

CLIMATE CHANGE

05/2018

Überblick zum Stand der fachlich-methodischen Berücksichtigung des Klimawandels in der UVP

CLIMATE CHANGE 05/2018

Umweltforschungsplan des
Bundesministeriums für Umwelt,
Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit

Forschungskennzahl 3713 48 105
UBA-FB 002554/ANH,3

Überblick zum Stand der fachlich- methodischen Berücksichtigung des Klimawandels in der UVP

von

Dr. Stefan Balla, Konstanze Schönthaler, Dr. Thomas F. Wachter
Bosch & Partner GmbH, Herne

Prof. Dr. Heinz-Joachim Peters
Freiburg

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber:

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
info@umweltbundesamt.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt

Durchführung der Studie:

Bosch & Partner GmbH
Kirchhofstraße 2c
44623 Herne

ibpur Institut für Baurecht, Planungsrecht, Umweltrecht
Prof. Dr. Heinz-Joachim Peters
Richard-Wagner-Str. 27
79104 Freiburg

im Unterauftrag von:

Fresh Thoughts Consulting GmbH
Auhofstr 4/7
1130 Wien
Österreich

Abschlussdatum:

März 2017

Redaktion:

Fachgebiet I 1.6 KomPass – Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung
Clemens Haße

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>

ISSN 1862-4359

Dessau-Roßlau, Februar 2018

Das diesem Bericht zu Grunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit unter der Forschungskennzahl 3713 48 105 finanziert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Kurzbeschreibung

Im Rahmen des FE-Vorhabens „Analyse, Bewertung und Politikempfehlungen zur Anpassung nationaler rechtlicher, planerischer und informatorischer Politikinstrumente zur Anpassung an den Klimawandel“ (Laufzeit 2014 bis 2017) befasst sich das Arbeitspaket 4 mit der Berücksichtigung des Klimawandels in Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) und Strategischer Umweltprüfung (SUP).

Aktueller Anlass ist die UVP-Änderungsrichtlinie 2014/52/EU. Diese Richtlinie verlangt stärker als bisher, Klimawandelaspekte in der UVP zu berücksichtigen. Dies betrifft insbesondere Risiken klimawandelbedingter Unfälle oder Katastrophen, Klimaschutzaspekte wie z. B. Treibhausgasemissionen und anpassungsrelevante Auswirkungen der betrachteten Projekte.

Der vorliegende Bericht enthält Empfehlungen, um Klimawandelaspekte in der UVP zu berücksichtigen. Der Schwerpunkt liegt dabei auf dem Bereich der Klimaanpassung. Eine grundlegende Frage betrifft die Nutzbarkeit der Ergebnisse aktueller Klimaprojektionen für die UVP. Die große Bandbreite in den Ergebnissen der Klimaprojektionen und die damit verbundene Unsicherheit stellen die Verwertbarkeit für raumkonkrete und rechtsverbindliche Planungs- und Zulassungsentscheidungen in Frage. Daher wird empfohlen, Planungs- und Zulassungsentscheidungen nach wie vor primär auf Bestands- bzw. Beobachtungsdaten zu stützen. Auch aus diesen Daten lassen sich teilweise bereits heute Klimawandelfolgen bzw. die Empfindlichkeit, Bedeutung oder Verwundbarkeit von Schutzgütern unter dem Einfluss des Klimawandels erkennen und ableiten. Klimaprojektionen können ergänzend dazu dienen, zukünftige Entwicklungen aufzuzeigen und zu belegen. Dies gilt insbesondere dann, wenn sich auf der Basis und im Vergleich der verschiedenen Szenarien eine trendsichere Aussage treffen lässt.

Abstract

Within the framework of the R&D project ‘Analysis, evaluation and policy recommendations for adaptation of national legal, planning and information-related policy tools for adaptation to climate change’ (term 2014 to 2017), Work Package 4 is concerned with giving due consideration to climate change in Environmental Impact Assessment (EIA) and Strategic Environmental Assessment (SEA).

Current reason was the EIA-Directive 2014/52/EU. The Directive will make it obligatory in future to take climate change aspects into consideration much more than has been common practice hitherto. This is true in particular with regard to risks of accidents or disasters related to climate change, climate protection aspects such as greenhouse gas emissions and any impacts relevant to adaptation, resulting from the projects in question.

This report contains recommendations intended to ensure the consideration of climate change aspects in the EIA. In this context, the focus is on the field of adaptation to climate change.

A fundamental question to be considered is the usability of the outcomes of current climate projections for EIA. The wide-ranging gamut of the outcomes of climate projections and the associated uncertainty place a question mark over the validity of site-specific and legally binding planning and approval decisions. It is therefore recommended to continue basing planning and approval decisions primarily on current-state data and observation data. It is possible to use such data even now to recognize and derive, at least in part, consequences of climate change or the sensitivity, importance or vulnerability of environmental factors affected by climate change. Climate projections can be used as complementary information in order to indicate and describe future developments. This applies in particular to cases where it is possible to make a trend-consistent statement on the basis of, and by comparing, various scenarios.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	8
Tabellenverzeichnis.....	9
Abkürzungsverzeichnis.....	10
Zusammenfassung	13
Summary	16
1 Einleitung, Ausgangspunkte	19
2 Handlungsfelder zur Berücksichtigung von Klimawandelaspekten in der UVP.....	21
2.1 Übersicht.....	21
2.2 Auswirkungen von Vorhaben auf das Klima	21
2.3 Auswirkungen von Vorhaben auf die Anpassungskapazität der Schutzgüter	22
2.4 Auswirkungen des Klimawandels auf Vorhaben	23
3 Methodische Grundsätze zur Integration des Klimawandels in die UVP	24
3.1 Inhaltlich-methodische Elemente der UVP	24
3.2 Klimaprojektionen als Daten- und Informationsgrundlage zum Klimawandel.....	25
3.2.1 Verfügbare Klimaprojektionen	25
3.2.2 Prognosezeiträume für die UVP.....	28
3.2.3 Verwendung von Daten der Klimaprojektionen in der UVP.....	28
4 Methodische Empfehlungen für die UVP.....	30
4.1 Feststellung der UVP-Pflicht	30
4.1.1 Rechtliche Anforderungen zur Berücksichtigung des Klimawandels.....	30
4.1.2 Methodische Vorschläge und Instrumente zur Berücksichtigung des Klimawandels bei der Vorprüfung des Einzelfalls.....	30
4.1.2.1 Prüfung der Anfälligkeit des Vorhabens durch den Klimawandel	30
4.1.2.2 Prüfung des Vorhabens hinsichtlich des Zusammenwirkens mit Klimafolgen	35
4.2 Scoping (Festlegung des Untersuchungsrahmens)	38
4.2.1 Rechtliche Anforderungen zur Berücksichtigung des Klimawandels.....	38
4.2.2 Methodische Vorschläge und Instrumente zur Berücksichtigung des Klimawandels	38
4.3 Erstellung des UVP-Berichts	39
4.3.1 Rechtliche Anforderungen zur Berücksichtigung des Klimawandels.....	39
4.3.2 Methodische Vorschläge und Instrumente zur Berücksichtigung des Klimawandels	40
4.3.2.1 Beschreibung des Vorhabens und seiner Wirkfaktoren (Nr. 1 des Anhangs IV der UVP-ÄndRL)	40

4.3.2.2	Beschreibung des aktuellen und zukünftigen Umweltzustands (Nr. 3 des Anhangs IV der UVP-ÄndRL)	46
4.3.2.3	Auswirkungen (Nr. 4, 5 und 8 des Anhangs IV der UVP-ÄndRL)	59
4.3.2.4	Maßnahmen zu Vermeidung, Verminderung, Kompensation (Nr. 7 des Anhangs IV der UVP-ÄndRL)	61
4.4	Beteiligung der Behörden und der Öffentlichkeit.....	68
4.5	Zusammenfassende Darstellung und Bewertung, begründete Schlussfolgerung	69
4.6	Überwachung	72
4.6.1	Rechtliche Anforderungen zur Berücksichtigung des Klimawandels.....	72
4.6.2	Methodische Vorschläge und Instrumente zur Berücksichtigung des Klimawandels	72
5	Quellenverzeichnis.....	74

