungsmaßnahmen, Informationen zur Kombination von Maßnahmen oder Übersichten über eventuell bereits geplante Maßnahmen und weitere, plausible oder transformative Möglichkeiten der Anpassung.
- ▶ Zu beachten sind auch Wechselwirkungen sowohl zwischen Anpassungsmaßnahmen als auch mit anderen strategischen Zielen (z. B. Klimaschutz) oder Pflichtaufgaben von Kommunen. Dadurch können mögliche Synergien sowie Widersprüche einzelner Maßnahmen untereinander sowie

Zielkonflikte identifiziert werden. Dies ist für die Maßnahmenplanung im Anschluss an die KRA relevant. Darüber hinaus sollten die Grenzen der Klimaanpassung beleuchtet werden.³⁴

- ▶ Auch hier sollte nach der fachlichen Analyse eine normative Bewertung durch legitimierte Expert*innen erfolgen, die transparent und weitgehend im Konsens verlaufen sollte.
- ▶ Aus der Kombination der Bewertung der Klimarisiken ohne weitere Anpassung und der Anpassungskapazität kann die Höhe der Klimarisiken mit Anpassung abgeleitet werden (siehe Tabelle 5). Aus der Einstufung der Anpassungskapazität in Dimensionen kann grob abgeleitet werden, welche Art von Anpassung benötigt wird (z. B. mehr Wissen, Geld, Personen).

2.2.6 Ergebnisse interpretieren

Im letzten Schritt der Durchführung einer KRA geht es darum, die identifizierten Risiken zu interpretieren und einzuordnen, um Antworten auf die zu Beginn formulierten Leitfragen zu liefern.

- ▶ Bestehende Unsicherheiten in den zugrundeliegenden Informationen und Daten sollten in der Interpretation der Ergebnisse, wie auch in der Formulierung von Handlungsoptionen berücksichtigt werden.

32 Organisationsbezogene Fähigkeit, technisches Vermögen, finanzielle Fähigkeit, Fähigkeit des Ökosystems.

33 Anhang G („Komponenten der Anpassungskapazität“) und H („Bewertung der Anpassungskapazität“) der ISO 14091

34 Für methodische Details der Analyse der Anpassungskapazität siehe bspw. Kahlenborn et al. 2021a

Tabelle 5

Matrix zur Ermittlung der Klimarisiken mit Anpassung

Klimarisiko mit Anpassung = Klimarisiko ohne Anpassung – Anpassungskapazität*					
Klimarisiko ohne Anpassung \ Wirksamkeit der Anpassung	Hoch (2)	Mittel-hoch (1,5)	Mittel (1)	Gering-mittel (0,5)	Gering (0)
	Gering (1)	0	0	0	0,5
Mittel (2)	0	0,5	1	1,5	2
Hoch (3)	1	1,5	2	2,5	3

* Anpassungskapazität operationalisiert mithilfe der „Wirksamkeit der Anpassung“ mit dem Wertebereich: 0 (gering), 0,5 (gering-mittel), 1 (mittel), 1,5 (mittel-hoch), 2 (hoch); der Wertebereich für die Klimarisiken reicht von 1 (gering) über 2 (mittel) bis 3 (hoch).

Quelle: eigene Darstellung, adelphi

- ▶ Eine handlungsfeld- und regionsübergreifende Betrachtung der Ergebnisse hilft, wechselseitige Abhängigkeiten zu identifizieren und die geeignetsten Maßnahmen zu identifizieren. Da Klimaanpassung auch in Kommunen ein Querschnittsthema darstellt, sollten für die Interpretation der Ergebnisse der KRA verschiedene kommunale Fachabteilungen sowie externe Expertise einbezogen werden. Zudem ist empfehlenswert, Gender- und Diversitätsaspekte zu berücksichtigen.
- ▶ Der priorisierte Handlungsbedarf, als zentrales Ergebnis einer KRA, ist die Grundlage für eine Maßnahmenplanung.
- ▶ Hierbei sollte erörtert werden, welche Handlungsoptionen auf kommunaler Ebene bestehen und ggf. welche Optionen der Zusammenarbeit mit Akteur*innen außerhalb der Kommune bedürfen. Dabei ist auch die Aufteilung der Verantwortungen in den verschiedenen Fachbereichen auf mehrere Ebenen (Stadt/Gemeinde, Landkreis, Bundesland) zu berücksichtigen. Relevante lokale Akteur*innen, ggf. auch von angrenzenden Kommunen oder Ländervertreter*innen, sollten dabei frühzeitig mit einbezogen werden.