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Mögliche Wechselwirkungen bei Umweltprüfungen im Zusammenhang mit dem Klimawandel.....	21
Abbildung 2:	Methodisch-inhaltliche Elemente der Umweltprüfung und ihre Beeinflussung durch den Klimawandel (schematische Darstellung).....	24
Abbildung 3:	Prüfung der Anfälligkeit des Vorhabens gegenüber Klimawirkungen im Rahmen des Screenings	31
Abbildung 4:	Potenzielle hitzebedingte Schäden an Verkehrsinfrastrukturen	33
Abbildung 5:	Prüfung der Wechselwirkungen des Vorhabens mit Klimawirkungen im Rahmen des Screenings	36
Abbildung 6:	Projektdatenblatt zur Ermittlung von klimawandelbedingten Risiken für Straßenbauvorhaben	45
Abbildung 7:	Ableitung des zukünftigen Umweltzustands für den Untersuchungsraum.....	49
Abbildung 8:	Potenzielle zukünftige Veränderung der Verbreitung naturnaher lebender Hochmoore (LRT 7110) und geschädigter Hochmoore (LRT 7120) in Europa	56
Abbildung 9:	Potenzielle zukünftige Veränderung der Verbreitung der Rotbauchunke (<i>Bombina bombina</i>) in Europa	57

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Verknüpfung der methodisch-inhaltlichen Elemente mit den Verfahrensschritten der UVP	25
Tabelle 2:	Informationssysteme zum Klimawandel – Beispiele	26
Tabelle 3:	Checkliste: Wirkfaktoren zur Verstärkung von Klimasignalen und Klimafolgen	40
Tabelle 4:	Checkliste: Anfälligkeit des Vorhabens gegenüber Klimawirkungen	42
Tabelle 5:	Datenquellen zur Veränderung der Landnutzung	47
Tabelle 6:	Checkliste: Schutzgüter mit hoher Empfindlichkeit / Sensibilität sowie Anpassungsfunktionen in Bezug auf den Klimawandel	50
Tabelle 7:	Datengrundlagen und Wirkmodelle für Veränderung von Schutzgütern unter dem Klimawandel.....	51
Tabelle 8:	Merkmale erfolgreicher und robuster Kompensationsmaßnahmen	64
Tabelle 9:	Beispiele für naturschutzfachliche Maßnahmen zur Abschwächung von klimabedingten Risiken	64
Tabelle 10:	Maßnahmenkataloge und Projektbeispiele für Klimaanpassung	66
Tabelle 11:	Übersicht zu gesetzlichen Umweltaanforderungen als Bewertungsmaßstab für Umweltprüfungen mit Bezug zum Klimawandel.....	69

Abkürzungsverzeichnis

APA	Aktionsplan Anpassung an den Klimawandel
ARL	Akademie für Raumforschung und Landesplanung
BASt	Bundesanstalt für Straßenwesen
BauGB	Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. September 2004 (BGBl. I S. 2414), das zuletzt durch Artikel 6 des Gesetzes vom 20. Oktober 2015 (BGBl. I S. 1722) geändert worden ist.
BAW	Bundesanstalt für Wasserbau
BBSR	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
BfG	Bundesanstalt für Gewässerkunde
BGBl	Bundesgesetzblatt
BlmSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das durch Artikel 3 des Gesetzes vom 26. Juli 2016 (BGBl. I S. 1839) geändert worden ist.
BlmSchV	Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BlmSchG). <u>4. BlmSchV</u> : Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen vom 2. Mai 2013 (BGBl. I S. 973, 3756), die durch Artikel 3 der Verordnung vom 28. April 2015 (BGBl. I S. 670) geändert worden ist. <u>9. BlmSchV</u> : Verordnung über das Genehmigungsverfahren in der Fassung der Bekanntmachung vom 29. Mai 1992 (BGBl. I S. 1001), die zuletzt durch Artikel 5 der Verordnung vom 28. April 2015 (BGBl. I S. 670) geändert worden ist <u>12. BlmSchV</u> : Störfall-Verordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 8. Juni 2005 (BGBl. I S. 1598), die zuletzt durch Artikel 79 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist
BMJ	Bundesministerium der Justiz
BMJV	Bundesministerium der Justiz und Verbraucherschutz
BMUB	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
BMUNR	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542), das durch Artikel 2 des Gesetzes vom 4. August 2016 (BGBl. I S. 1972) geändert worden ist.
BSH	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
BVerwG	Bundesverwaltungsgericht
BVWP	Bundesverkehrswegeplan
DAS	Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel: vom Bundeskabinett am 17.12.2008 beschlossen. Erhältlich auf den Internetseiten des BMU unter: www.umweltministerium.de/klimaschutz/downloads/doc/42783.php .
DKD	Deutscher Klimadienst

DWD	Deutscher Wetterdienst
EBA	Eisenbahn-Bundesamt
ExWoSt	Forschungsprogramm zum Experimentellen Wohnungs- und Städtebau
FE-Vorhaben	Forschungs- und Entwicklungsvorhaben
FFH-Verträglichkeitsprüfung	Flora-Fauna-Habitat Verträglichkeitsprüfung
GCM	general circulation model
GDV	Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft
GERICS	Climate Service Center Germany
GWP	Global Warming Potential (THG mit ihrem Globalen Erwärmungspotenzial)
HQ extrem	Extremhochwasser
HWMR-RL	Europäische Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie 2007/60/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2007 über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken. Amtsblatt der Europäischen Union, L 288, vom 6.11.2007.
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change: Zwischenstaatlicher Ausschuss zum Klimawandel, kurz Weltklimarat
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KomPass	Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung des Umweltbundesamtes (UBA)
KOSTRA-Atlas	Atlas zur Koordinierten Starkniederschlags-Regionalisierungs-Auswertung des DWD
KRITIS	Kritische Infrastrukturen
LABO	Bund/ Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz
LAWA	Bund/ Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser
LBEG	Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie
MKRO	Ministerkonferenz für Raumordnung
ÖIR	Österreichisches Institut für Raumplanung
PMF	probable maximum flood
pnV	potenziell natürlichen Vegetation
RCMs	regional climate modell
RCP	representative concentration pathways scenario
ROG	Raumordnungsgesetz vom 22. Dezember 2008 (BGBl. I S. 2986), das zuletzt durch Artikel 124 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist.
ROPLAMO	Raumordnungsplan-Monitor
SRES	Special Report on Emissions Scenario
SRU	Sachverständigenrat für Umweltfragen

SUP	Strategische Umweltprüfung
TEHG	Treibhausgas-Emissionshandelsgesetz vom 21. Juli 2011 (BGBl. I S. 1475), das durch Artikel 4 Absatz 27 des Gesetzes vom 18. Juli 2016 (BGBl. I S. 1666) geändert worden ist.
THG	Treibhausgas
TRAS	Kommission für Anlagensicherheit wurden sicherheitstechnische Regeln für Anlagensicherheit
UBA	Umweltbundesamt
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
UVP-ÄndRL	Richtlinie 2014/52/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16.04.2014 zur Änderung der Richtlinie 2011/92/EU über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten (ABl. L124/1 vom 25.04.2014).
UVPGalt	Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung in der Fassung der Bekanntmachung vom 24. Februar 2010 (BGBl. I S. 94), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 21. Dezember 2015 (BGBl. I S. 2490) geändert worden ist.
UVPG	Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung in der Fassung des Bundesratsbeschlusses vom 07.07.2017 (Gesetzblatt lag zum Redaktionsschluss noch nicht vor)
UVP-RL	Richtlinie 2011/92/EU des europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Dezember 2011 über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten.
UVPVwV	Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Ausführung des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung vom 18. September 1995.
UVS	Umweltverträglichkeitsstudie
VwVfG	Verwaltungsverfahrensgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. Januar 2003 (BGBl. I S. 102), das zuletzt durch Artikel 20 des Gesetzes vom 17. August 2016 (BGBl. I S. 1679) geändert worden ist.
WHG	Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das durch Artikel 1 des Gesetzes vom 4. August 2016 (BGBl. I S. 1972) geändert worden ist.
ZÜRS Geo	Zonierungssystem für Überschwemmung, Rückstau und Starkregen

Zusammenfassung

Im Rahmen des FE-Vorhabens „Analyse, Bewertung und Politikempfehlungen zur Anpassung nationaler rechtlicher, planerischer und informatorischer Politikinstrumente zur Anpassung an den Klimawandel“ (Laufzeit 2014 bis 2017) befasst sich das Arbeitspaket 4 mit der Berücksichtigung des Klimawandels in Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) und Strategischer Umweltprüfung (SUP). Um die wesentlichen Ergebnisse und methodischen Empfehlungen zu diesem Thema für die UVP-Praxis möglichst leicht zugänglich zu machen, wurde der vorliegende Bericht als Teilbericht aus dem Gesamt-FE-Bericht ausgekoppelt und separat veröffentlicht. Die weiteren Ergebnisse zum Arbeitspaket 4 des FE-Vorhabens wurden in einem ersten Teilbericht unter dem Titel „Grundlagen der Berücksichtigung des Klimawandels in UVP und SUP“ (BALLA et al. 2017a) veröffentlicht.

Bei der UVP geht es gemäß § 2 Abs. 1 UVPG im Rahmen entsprechender Zulassungsverfahren um die Ermittlung, Beschreibung und Bewertung der Auswirkungen von UVP-pflichtigen Vorhaben auf die Umwelt und ihre Schutzgüter wie den Menschen, Tiere, Pflanzen, Boden, Wasser, Luft, Klima, Sachgüter usw.

Ein wesentlicher Anlass für die Frage, inwiefern Klimawandelaspekte in der UVP berücksichtigt werden können, war die 2014 verabschiedete Richtlinie 2014/52/EU des Europäischen Parlaments und des Rates zur Änderung der Richtlinie 2011/92/EU über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten (UVP-ÄndRL). Diese Richtlinie ist bis Mai 2017 in deutsches Recht umzusetzen und verlangt zukünftig stärker als bisher, Klimawandelaspekte in der UVP zu berücksichtigen. Dies betrifft insbesondere Risiken klimawandelbedingter Unfälle oder Katastrophen, Klimaschutzaspekte wie z. B. Treibhausgasemissionen und anpassungsrelevante Auswirkungen der betrachteten Projekte.

Der vorliegende Bericht enthält Empfehlungen, um Klimawandelaspekte in der UVP zu berücksichtigen. Der Schwerpunkt liegt dabei auf dem Bereich der Klimaanpassung.

Die Empfehlung im Bericht umfassen alle wesentlichen Prüf- und Verfahrensschritte der UVP. Im Zentrum steht dabei der UVP-Bericht mit seinen zentralen Prüfschritten:

- ▶ Beschreibung des Vorhabens sowie der relevanten durch das Vorhaben verursachten Wirkfaktoren,
- ▶ Beschreibung des aktuellen und zukünftigen Umweltzustands,
- ▶ Beschreibung und Bewertung der Auswirkungen des Vorhabens auf die Umwelt aus der Sicht des Vorhabenträgers,
- ▶ Beschreibung von Maßnahmen zur Vermeidung, Verminderung und Kompensation sowie der geplanten Maßnahmen zur Überwachung.

Eine grundlegende Frage betrifft die Nutzbarkeit der Ergebnisse aktueller Klimaprojektionen für die UVP und die SUP. Die große Bandbreite in den Ergebnissen der Klimaprojektionen und die damit verbundene Unsicherheit stellt die Verwertbarkeit für raumkonkrete und rechtsverbindliche Planungs- und Zulassungsentscheidungen in Frage. Aus rechtlicher Sicht müssten sich die Klimaprojektionen, wenn sie Planungsentscheidungen zugrunde gelegt würden, an den gängigen rechtlichen Maßstäben für die Kontrolle von Prognoseverfahren messen lassen. Dieser Maßstab ließe sich im Grundsatz erfüllen. Allerdings müssen die mit den Projektionen verbundenen Unsicherheiten in einem angemessenen Verhältnis zu möglichen Eingriffen stehen, deren Durchführung oder Nicht-Durchführung mit den Ergebnissen der Klimaprojektionen begründet werden sollen. An diesem Punkt ist fraglich, ob entsprechende Klimaprojektionen, die 50 bis 100 Jahre in die Zukunft gerichtet sind, eine hinreichend verlässliche Datengrundlage bieten. Daher wird empfohlen, Planungs- und Zulassungsentscheidungen nach wie vor primär auf Bestands- bzw. Beobachtungsdaten zu stützen.

Auch aus diesen Daten lassen sich teilweise bereits heute Klimawandelfolgen bzw. die Empfindlichkeit, Bedeutung oder Verwundbarkeit von Schutzgütern unter dem Einfluss des Klimawandels (klimatische Bedingungen, Extremwetterereignisse) erkennen und ableiten. Klimaprojektionen können ergänzend dazu dienen, zukünftige Entwicklungen aufzuzeigen und zu belegen. Dies gilt insbesondere dann, wenn sich auf der Basis und im Vergleich der verschiedenen Szenarien eine trendsichere Aussage treffen lässt.

Bei der Beschreibung der Wirkfaktoren des Vorhabens ist auf solche Wirkfaktoren besonders Augenmerk zu richten, die bekannte Klimafolgen verstärken können (z. B. Versiegelung, Barrierewirkung). Besondere Unfall- und Katastrophenrisiken, die durch Klimafolgen hervorgerufen werden können, sind zu benennen. Die Ergebnisse eines durchgeführten Climate Proofing sind dabei einzubeziehen. Insbesondere sind entsprechende Vorsorge- und Notfallmaßnahmen zu benennen, die verhindern, dass Klimawandelfolgen das Vorhaben schädigen und diese Schäden womöglich Folgeschäden für die Umwelt nach sich ziehen. Im Rahmen der Beschreibung des aktuellen und zukünftigen Ist-Zustands sollten auch die zu erwartenden klimatischen Entwicklungen für den Untersuchungsraum dargestellt werden. Dazu sollten – wenn möglich – regionale Klimaprojektionen genutzt werden. Eine deutschlandweit einheitliche Datenbasis liefert u. a. der Regionale Klimaatlas Deutschlands. Relevant für die UVP sind dabei insbesondere trendsichere Entwicklungen. Die Ergebnisse sollen ergänzende Hintergrundinformationen liefern, um die Betroffenheit von Schutzgütern durch den Klimawandel abzuschätzen. Schutzgüter mit einer besonderen Empfindlichkeit gegenüber den Einflüssen des Klimawandels oder einer besonderen Funktion für die Klimawandelanpassung sind darzustellen (Klimafolgenabschätzung). Dabei ist auch die jeweilige Anpassungsfähigkeit der Schutzgüter zu berücksichtigen. Unter dem Einfluss des Klimawandels stattfindende Veränderungen des Umweltzustands müssen stärker als bisher die Grundlage für die Auswirkungsprognose bilden, um zu validen Ergebnissen auch für die Zukunft zu kommen.

Im Hinblick auf klimawandelbedingte Risiken kommt dem Vermeidungsgebot ein erhöhter Stellenwert zu, um erheblich nachteilige Umweltauswirkungen gar nicht erst entstehen zu lassen.

Bei der Konzeption der Maßnahmen ist darauf zu achten, dass sie auch unter den prognostizierten veränderten klimatischen Verhältnissen langfristig ihre beabsichtigte Wirkung entfalten können und diesbezüglich robust sind (z. B. Risiko von Trockenheit und Hitze, Verdrängung und Abwanderung von Arten). Als Reaktion auf eine erhöhte Ungewissheit in Bezug auf die Maßnahmenwirksamkeit kann die Aufstockung des Maßnahmenumfangs in räumlicher oder funktionaler Hinsicht eine geeignete Reaktion sein, um Unwägbarkeiten abzupuffern. Ein Schwerpunkt für die Überwachung sollte bei der Funktionserfüllung von Maßnahmen liegen, die eine besondere Klimasensibilität aufweisen. Für solche Maßnahmen sollte ggf. ein Risikomanagement vorgesehen werden.

Der Bericht enthält auch verschiedene Checklisten, um die beschriebenen Empfehlungen im Einzelfall umzusetzen. Diese Checklisten geben Hinweise zu im Einzelfall relevanten schutzgutbezogenen Kriterien, möglichen Auswirkungskategorien, Maßnahmen sowie Datengrundlagen und Informationsquellen.

Die erarbeiteten Empfehlungen sind nicht als konkreter Leitfaden ausgestaltet, da Erfahrungen in der Praxis insbesondere für die vorhabenbezogene UVP noch weitgehend fehlen und die für einen Leitfaden notwendigen Konventionen und Maßstäbe zum Umgang mit Klimaprojektionen und darauf aufbauenden, weit in die Zukunft gerichteten Wirkungsprognosen in UVP und SUP erst ansatzweise vorliegen.