Empfehlung für eher kleine Kommunen und/oder Kommunen mit begrenzten Ressourcen

Potentielle Risiken können in einem simplen dreistufigen System als „gering“, „mittel“ oder „hoch“ bewertet werden, um eine schnelle Priorisierung von Risiken und Handlungsbedarf zu erreichen. Trotz fehlender Details können mit diesem vereinfachten Ansatz insbesondere Klimawirkungen und Handlungsfelder mit hohen Risiken erfasst werden. Zusätzlich bedarf es einer Einschätzung der Dringlichkeit des Anpassungshandelns, sodass zumindest geklärt werden kann, in welchen Bereichen Klimaanpassung zunächst vollzogen werden sollte.

2.3 Kommunikation der Ergebnisse³⁵

2.3.1 Zentrale Ergebnisse und wichtige Botschaften zusammenstellen

- ▶ Der abschließende Bericht sollte über die Ziele und Ergebnisse der KRA informieren. Wichtige Handlungsbedarfe und Handlungsfelder mit hoher Betroffenheit sollten hervorgehoben werden.
- ▶ Die Ergebnisse der KRA können, wie in Kapitel 2.1 dargestellt, verwendet werden, um kommunale Klimaanpassung zu planen und Anpassungsmaßnahmen zu identifizieren. Oftmals sind im kommunalen Kontext die Ergebnisberichte der KRA in die Klimaanpassungskonzepte bzw. -strategien der Kommunen eingebettet.
- ▶ Gegenüber/innerhalb der Kommunalverwaltung können die Ergebnisse der KRA dazu genutzt werden, deutlich zu kommunizieren, wie wichtig die Anpassung an die Folgen des Klimawandels auf kommunaler Ebene ist und dass es deshalb gilt, die erforderlichen Maßnahmen so umfassend und zügig wie möglich in die kommunalen (Pflicht-) Aufgaben einzugliedern. Gerade gegenüber den für die Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen Zuständigen auf Gemeinde- und Landkreisebene sollten die Ergebnisse der KRA und die daraus abzuleitenden Handlungserfordernisse verständlich kommuniziert werden, auch wenn dieser Personenkreis teils bereits in die Erarbeitung der KRA eingebunden war.
- ▶ Zusätzlich zu den Analyseergebnissen sollte auch das mögliche weitere Vorgehen bei der Klimaanpassung in die Kommunikation gegenüber kommunalen Akteur*innen und Bürger*innen einfließen, z. B. wie die Umsetzung der Klimaanpassung auf kommunaler Ebene verankert sein könnte und, an welche bestehenden Strukturen und Aktivitäten angeknüpft werden könnte.
- ▶ Der transparente Umgang mit sowie das klare Benennen von Schwierigkeiten, die bei der Durchführung der KRA aufgetreten sind, ist empfehlenswert, damit die Lernerfahrungen für zukünftige Analysen genutzt werden können.

³⁵ Kapitel 7 der ISO 14091

2.3.2 Ergebnisse zielgruppenspezifisch kommunizieren

- ▶ Für die Kommunikation der Ergebnisse empfiehlt sich die Erarbeitung verschiedener Produkte, die jeweils zielgruppenspezifisch aufbereitet sind (etwa hinsichtlich Tonalität/Sprachstil, Kommunikationsmedium). Aufbauend auf den Vorarbeiten (Kapitel 2.1) sollten die spezifischen Ziele der Ergebniskommunikation gegenüber der jeweiligen Akteursgruppe geklärt werden.
- ▶ Für die Fachöffentlichkeit bietet sich die Veröffentlichung eines Abschlussberichts mit genauer Darstellung der Datengrundlagen, Methodik, Vorgehensweise und Detailergebnissen an. Zusätzlich kann eine Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse, die deutlich und nachvollziehbar auf die Handlungserfordernisse (und -möglichkeiten) für die konkrete praktische Umsetzung von Klimaanpassung hinweist, für politische Entscheidungsträger*innen sinnvoll sein. Auch Kommunikationsprodukte wie Karten oder Broschüren für die breite Öffentlichkeit können hilfreiche Medien zur Vermittlung der Ergebnisse darstellen.
- ▶ Um die Ergebnisse der KRA effektiv gegenüber politischen Mandatsträger*innen zu kommunizieren, kann es sinnvoll sein, diese mitsamt des darauf basierenden kommunalen Anpassungskonzepts (standardmäßig) in Beschlussvorlagen zu integrieren.³⁶
- ▶ Bei der Ergebnisdarstellung sind die leichte Erfassbarkeit der Ergebnisse, eine ansprechende Gestaltung der Materialien und eine prägnante Wiedergabe der wichtigen Kernbotschaften der KRA wichtig. Bei der Kommunikation an Fachfremde sind eindeutige, leicht verständliche Begriffsdefinitionen sowie Erläuterungen von Abbildungen und Karten hilfreich. Kartendarstellungen können dabei unterstützen, räumlich differenzierte Anpassungsmaßnahmen zu entwickeln und zu planen. Gleichzeitig ermöglichen Kartendarstellungen, Ergebnisse wirksam zu kommunizieren. Dazu ist eventuell auch eine vereinfachte Darstellungsform nützlich.
- ▶ Für die Ergebnispräsentation für lokale oder regionale Akteur*innen und interessierte Bürger*innen empfiehlt sich die Ausrichtung öffentlicher Informationsveranstaltungen wie etwa Bürgerforen oder dialogischer Kommunikationsformate. Dabei können Risikokarten (z. B. zu Hitze, Hochwasser oder Starkregen), auch als (Web-)GIS-Anwendungen und/oder interaktive Karten, sowie Diagramme und Tabellen genutzt werden oder das Aufzeigen von Beispielen aus der eigenen (oder anderen) Kommune(n). Soweit möglich, sollten Ergebnisse in bestehende teil-/öffentliche GIS-Systeme eingepflegt werden.
- ▶ Ein zielgruppenspezifischer/-differenzierender Online-Auftritt kann die Ergebniskommunikation flankieren. Darüber können die wesentlichen Inhalte und Ergebnisse der KRA leicht zugänglich und verständlich in komprimierter Form dargestellt werden.
- ▶ Die Ergebnisse der KRA können ferner über gezielte Informationskampagnen oder Social-Media-Meldungen (kontinuierlich oder anlassbezogen) oder in Form von Themenreihen oder thematischen Spaziergängen zielgruppengerecht kommuniziert werden. So können die Ergebnisse der KRA dazu beitragen, die Folgen des Klimawandels und Anpassungsmöglichkeiten nicht nur einmalig stärker ins Bewusstsein der breiten Öffentlichkeit zu rücken, sondern dies zu verstetigen. Speziell in die Kommunikation gegenüber Bürger*innen können auch Hinweise auf die Möglichkeiten der Eigenvorsorge einfließen, um das Anerkennen der gemeinsamen Verantwortung zu stärken.

³⁶ https://monares.de/sites/monares.de/files/documents/handreichung_einbindung_von_klimaanpassung_im_klimacheck_kommunaler_beschluesse_v5.pdf

3

Praxisbeispiele und Arbeitshilfen

3 Praxisbeispiele und Arbeitshilfen

Zur Veranschaulichung der Vorgehensweise bei KRA für Kommunen werden nachfolgend vier ausgewählte Praxisbeispiele kommunaler KRA vorgestellt. Die Auswahl stellt einen repräsentativen Querschnitt kommunaler KRA dar. Anhand dieser Beispiele lassen sich die einzelnen Schritte – von der Zieldefinition über Festlegung der Methodik, der betrachteten Zeiträume bis zur Nutzung der Ergebnisse – leichter nachvollziehen. Zu den jeweiligen Erstellungszei-

räumen der hier als Beispiele aufgeführten KRA war die ISO 14091 noch nicht veröffentlicht. Weitere Beispiele kommunaler KRA sind nach den detaillierten Beispielen als Liste zusammengestellt, ebenso wie Hinweise und Links zu ausgewählten anwendungsorientierten „Werkzeugen“ und Leitfäden für die Analyse von Klimarisiken (bzw. potentiellen Auswirkungen des Klimawandels und Betroffenheiten auf lokaler Ebene).