Vor diesem Hintergrund sollten zukünftige Aktivitäten der Forschung und der – ggf. zunächst nur pilothaften – Methodenerprobung darauf gerichtet werden, weitere Datengrundlagen sowie einheit-

liche Fachkonventionen für den Umgang mit dem Klimawandel in der UVP zu schaffen. Dies kann in vielen Fällen nur fachspezifisch und sektoral, d. h. für bestimmte Fragestellungen innerhalb einzelner Schutzgüter erfolgen. Notwendig ist die Einrichtung bzw. gezielte Begleitung entsprechender interdisziplinärer Arbeitskreise, die die notwendige breite Fachkompetenz besitzen, um belastbare Fachkonventionen zu erarbeiten. Dabei sollten neben den fachspezifischen Fragen die UVP-spezifischen Anforderungen in die entsprechenden Arbeitskreise eingebracht werden. Des Weiteren sollte sich der Fokus auf das UVP-bezogene Monitoring richten. Angesichts der hohen Unsicherheiten der Klimaprojektionen und darauf aufbauender Wirkungsanalysen sollte das Instrument der Überwachung zukünftig dazu genutzt werden, gezielt ex-post-Daten zu den auch vom Klimawandel beeinflussten Wirkungen konkreter Projekte zu gewinnen.

Summary

Within the framework of the R&D project ‘Analysis, evaluation and policy recommendations for adaptation of national legal, planning and information-related policy tools for adaptation to climate change’ (term 2014 to 2016), Work Package 4 is concerned with giving due consideration to climate change in Environmental Impact Assessment (EIA) and Strategic Environmental Assessment (SEA). In order to facilitate maximum accessibility to the crucial outcomes and methodological recommendations on this subject for EIA practice, this report was segregated from the overall R&D Report and published as a separate sub-report. Other outcomes from Work Package 4 of the R&D Report were published in a preliminary sub-study report entitled ‘Grundlagen der Berücksichtigung des Klimawandels in UVP und SUP’ (The principles of considering climate change in EIA and SEA) (BALLA et al. 2017a).

As far as EIA is concerned, Section 2, Paragraph 1 of the EIA Act, EIA is embedded in the project approval procedure and focuses within the framework of planning approval procedures, on the identification, description and assessment of impacts - from projects subject to EIA - on the environment and its factors such as humans, animals, plants, soil, water, air, climate, material assets etc.

It was Directive 2014/52/EU passed by the European Parliament and the Council on 16th April 2014 which essentially gave rise to the question to what extent climate change aspects can be considered in EIA, amending Directive 2011/92/EU on the assessment of the effects of certain public and private projects on the environment (EIA Directive). This Directive is scheduled for incorporation into German legislation by May 2017. The Directive will make it obligatory in future to take climate change aspects into consideration much more than has been common practice hitherto. This is true in particular with regard to risks of accidents or disasters related to climate change, climate protection aspects such as greenhouse gas emissions and any impacts relevant to adaptation, resulting from the projects in question.

This report contains recommendations intended to ensure the consideration of climate change aspects in the EIA. In this context, the focus is on the field of adaptation to climate change.

The recommendations contained in the report comprise all essential assessment and procedural steps required in EIA. In this context, the focus is on the EIA report with its central assessment stages:

- ▶ description of the project and any relevant impact factors potentially caused by the project,
- ▶ description of the current and future state of the environment,
- ▶ description and assessment of impacts from the project on the environment from the developer’s point of view,
- ▶ description of measures for prevention, mitigation and compensation and of planned monitoring measures.

A fundamental question to be considered is the usability of the outcomes of current climate projections for EIA and SEA. The wide-ranging gamut of the outcomes of climate projections and the associated uncertainty place a question mark over the validity of site-specific and legally binding planning and approval decisions. From a legal point of view, it ought to be possible to measure climate projections - used as a basis for planning decisions - against the customary legal benchmarks employed in verifying prognostic procedures. In principle, it should be possible to achieve this benchmark. Nevertheless, any uncertainties involved in the projections ought to be commensurate with potential interventions to be carried out or rejected on the grounds of the outcomes of climate projections. At this point, the question arises whether climate projections which refer to events between 50 and 100 years ahead in the future, can be considered as a sufficiently reliable database. It is therefore recommended to continue basing planning and approval decisions primarily on current-state data

and observation data. It is possible to use such data even now to recognise and derive, at least in part, consequences of climate change or the sensitivity, importance or vulnerability of environmental factors affected by climate change (climatic conditions, extreme weather events). Climate projections can be used as complementary information in order to indicate and describe future developments. This applies in particular to cases where it is possible to make a trend-consistent statement on the basis of, and by comparing, various scenarios.

The description of the project's impact factors must make particular reference to those factors which are well known to amplify climatic consequences such as sealing or barrier effects. Specific accident and disaster risks which can be caused by climatic consequences must be stated. Any outcomes from carrying out 'climate proofing' will have to be incorporated. In particular, it is important to state appropriate precautionary and emergency measures designed to prevent that the project be damaged by consequences from climate change and to prevent any consequential damages to the environment resulting from such damage. The description of the current and future condition should include an illustration of any climatic developments to be expected for the site being assessed. Where possible, this should involve the use of regional climate projections. A source of data for the whole of Germany is contained e.g. in the German Regional Climate Atlas. Of particular relevance to EIA are any trend-based developments. The outcomes should provide supplementary background information facilitating an estimation of impacts from climate change on environmental factors. Environmental factors which are particularly vulnerable to impacts of climate change or which have a specific function in adaptation to climate change must be stated (estimation of climatic consequences). In this context, it is important to take account of the adaptability of the environmental factors concerned. Environmental changes occurring under the influence of climate change will have to be highlighted more strongly than hitherto as a basis for the prognosis of impacts in order to ensure that valid outcomes are obtained which will retain their validity into the future.

With regard to risks attributable to climate change, it is essential from now on to place increased emphasis on the element of prevention, in order to prevent any adverse impacts on the environment from arising in the first place.

In the process of designing appropriate measures, care must be taken that these measures will retain, in the long term, their undiminished ability to achieve the intended effect in the changed climatic circumstances projected. At the same time, these measures must be robust (e.g. risks of drought and heat, displacement and emigration of species). In response to increased uncertainty in respect of the efficacy of measures it may be appropriate to extend the scope of measures proposed at a spatial or functional level thus creating a cushion against the potential impact of imponderabilities. In monitoring, adequate emphasis must be placed on the functionality of measures with a view to climatic sensitivity. It might be appropriate to provide risk management with regard to such measures.

Furthermore, this report also contains various checklists intended to facilitate the implementation of the recommendations described. These checklists provide pointers towards criteria for environmental factors that may be relevant in specific cases, indicating potential impact categories, measures, as well as sources of data and information.

In view of the fact that there is still a major lack of experience - especially in terms of project-based EIA - the recommendations developed have not yet reached the stage of finalised guidelines. Besides, the necessary conventions and benchmarks required for dealing with climate projections and any consequential impact prognoses in EIA and SEA - which point a long way ahead into the future - would be required for a practical guide, and currently they exist only in rudimentary form.

Against this background, future activities in terms of research and - at least initially pilot-type - methodological trials should be designed to create further baseline data as well as homogeneous subject-related conventions for dealing with climate change in EIA. In many cases this will be possi-

ble only for specific subject areas and sectors, i.e. for specific issues with regard to individual environmental factors. The essential task is to set up and, where necessary, maintain targeted support for relevant inter-disciplinary advisory councils which have the essential wide-ranging subject-related competency in order to develop resilient subject-related conventions. Apart from subject-specific issues, this will require the discussion of EIA-specific requirements in relevant advisory councils. Furthermore, there is to be a focus on EIA-related monitoring. In view of considerable uncertainties in climate projections and any consequential impact analyses, the instrument of monitoring should be used in future for the targeted collection of ex-post data from actual projects regarding impacts partly influenced by climate change.

1 Einleitung, Ausgangspunkte

Klimawandel ist eine der großen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts. Neben der Vermeidung von Treibhausgasen (Klimaschutz) besteht in Politik und Wissenschaft Einigkeit dahingehend, dass sich die Länder und Regionen zunehmend auch um die Anpassung an die nicht mehr zu vermeidenden Folgen des Klimawandels bemühen müssen (Klimaanpassung). Die dabei zu berücksichtigenden Folgen können sowohl negativ, z. B. vermehrtes Hochwasser und stärkere Hitzeperioden, als auch positiv, z. B. erhöhte Ernteerträge in nördlicheren Gebieten, sein.