Quelle: Sebastian Puskeiler | unsplash.com

Praxisbeispiel I – Bamberg

Die Stadt Bamberg veröffentlichte in Zusammenarbeit mit dem Landkreis Bamberg im Jahr 2020 ein Klimaanpassungskonzept, für welches auch eine KRA durchgeführt wurde.³⁷ Die Analysemethodik beruhte auf einer Kombination aus quantitativen und qualitativen Ansätzen. Für die Analyse und die Festlegung des Kontexts wurden drei Zeiträume ausgewählt: Ein Bezugszeitraum sowie zwei Zeiträume in der Zukunft. Der Bezugszeitraum (1951 bis 2018) wurde auf Basis von Beobachtungsdaten beurteilt. Diese basierten auf Daten des Deutschen Wetterdienstes und wurden mit Daten des Landkreises Bamberg kombiniert. Für die beiden Zeiträume der nahen Zukunft (2031 bis 2060) und der fernen Zukunft (2071 bis 2100) erfolgte die Analyse von klimatischen Veränderungen anhand von Klimaprojektionen, basierend auf den RCP-Szenarien RCP8.5 und RPC4.5, die mögliche zukünftige Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre beschreiben.

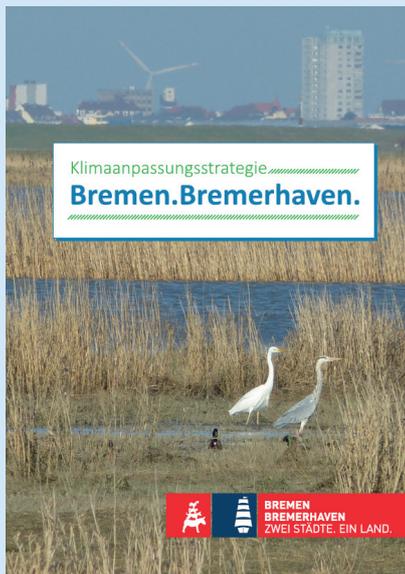
Im Rahmen des qualitativen Analyseteils wurden Exposition, Sensitivitäten, Schadenspotentiale und die Anpassungskapazität durch die Projektgruppe unter Einbeziehung lokaler Akteur*innen bewertet. Deren Expert*innenwissen wurde mithilfe mündlicher und schriftlicher Umfragen in die Analyseergebnisse integriert. Das Ziel des Bamberger Klimaanpassungskonzepts bestand darin, herauszufinden, auf welche Klimaänderungen und Klimawirkungen sich die Stadt und der Landkreis Bamberg einzustellen haben. Außerdem bilden die Ergebnisse eine Grundlage für die Erarbeitung entsprechender Anpassungsmaßnahmen. In der Analyse wurden die 13 Handlungsfelder der DAS zu sechs Sektoren zusammengefasst und einzeln hinsichtlich ihres Klimarisikos analysiert und bewertet. Die Ergebnisse wurden genutzt, um Maßnahmenvorschläge für die betrachteten Sektoren unter Beteiligung der Bürger*innen und Entscheidungsträger*innen zu erarbeiten und ein Stadtentwicklungskonzept für den zeitlichen Rahmen von 20 Jahren zu entwickeln. Insgesamt ging daraus ein umfangreiches Konzept hervor, was neben einem Controlling-Konzept (Klimawandelmonitoring und Evaluation der Anpassungsmaßnahmen, indikatorbasiert) auch eine Strategie zur Verstetigung umfasst.