Mit dem FE-Vorhaben „Analyse, Bewertung und Politikempfehlungen zur Anpassung nationaler rechtlicher, planerischer und informatorischer Politikinstrumente zur Anpassung an den Klimawandel“ (Laufzeit 2014 bis 2016) soll der Mainstreaming-Ansatz bei der Umsetzung der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) gestärkt werden. Das Vorhaben widmete sich aus unterschiedlichen Blickwinkeln der Aufgabe, die bereits vollzogene Berücksichtigung und Verankerung von Anforderungen durch den Klimawandel in der Raumordnungs-, Bauleit- und Fachplanung sowie auf rechtlicher Ebene zu prüfen und zu dokumentieren und Beiträge zum Fortschrittsbericht 2015 zu liefern (BUNDESREGIERUNG 2015).

Das Arbeitspaket 4 dieses FE-Vorhabens befasste sich mit der Entwicklung einer Methode zur Berücksichtigung des Klimawandels in der Umweltprüfung. Ein wesentlicher Anlass dieses Arbeitspakets war die zum Zeitpunkt der Projektausschreibung noch anstehende Novellierung des deutschen Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) aufgrund der am 16. April 2014 verabschiedeten Richtlinie 2014/52/EU des Europäischen Parlaments und des Rates zur Änderung der Richtlinie 2011/92/EU über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten (im Folgenden: UVP-ÄndRL). Im Einzelnen hatte das Arbeitspaket 4 die folgenden Aufgaben:

1. einen Vorschlag zur rechtlichen Umsetzung der klimawandelrelevanten Inhalte der UVP-ÄndRL in nationales Recht zu entwickeln,
2. den grundsätzlichen Zusammenhang zwischen Klimawandel, Klimawandelfolgen und der Anpassung mit der Umweltprüfung von Vorhaben (UVP) und Plänen (SUP) zu strukturieren,
3. die Bedeutung eines Climate Proofing für die Umweltprüfungen zu diskutieren,
4. fachliche Empfehlungen für die Bewältigung der aus der UVP-ÄndRL resultierenden neuen Anforderungen in Bezug auf den Klimawandel an die Praxis der Umweltprüfung zu erarbeiten.

Um die wesentlichen Ergebnisse der methodischen Empfehlungen für die Praxis möglichst leicht zugänglich zu machen, wurde der vorliegende Teilbericht erstellt. Die weiteren Ergebnisse zum Arbeitspaket 4 des o. g. FE-Vorhabens wurden unter dem Titel „Grundlagen der Berücksichtigung des Klimawandels in UVP und SUP“ (BALLA et al. 2017a) in einem weiteren Teilbericht veröffentlicht.

Der Schwerpunkt der nachfolgend zusammengestellten Empfehlungen liegt auf dem Bereich der Klimaanpassung in Bezug auf die vorhabenbezogene Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP).

Der Bericht bezieht sich neben der UVP-ÄndRL auf das Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) in der Fassung von 2017

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt können die vorliegenden Empfehlungen nur eine erste Richtschnur für den praktischen Umgang mit Klimaschutzaspekten in der UVP bieten. Erfahrungen in der Praxis fehlen noch weitgehend (vgl. SCHMIDT 2015). Die notwendigen Konventionen und Maßstäbe zum Umgang mit Klimaprojektionen und darauf aufbauenden, weit in die Zukunft gerichteten Wirkungsprognosen liegen erst ansatzweise vor. Aspekte der Klimaanpassung sind bisher auch erst in Ansätzen in das deutsche Umweltfachrecht übernommen worden, so dass die entsprechende Bewertungs-

grundlage für die UVP noch lückenhaft ist (siehe dazu weitergehend Teilbericht zu AP 3 des FE-Vorhabens - ALBRECHT et al. 2017).

2 Handlungsfelder zur Berücksichtigung von Klimawandelaspekten in der UVP

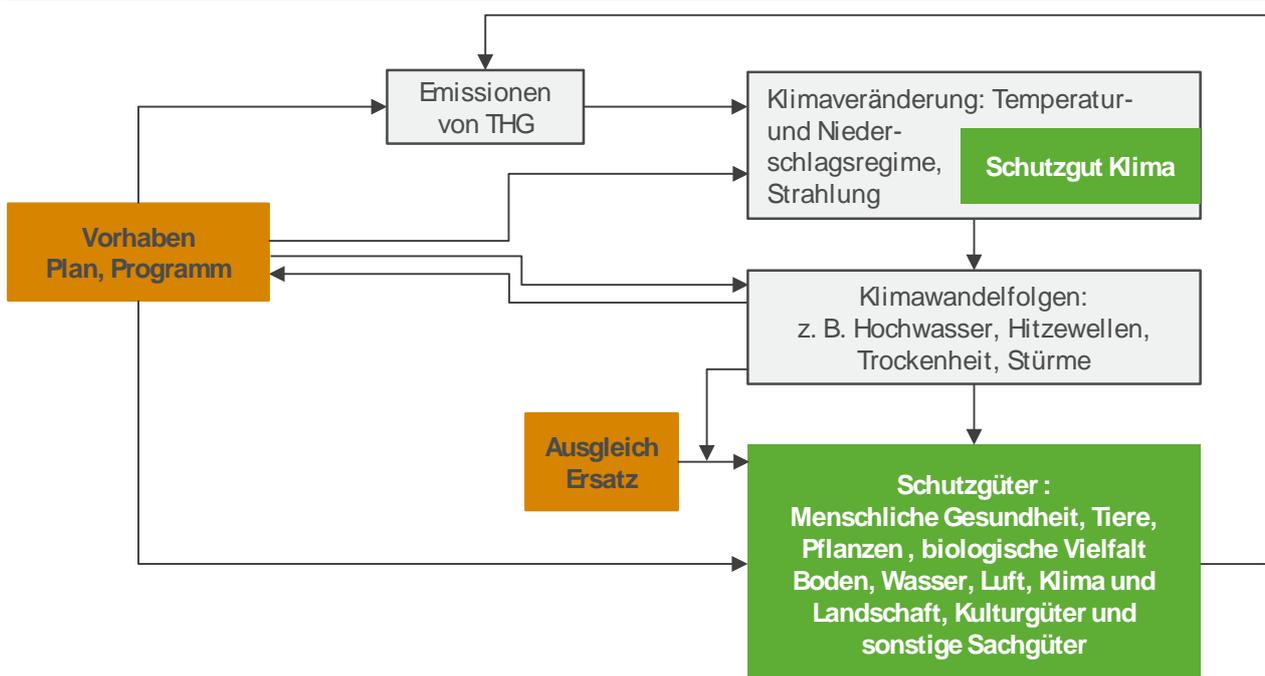
2.1 Übersicht

Bei der Berücksichtigung von Klimawandel, Klimawandelfolgen und der Anpassung werden derzeit im Zusammenhang mit der Umweltprüfung von Vorhaben grundsätzlich drei übergeordnete Handlungsfelder diskutiert (vgl. SCHMIDT 2015):

1. Verhinderung oder Minderung nachteiliger Auswirkungen bzw. Stärkung positiver Auswirkungen von Vorhaben auf das Klima (Klimaschutz),
2. Verhinderung oder Minderung nachteiliger Auswirkungen bzw. Stärkung positiver Auswirkungen von Vorhaben auf die Anpassungskapazität von Ökosystemen und des Menschen (d. h. der Schutzgüter der UVP) (Klimaanpassung),
3. Minderung nachteiliger Auswirkungen des Klimawandels auf Vorhaben („Climate Proofing“).

In Abbildung 1 sind die möglichen Wechselwirkungen skizziert. Sie werden im Folgenden überblicksartig beschrieben.

Abbildung 1: Mögliche Wechselwirkungen bei Umweltprüfungen im Zusammenhang mit dem Klimawandel



Quelle: Bosch & Partner GmbH (eigene Darstellung)

2.2 Auswirkungen von Vorhaben auf das Klima

Die Minderung der Emissionen von Treibhausgasen (THG) gehört zu den zentralen umweltpolitischen Zielen der Bundesregierung. Um das Minderungsziel erreichen zu können, müssen auf sehr unterschiedlichen Ebenen Maßnahmen ergriffen werden. Eine mittelbar wirksame Maßnahme in diesem Sinne ist die gezielte Berücksichtigung dieses Aspektes bereits im Rahmen der UVP, um zu prüfen, inwieweit Vorhaben die Emission von Treibhausgasen beeinflussen. Eine entsprechende Vorgabe macht auch die UVP-ÄndRL für die UVP, da sie zukünftig als Teil des UVP-Berichts auch die Be-

trachtung von Treibhausgasemissionen fordert. Die Prüfung kann sich dabei grundsätzlich auf folgende Sachverhalte beziehen:

- ▶ Von dem Betrieb einzelner Vorhaben gehen Emissionen von THG aus.
- ▶ Die Herstellung / Errichtung von Vorhaben führt zu THG-Emissionen.
- ▶ Vorhaben tragen zu einer Reduzierung von THG-Emissionen bei (z. B. Projekte zu Windkraft, Biogas, ggf. auch Leitungsnetze).
- ▶ Vorhaben beeinträchtigen Ökosysteme mit besonders hoher Senkenleistung für THG (wie Wälder, Moore) oder Nutzungen, die Senkenfunktionen stärken.

Die genannten Aspekte des Klimaschutzes werden nachfolgend nicht vertiefend behandelt.

2.3 Auswirkungen von Vorhaben auf die Anpassungskapazität der Schutzgüter

Die Anpassung an die Klimawandelfolgen dient gemäß der Deutschen Anpassungsstrategie (DAS) im Wesentlichen dem Ziel, klimawandelempfindliche Systeme, seien dies gesellschaftliche oder natürliche Systeme, gezielt auf den Klimawandel und seine Folgen vorzubereiten, d. h. einerseits deren Anfälligkeit bzw. Empfindlichkeit zu reduzieren und andererseits Potenziale, die sich aus den Klimawandelfolgen ergeben, besser ausschöpfen zu können. Der Zusammenhang zwischen der Umweltprüfung von Vorhaben, den Folgen des Klimawandels und der daraus resultierenden Notwendigkeit von Anpassung schlägt sich nun auch in der UVP-ÄndRL nieder. Der Zielstellung der Umweltprüfungen zufolge stehen dabei die Auswirkungen von Vorhaben auf die Schutzgüter der UVP und deren Wechselwirkungen mit den Auswirkungen des Klimawandels im Mittelpunkt des Interesses. Die Prüfung im Rahmen der UVP kann sich dabei grundsätzlich auf die folgenden Sachverhalte beziehen:

- ▶ Vorhaben beeinflussen das Lokal- und Regionalklima, so dass Klimawandelfolgen verstärkt werden (z. B. die Temperatur erhöht sich in ohnehin wärmebelasteten Gebieten durch zusätzliche bauliche Maßnahmen) oder auch abgeschwächt werden.
- ▶ Vorhaben führen dazu, dass sich Klimawandelfolgen verstärken (beispielsweise eine Verschärfung der Hochwassergefahr durch flussbauliche Maßnahmen oder zusätzliche Flächenversiegelung mit sich bringen) oder diese abschwächen.
- ▶ Vorhaben bringen zusätzliche Belastungen für Schutzgüter oder Stärkungen der Widerstandskraft von Schutzgütern, die infolge des Klimawandels besonders sensibel sind bzw. in Zukunft empfindlicher werden (z. B. bestimmte Tier- und Pflanzenarten oder Ökosysteme, die gegenüber Austrocknung empfindlich sind).
- ▶ Vorhaben beeinträchtigen oder fördern Strukturen, die für die Anpassung eine besondere Rolle spielen (dies kann beispielsweise innerstädtische Grünflächen, Retentionsräume in Flussauen oder Biotopverbundstrukturen betreffen).

Das Thema Klimaanpassung umfasst insgesamt ein außerordentlich breites thematisches Spektrum, da es hier ganz generell um die direkte und indirekte Beeinflussung menschlicher Raumnutzungsaktivitäten durch den Klimawandel geht. Eine aktuelle und umfassende Zusammenstellung der daraus resultierenden Handlungsfelder enthält die DAS sowie darauf aufbauende Arbeiten wie etwa der indikatorengestützte Monitoringbericht (UBA 2015) zu den vergangenen Entwicklungen und zur aktuellen Situation bei Klimafolgewirkungen und Anpassung sowie die Vulnerabilitätsanalyse (ADELPHI et al. 2015), in der die künftige Betroffenheit der Sektoren durch den Klimawandel berechnet und abgeschätzt und Bereiche innerhalb Deutschlands identifiziert werden, die als besonders verletzlich zu bewerten sind. Allerdings lassen sich nicht für alle Themen der Klimaanpassung Verbindungen zu der auf Projekte bezogenen UVP herstellen.

2.4 Auswirkungen des Klimawandels auf Vorhaben

Neben den Auswirkungen, die Vorhaben auf das Klima oder die Anpassung an den Klimawandel haben können, können sich aus dem Klimawandel auch veränderte Umweltbedingungen und daraus resultierende Risiken für bzw. Auswirkungen auf Vorhaben selbst ergeben:

- ▶ Direkte Einwirkungen des Klimawandels auf geplante Vorhaben, wie etwa die Überhitzung der Gleisanlagen oder die verminderte Schiffbarkeit von Wasserstraßen aufgrund von Hitzewellen.
- ▶ Indirekte Einwirkungen infolge des Klimawandels auf geplante Vorhaben, z. B. wenn die Projektumwelt so verändert wird, dass sich Risiken für die Anlage ergeben. Im Gebirge können beispielsweise verstärkte Hangrutschungen Straßen oder Bahntrassen gefährden.

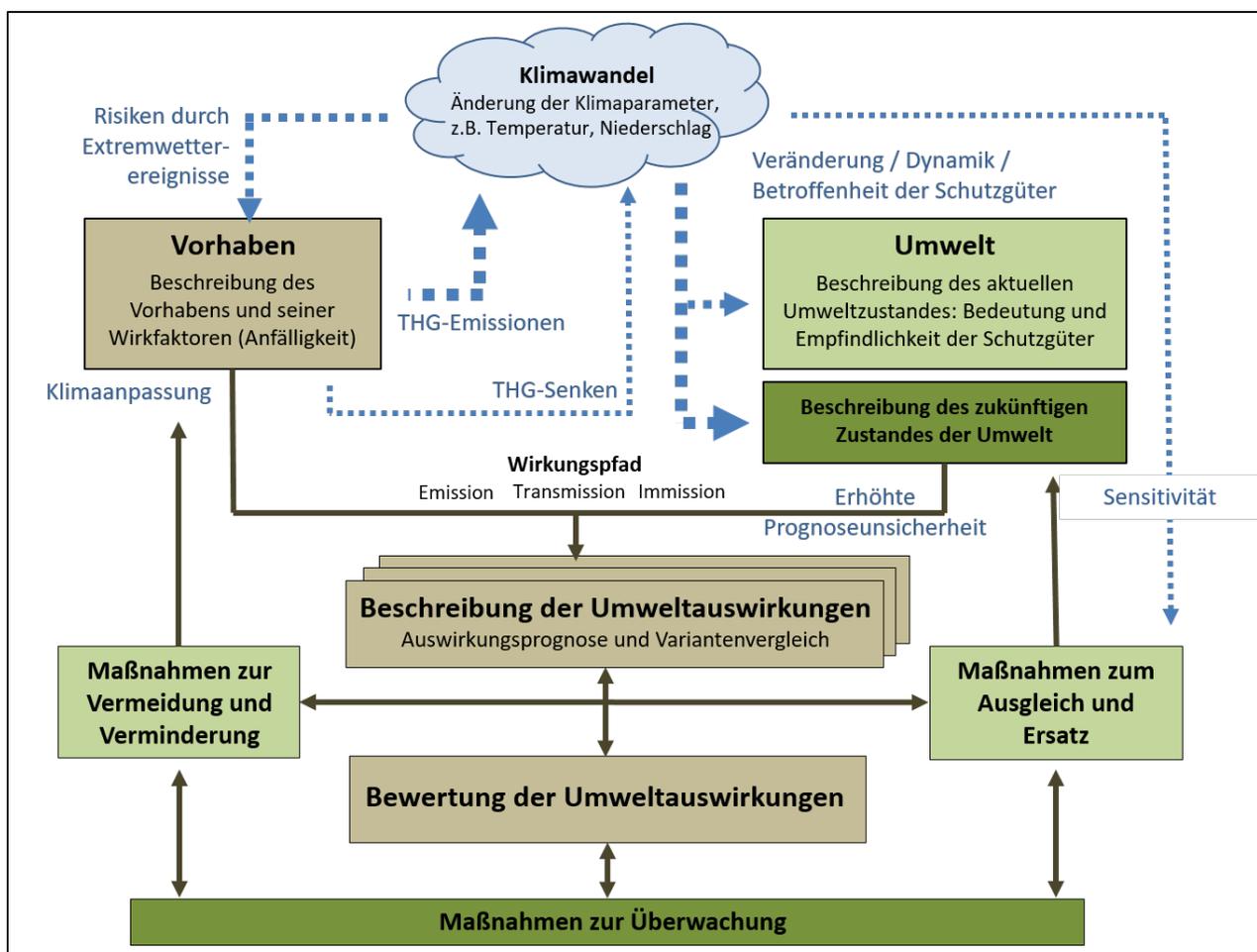
Für die Betrachtung derartiger Klimafolgen, die Schadensrisiken für Vorhaben beinhalten, wird der Begriff „Climate Proofing“ verwendet. Relevant für die UVP ist dieser Aspekt nur indirekt, wenn aus den möglichen Schadensrisiken für Vorhaben Umweltauswirkungen resultieren. Da sich die UVP auf die Ermittlung, Beschreibung und Bewertung der Umweltauswirkungen bezieht, kann sie zwar kein umfassendes Instrument zur Prüfung von Klimawandelfolgen für das Vorhaben selbst sein. Allerdings ist ein „informelles Climate Proofing“ in der Lage, wichtige Daten zur Anfälligkeit des Vorhabens für Risiken schwerer Unfälle und/oder Katastrophen zu liefern, so dass Vorsorgemaßnahmen getroffen werden können (s. BALLA et al. 2017a).