Quelle: Walther et al. 2020

³⁷ https://www.greenadapt.de/wp-content/uploads/2020/11/Klimaanpassung_in_Stadt_und_Landkreis_Bamberg_-_November.pdf

Praxisbeispiel II – Bremen und Bremerhaven



Quelle: Stadt Bremen

Die Städte Bremen und Bremerhaven veröffentlichten im Jahr 2018 eine gemeinsame Klimaanpassungsstrategie.³⁸ Sie basierte auf einer KRA, bezeichnet als räumliche und funktionale Betroffenheitsanalyse. Zur Durchführung dieser Analyse erfolgte zunächst eine Bestandsaufnahme, bei der sowohl bisherige Erfahrungen als auch bestehende Untersuchungen berücksichtigt wurden. Zusätzlich zu den vorhandenen Untersuchungsergebnissen flossen auch Daten zu klimatischen Veränderungen wie bspw. Stadtklimaanalysen oder Analysen aus dem Hochwassermanagement in die Betrachtung ein.

Für die Betroffenheitsanalyse wurde der Projektionszeitraum 2081 bis 2100 gewählt. In der räumlichen Analyse wurden die erwarteten Auswirkungen des Klimawandels mittels Klimafolgenmodellen räumlich verortet. Für die funktionale Analyse wurden in einem weiteren Schritt die für die beiden Stadtgemeinden relevanten Sektoren identifiziert. 12 der 13 Handlungsfelder der DAS wurden in der funktionalen Analyse betrachtet. Die Analyse erfolgte anhand von Wirkungsketten, ausgehend von den klimatischen Veränderungen. Aus den Wirkungsketten wurden dann die lokalspezifischen Klimawirkungen abgeleitet und bewertet. Schließlich wurde ein Katalog mit Schlüsselmaßnahmen zum Umgang mit den identifizierten und priorisierten Klimawirkungen entwickelt. Dieser Maßnahmenkatalog stellt letztlich das zentrale Instrument dar, um die Anfälligkeit Bremens und Bremerhavens gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels zu verringern.

³⁸ https://www.klimastadt-bremerhaven.de/Downloads/Anpassungsstrategie_2018_BILDSCHIRMANSICHT%20ZWEISEITIG%2051MB.pdf



Quelle: Thomas Joppig

Praxisbeispiel III - Jena



Quelle: Nürnberg Luftbild, Hajo Dietz



Quelle: Stadt Jena

Die Stadt Jena veröffentlichte im Jahr 2012 ein Handbuch für klimawandelgerechte Stadtentwicklung.³⁹ Mithilfe dieses Handbuchs sollten die Themen Klimaschutz und Klimaanpassung in die Stadtentwicklung und -planung integriert werden, um Schadenspotentiale zu verringern und positive Effekte durch Klimaanpassung zu generieren. Dazu wurde eine KRA durchgeführt, in deren Rahmen Klimawirkfolgen (d.h. relevante Klimaänderungen und unmittelbare Auswirkungen) identifiziert und Handlungsoptionen bewertet wurden. Die Methodik beruhte auf einer Kombination aus verschiedenen quantitativen Ansätzen.

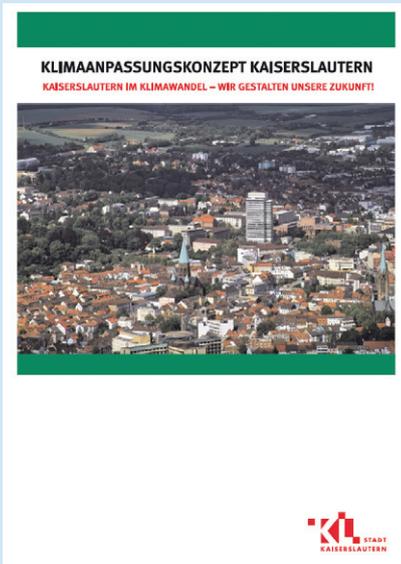
Im Rahmen einer Bestandsaufnahme wurden Beobachtungsdaten genutzt, um die Veränderung der klimatischen Kenntage zu analysieren und die Auswirkungen auf das städtische Klima (z. B. Wärmebelastung) zu identifizieren. Der wesentliche Analyseschritt bestand in der kartenbasierten (also räumlich differenzierten) Ermittlung der Auswirkungen von verschiedenen Klimaänderungen in der Stadt Jena. Dabei wurden Wärmebelastung, Trockenheit, Hochwasser und Erosion sowie die Kombination dieser Wirkungen berücksichtigt. Daraus entstand eine Karte, die besonders von Klimawirkfolgen betroffene Gebiete (=Hot-Spots) abbildet. Die Karte zeigt außerdem, wo die klimafälligen Strukturen wie Kindergärten, Seniorenheime, Krankenhäuser sowie besonders wertvolle Klimatope⁴⁰ liegen und wie diese infolge des Klimawandels betroffen sind. Als Datengrundlage dienten DWD-Messdaten für den Bezugszeitraum von 1971 bis 2000 sowie mehrere regionale Klimamodelle für den Projektionszeitraum 2021 bis 2050. Mithilfe eines mikroklimatischen Gutachtens, das im Rahmen der Analyse beauftragt wurde, gelang zudem eine Darstellung in höherer räumlicher Auflösung.