3 Methodische Grundsätze zur Integration des Klimawandels in die UVP

3.1 Inhaltlich-methodische Elemente der UVP

Die Gliederung der nachfolgenden Kapitel (Kap. 3.2 ff.) orientiert sich an den Verfahrensschritten der UVP. Da sich die Integration von Klimawandelaspekten in der UVP an den inhaltlich-methodischen Elementen einer UVP orientieren muss, sind die nachfolgenden Empfehlungen im Schwerpunkt auch auf diese Elemente hin ausgerichtet. Die nachfolgende Abbildung 2 gibt dazu einen einleitenden Überblick.

Abbildung 2: Methodisch-inhaltliche Elemente der Umweltprüfung und ihre Beeinflussung durch den Klimawandel (schematische Darstellung)



Quelle: Bosch & Partner GmbH (eigene Darstellung)

Jedes methodisch-inhaltliche Element ist im Grundsatz für mehrere Verfahrensschritte der UVP von Relevanz, wenn auch der Schwerpunkt auf der Bearbeitung des UVP-Berichts liegt. So werden Angaben zur Umweltbeschreibung bei der Vorprüfung des Einzelfalls überschlägig abgeschätzt, im Scoping methodisch angeleitet und im UVP-Bericht detailliert beschrieben (s. Tabelle 1). In den folgenden Kapiteln wird daher ausgeführt, welche inhaltlichen Aufgaben in jeder Phase eines Verfahrens anstehen und in welcher Tiefe bearbeitet werden müssen. Es werden mögliche Methoden und Instrumente vorgeschlagen. Um deutlich hervorzuheben, worin die neuen durch den Klimawandel

ausgelösten Anforderungen bestehen, die über die bisherige Praxis hinausgehen, werden die Kapitel wie folgt unterteilt:

- ▶ Anforderungen aus Sicht der Anpassung an den Klimawandel: Neuerung durch die rechtlichen (UVP-ÄndRL) und generelle fachliche Anforderungen,
- ▶ Methodische Vorschläge und Instrumente: Hinweise und Anregungen für mögliche Methoden und Instrumente, welche die Berücksichtigung von Klimawandel bzw. Anpassung im jeweiligen Verfahrensschritt unterstützen können.

Tabelle 1: Verknüpfung der methodisch-inhaltlichen Elemente mit den Verfahrensschritten der UVP

Methodisch-inhaltliche -Elemente	Verfahrens-schritte	Vorprüfung des Einzel-falls	Scoping	UVP-Bericht	Zusammen-fassende Darstel-lung/ Bewertung	Überwa-chung
Projektbeschreibung		(X)	X	XX	X	
Umweltbeschreibung		(X)	X	XX	X	
Auswirkungen		(X)	X	XX	X	
Bewertung		(X)	X	X	XX	
Maßnahmen				XX	X	
Überwachung			X	X	X	XX

Legende: XX = zentrale Bearbeitung; X = Vorbereitung/Überprüfung; (X) = überschlägige Bearbeitung

Jede der genannten methodisch-inhaltlichen Ebenen bietet spezifische Möglichkeiten, die beiden Seiten des Klimawandels – Klimaschutz und Klimaanpassung – in die Umweltfolgenabschätzung einzubinden. Der Bearbeitungsschwerpunkt der hier durchgeführten Untersuchung liegt aber auf der Berücksichtigung der Klimaanpassung.

3.2 Klimaprojektionen als Daten- und Informationsgrundlage zum Klima-wandel

3.2.1 Verfügbare Klimaprojektionen

Die Grundlage sämtlicher Überlegungen zu konkreten Wirkungen des Klimawandels auf Schutzgüter und Vorhaben innerhalb der UVP bilden die Ergebnisse vorliegender Klimaszenario- bzw. Klimamo-dellrechnungen. Derartige Rechnungen liegen mittlerweile nicht nur deutschlandweit, sondern auch für einzelne Bundesländer und Regionen vor. Aufgrund der Vielfalt der verfügbaren Daten stellt sich allerdings die Frage, welche dieser Klimadaten für Umweltprüfungen geeignet sind.

Mittlerweile gibt es eine relativ große Auswahl deutschlandweiter und regionaler Modellierungen und Web-Portale zum Klimawandel, die Klimadaten kartografisch aufbereiten und ergänzende In-formationen über Klimafolgen und Anpassung an den Klimawandel bereitstellen (s. Tabelle 2). Be-deutende Web-Portale sind das Deutsche Klimaportal, der regionale Klimaatlas der regionalen Klimabüros in der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren, der Norddeutsche Klimaatlas, der Klimanavigator, der Deutsche Klimadienst (DKD) und das Climate Service Center Germany (GERICS) (BUNDESREGIERUNG 2015: 77). Für Deutschland stellt der Deutsche Wetterdienst die zentralen Klimainformationen zur Verfügung. Weiterhin bietet der Regionale Klimaatlas der Helmholtz Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren verschiedene Klimarechnungen basierend auf unterschiedlichen Szenarien und Modellen an.

Die kartografische Darstellung dieser Informationssysteme und Portale basiert in der Regel auf den Ergebnissen eines einheitlichen regionalen Klimamodell-Standards. Derzeit stellt das EURO-CORDEX Ensemble (<http://euro-cordex.net/>) für Europa den aktuellen Standard an regionalen Klimaprojektionen zur Verfügung. Im Projekt ReKliEs-De sollen diese Simulationen systematisch für Deutschland ausgewertet und durch ausgesuchte weitere Simulationen komplettiert werden (HLNUG 2016).