Basierend auf dieser Karte wurden die Auswirkungen auf die fünf ausgewählten Handlungsfelder – (1) Siedlungsentwicklung und Bauwesen, (2) Natur- und Umweltschutz, (3) Wasserwirtschaft und Wasserhaushalt, (4) Land- und Forstwirtschaft und (5) Verkehr und Infrastruktur – abgeleitet und schließlich Maßnahmenvorschläge für diese entwickelt. Letzteres erfolgte mithilfe des Entscheidungsunterstützungswerkzeugs „JELKA“. Diese Maßnahmenvorschläge zur Klimaanpassung wurden anschließend anhand von Kosten-Nutzen-Analysen, Kosten-Wirksamkeits-Analysen und einer Multi-Kriterien-Analyse bewertet und hinsichtlich ihrer Umsetzung priorisiert, was durch einfache additive Gewichtung erfolgte. Insgesamt entstand so ein Handbuch aus priorisierten Empfehlungen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels für die Stadt Jena.

³⁹ https://www.jenkas.de/sites/default/files/2020-08/JenKAS-Handbuch_einer_klimawandelgerechten_Stadtentwicklung_Web.pdf

⁴⁰ „Klimatope bezeichnen räumliche Einheiten, in denen die mikroklimatisch wichtigsten Faktoren relativ homogen sind.“ (Stadt Jena 2012, S. 22)

Praxisbeispiel IV - Kaiserslautern

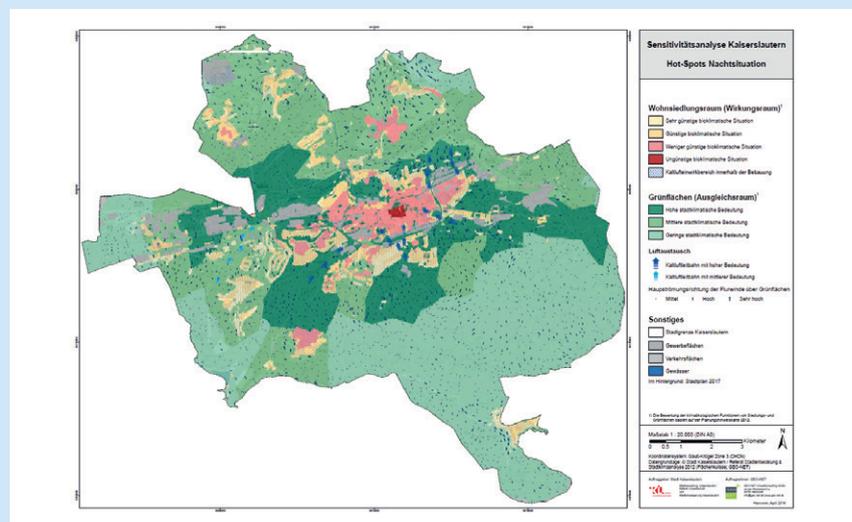


Quelle: Stadt Kaiserslautern

Die Stadt Kaiserslautern hat ihr Klimaanpassungskonzept im Jahr 2019 veröffentlicht. Ziel des Klimaanpassungskonzepts ist es, neben der Identifikation der Wirkungen des Klimawandels und damit verbundener Klimarisiken, Maßnahmen hierfür zu entwickeln und dauerhaft in die Gesamtstrategie der Stadtentwicklung zu integrieren. Für die KRA wählte Kaiserslautern eine Methodik, bei der unterschiedliche Verfahren kombiniert wurden.⁴¹ Einem quantitativen Ansatz folgend, wurde die Veränderung der klimatologischen Kenntage für Kaiserslautern analysiert. Grundlage dessen waren Beobachtungsdaten für die Bezugsperiode von 1971 bis 2000. Es wurden Projektionen für drei Zeiträume in der Zukunft erstellt: für die nahe Zukunft (2021 bis 2050), für die mittlere Zukunft (2041 bis 2070) und für die ferne Zukunft (2071 bis 2100). Auch hier wurden die klimatologischen Kenntage als Indikator für die Veränderung des Klimas verwendet. Weiterhin führte die Stadt Kaiserslautern eine KRA auf räumlicher und funktionaler Ebene durch, die als Betroffenheitsanalyse bezeichnet wurde.

Für die räumliche Analyse wurden mithilfe von Stadtklimamodellen Hot-Spots der Hitzebelastung bei Nacht und am Tag, die so genannte Grünerreichbarkeit und die Hot-Spots demographisch vulnerabler Gruppen, sowie Hot-Spots für Starkregenrisiken identifiziert. Die funktionale Analyse basierte – einem qualitativen Ansatz folgend – auf Erfahrungen von Akteur*innen vor Ort. Dabei wurden in einem Workshop von Vertreter*innen der Stadtverwaltung sowie externen Akteur*innen Wirkungsketten zu den möglichen Auswirkungen des Klimawandels nach Sektoren entwickelt. Die Handlungsfelder der DAS dienten hierfür als Referenz. Ausgehend von den vier im Anschluss an die KRA definierten Hauptzielen – (1) Hitze mindern und Grün schaffen, (2) Schäden durch Starkregen minimieren, (3) Klimaanpassung organisieren, (4) Bürger und Unternehmen aktiv einbinden – wurden schließlich Klimaanpassungsmaßnahmen für die Stadt Kaiserslautern entwickelt.

41 https://www.kaiserslautern.de/mb/themen/umwelt/klimaanpassung/190405_bericht_web.pdf



Quelle: Stadt Kaiserslautern

Weitere Beispiele aus der Praxis: Verweise und Links

Tabelle 6

Erweiterte Auflistung regionaler/städtischer KRA*

Hinweis: Die Tabelle erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Regionale Analysen	Analysen einzelner Städte	
Großraum Braunschweig	Stadt Berlin	Stadt Mannheim
Kreis Lippe	Stadt Bielefeld	Stadt Meerbusch
Kreis Rendsburg-Eckernförde	Stadt Chemnitz	Stadt Neumünster
Landkreis Osnabrück	Stadt Delitzsch	Stadt Offenbach am Main
Mainz und Wiesbaden	Stadt Dortmund	Stadt Osnabrück
Metropolregion Nordwest	Stadt Dresden	Stadt Paderborn
Region Hannover	Stadt Düsseldorf	Stadt Pfaffenhofen
Region Oberlausitz-Niederschlesien	Stadt Ennigerloh	Stadt Recklinghausen
Region Papenburg – Dörpen – Rhede	Stadt Hagen	Stadt Rietberg
Region Rhein-Voreifel	Stadt Heilbronn	Stadt Saarbrücken
Region Stuttgart	Stadt Herne	Stadt Schwerin
Region Westmecklenburg	Stadt Herten	Stadt Speyer
Region Westsachsen	Stadt Köln (Hitze)	Stadt Syke
Remscheid & Solingen	Stadt Krefeld	Stadt Witten
Südwestthüringen	Stadt Lüneburg	Stadt Wuppertal
	Stadt Magdeburg	

* Die hier aufgeführten weiteren Beispiele aus der Praxis orientieren sich in unterschiedlichem Maße an der vorgestellten Vorgehensweise nach ISO 14091 und operieren teils mit unterschiedlichen Begrifflichkeiten.

Arbeitshilfen (Leitfäden und Tools) für die Praxis

- ▶ **FUTURE CITIES** Anpassungskompass: Modul „Verwundbarkeit prüfen“, Modul „Klimawandel kennenlernen“ und Modul „Risiken und Chancen abschätzen“.
- ▶ **Handlungshilfen** des Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) zur Anpassung an den Klimawandel.
- ▶ **Klimacheck**: interaktives Tool u.a. zur Ermittlung der Betroffenheit einer Gemeinde durch den Klimawandel (für bayerische Kommunen erstellt).
- ▶ **Klimalotse** (UBA): interaktives Tool u.a. zur Untersuchung und Bewertung der Verwundbarkeit.
- ▶ **KlimaMORO** (BBSR): Anpassung an den Klimawandel in Stadt und Region, einschließlich ausführlichen Hinweisen zur Analyse der Vulnerabilität gegenüber dem Klimawandel.
- ▶ **Klimavorsorgeportal** (KliVo): Gebündelte Daten und Informationen zum Klimawandel sowie Dienste zur zielgerichteten Anpassung an die Folgen des Klimawandels.
- ▶ **Leitfaden zur Klimaanpassung** (InKoKA, Metropolregion Nordwest): detaillierte Hinweise zur Analyse von Klimarisiken, Erläuterungen zu Klimawirkungsketten und Darstellung möglicher Wirkungsketten in Handlungsfeldern auf kommunaler Ebene.
- ▶ **LoKlim**: Umgang mit Klimarisiken auf lokaler Ebene in Baden-Württemberg, einschließlich Darstellung der Methodik zur Ermittlung von Klimarisiken.

4

Quellen- verzeichnis

4 Quellenverzeichnis

Agard, J.; Schipper, L.; Birkmann, J.; Campos, M.; Dubeux, C.; Nojiri, Y.; Olsson, L.; Osman-Elasha, B.; Pelling, M.; Prather, M. J.; Rivera-Ferre, M.; Ruppel, O. C.; Sallenger, A.; Smith, K. R.; St. Clair, A. L. (2014): Annex II: Glossary. In: Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (Hrsg) Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. S. 1757–1776.

Buth, M.; Kahlenborn, W.; Greiving, S.; Fleischhauer, M.; Zebisch, M.; Schneiderbauer, S.; Schauser, I. (2017): Leitfaden für Klimawirkungs- und Vulnerabilitätsanalysen. Umweltbundesamt (UBA), Dessau-Roßlau.

DIN EN ISO 14091:2021-07: Anpassung an den Klimawandel - Vulnerabilität, Auswirkungen und Risikobewertung (ISO_14091:2021); Deutsche Fassung EN_ISO_14091:2021. doi:10.31030/3215272.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (Hrsg.) (2014): Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Kahlenborn, W.; Linsenmeier, M.; Porst, L.; Voß, M.; Dorsch, L.; Lacombe, S.; Huber, B.; Zebisch, M.; Bock, A.; Klemm, J.; Crespi, A.; Renner, K.; Wolf, M.; Schönthaler, K.; Lutz, C.; Becker, L.; Ulrich, P.; Distelkam, M.; Behmer, J.; Walter, A.; Leps, N.; Wehring, S.; Nilson, E.; Jochumsen, K. (2021a): Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland. Teilbericht 1: Grundlagen. Umweltbundesamt (UBA), Dessau-Roßlau.

Kahlenborn, W.; Porst, L.; Voß, M.; Fritsch, U.; Renner, K.; Zebisch, M.; Wolf, M.; Schönthaler, K.; Schauser, I. (2021b): Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland. Kurzfassung. Umweltbundesamt (UBA), Dessau-Roßlau.

Kahlenborn, W.; Porst, L.; Voß, M.; Hölscher, L.; Undorf, S.; Wolf, M.; Schönthaler, K.; Crespi, A.; Renner, K.; Zebisch, M.; Fritsch, U.; Schauser, I. (2021c): Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland. Teilbericht 6: Integrierte Auswertung - Klimarisiken, Handlungserfordernisse und Forschungsbedarfe. Umweltbundesamt (UBA), Dessau-Roßlau.

Umweltbundesamt (UBA) (Hrsg.) (2016): Klimawirkungsketten. Eurac Research; Bosch & Partner GmbH, Dessau-Roßlau.



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

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