Tabelle 2: Informationssysteme zum Klimawandel – Beispiele

Bezeichnung	Quelle	Inhalte
Klimainformationssysteme national und europäisch		
Deutscher Klimaatlas	DWD: www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaatlas/klimaatlas_node.html	Klimaszenarien bis Gegenwart, für 16 Länder und 5 Handlungsfelder
WebWerdis	DWD: www.dwd.de/DE/leistungen/webwerdis/webwerdis.html	Zugang zu ausgewählten meteorologischen Fachdatenbanken und Dateiverzeichnissen für meteorologisch vorgebildete Nutzer
Deutsches Klimaportal	DVW: www.deutschesklimaportal.de	deutschlandweite Vernetzung von Klimadienstleistern und Nutzern von Klimainformationen
Regionaler Klimaatlas	Helmholtz Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren: www.regionaler-klimaatlas.de	20 regionale Klimaszenarien für Deutschland
Klimafolgenonline	Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung e.V., WetterOnline Meteorologische Dienstleistungen GmbH: www.klimafolgenonline.com	Klimadaten für 5 Sektoren
ReKliEs-De	Regionale Klimaprojektionen Ensemble für Deutschland: http://reklies.hlnug.de/startseite.html	Bereitstellung robuster Informationen über die Bandbreiten und Extreme der zukünftigen Klimaentwicklung in Deutschland für die Klimafolgenforschung und Politikberatung.
Euro-Cordex	Coordinated Downscaling Experiment - European Domain (WCRP): http://euro-cordex.net/	Down-Scaling und Regionalisierung der Ergebnisse globaler Klimamodelle für Europa
Klimainformationssysteme regional		
Norddeutscher Klimaatlas	Norddeutsches Klimabüros: www.norddeutscher-klimaatlas.de	20 regionale Klimaszenarien für Norddeutschland
ReKIS – Regionales Klimainformationssystem	TU Dresden: www.rekis.org	Klimadaten für Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen
kwis-rlp – Klimawandelinformationssystem Rheinland-Pfalz	Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz: www.kwis-rlp.de	Klimawandelndaten Rheinland-Pfalz

Bezeichnung	Quelle	Inhalte
Portale Klimadaten für die Praxis		
CLIMATE-ADAPT – European Climate Adaptation Plattform	European Commission & European Environment Agency: http://climate-adapt.eea.europa.eu	Überblick über Klimawandel in Europa; Verwundbarkeit von Regionen und Sektoren; europaweiten Anpassungsstrategien; Studien, Werkzeugkasten für Anpassungsmaßnahmen
Climate Service Center Germany (GERICS)	Einrichtung in der Helmholtz-Zentrum Geesthacht: www.climate-service-center.de/index.html	Produkte und Dienstleistungen, um Politik, Verwaltung und Wirtschaft bei der Anpassung an den Klimawandel zu unterstützen
Deutscher Klimadienst (DKD)	Geschäftsstelle beim DWD: www.deutschesklimaportal.de/DE/Themen/4_DKD/DKD.html	Netzwerk von Behörden und Ämtern die Klimainformationen und Klimadienstleistungen für die Praxis zur Verfügung stellen
Klimanavigator	Einrichtung des Helmholtz-Zentrums Geesthacht: www.klimanavigator.de	Überblick über die klimarelevante Forschung sowie über Klimawandel und Klimaanpassungsinitiativen
Plattform Klimawandel und Raumentwicklung	Akademie für Raumforschung und Landesplanung: www.klima-und-raum.org	Vernetzung von Wissenschaft und Praxis zum Umgang mit dem Klimawandel durch räumliche Planung und Wissenstransfer
Klimastadtraum	Portal des BBSR zum Thema Klimaanpassung: www.klimastadtraum.de	Informationsportal zu Klimawandel und Raumentwicklung

Für die typischen Klimaparameter wie Hitze (z. B. Anzahl heiße Tage, Tropennächte), Kälte (z. B. Frosttage, Eistage, Schneetage), Starkregen (z. B. Anzahl Tage mit Starkniederschlag > 10 mm, > 20 mm) und Wind / Sturm (z. B. Sturmtage, Sturmintensitäten) können bei den entsprechenden Institutionen digitale Karten aufgerufen werden. Diese unterscheiden sich u. a. nach Projektionszeiträumen (häufig 2050 bis 2100) und Regionen innerhalb Deutschlands.

Bei der konkreten Abfrage von Daten für die UVP stellt man allerdings fest, dass es für einen Parameter in den gängigen Informationssystemen in der Regel eine größere Bandbreite von Ergebnisse gibt. Dies liegt daran, dass es aus wissenschaftlicher Sicht nicht die eine gültige Klimaprojektion gibt. Stattdessen ist es üblich, unter Variation bestimmter Eingangsdaten, insbesondere zur Emission von Treibhausgasen, mehrere Klimaprojektionen zu einem meteorologischen Parameter durchzuführen und die Bandbreite der Ergebnisse darzustellen. Dies wird in den oben genannten Klimawandel-Informationsportalen entsprechend berücksichtigt.

Die Klimaforscher sprechen daher von Klimaprojektionen und nicht von Klimaprognosen, da diese langfristigen und großräumigen Klimavorhersagen mit einem erhöhten Maß an Unsicherheit behaftet sind. Dieses erhöhte Maß an Unsicherheit ergibt sich vor allem auch daraus, dass auf jeder Ebene der komplexen Modellketten spezifische Unsicherheitsfaktoren Einfluss nehmen. Gemäß STOCK & WALKENHORST (2012 in BMVBS 2013a: 28) lassen sich vor allem folgende Unsicherheitsfaktoren nennen:

- ▶ Unsicherheit der zukünftigen Treibhausgasemissionen,
- ▶ Unsicherheit weiterer das Klima bestimmender natürlicher und anthropogener Größen (darunter auch regionale Einflussgrößen wie z. B. die Art der Landnutzung und Aerosolkonzentrationen),

- ▶ Unsicherheit durch Ungenauigkeiten in den globalen Klimamodellen, deren Ergebnisse den Rahmen für regionale Klimamodelle bilden,
- ▶ Unsicherheit durch Ungenauigkeiten in den regionalen Klimamodellen,
- ▶ sogenannte Sampling-Unsicherheiten, die dadurch entstehen, dass das modellierte Klima immer aus einer begrenzten Anzahl von Modelljahren geschätzt werden muss.

Darüber hinaus ist die natürliche Variabilität des Klimas zu beachten, die sich aus nichtlinearen (Feedback-) Prozessen im System Erde-Atmosphäre ergibt. Daher kann eine leichte Änderung in den Startbedingungen einer Simulation zu stark unterschiedlichen Ergebnissen führen (PFEIFER 2016).

3.2.2 Prognosezeiträume für die UVP

Die beschriebenen Klimaprojektionen bieten Projektionszeiträume bis zum Jahr 2100 an. Für die deutschlandweite Vulnerabilitätsanalyse wurde für die Projektion zwischen der Gegenwart sowie der „nahen Zukunft“ (2021 bis 2050) und „fernen Zukunft“ (2071 bis 2100) unterschieden. Die Unsicherheiten nehmen mit weiter in der Zukunft liegendem Projektionszeitraum zu.

Die üblichen Planungs- und Prognosezeiträume für die UVP weichen hiervon ab (vgl. RUNGE & WACHTER 2010: 144f.). So wird eine UVP-pflichtige Vorhabenzulassung zumeist auf Dauer, d. h. für die gesamte „Lebenszeit“ eines Vorhabens ausgesprochen. Bei Verkehrsinfrastruktur (z. B. Straßen) wird üblicherweise von einer Lebensdauer von 30 bis 50 Jahren ausgegangen, bei Ingenieurbauwerken von einer Lebensdauer von 80 bis 100 Jahren. Planungszeiten und Prognosehorizonte für wasserbauliche Projekte wie etwa Deiche oder Schleusen erstrecken sich ebenfalls in der Regel auf Zeiträume von bis zu 100 Jahren. Mit der Eingriffsregelung werden Kompensationsmaßnahmen und die mit diesen verbundenen Verträgen z. B. für durchzuführende Pflege- oder Bewirtschaftungsmaßnahmen i. d. R. auf einen Zeitraum von 30 Jahren begrenzt. Zeiträume, die der Beurteilung von spezifischen Umweltauswirkungen zugrunde gelegt werden, können demgegenüber aber auch kürzer oder länger sein. So umspannen beispielsweise die Verkehrsprognosen, die dem Bundesverkehrswegeplan (BVWP) oder den vorhabenbezogenen Verkehrsgutachten zugrunde gelegt werden, in aller Regel einen Zeitraum von 10 bis 15 Jahren. Basierend auf diesen Verkehrsprognosen werden dann auch die Emissions- und Immissionsprognosen z. B. für Luftschadstoffe oder Lärm erstellt.

Aus den Anforderungen an die Berücksichtigung von Klimawandelaspekten ergibt sich nicht die Notwendigkeit, von den dargestellten Prognosezeiträumen abzuweichen. Zur Berücksichtigung von Klimawirkungen ist von einem maximalen Zeitraum auszugehen, welcher der Lebensdauer des Vorhabens entspricht.

3.2.3 Verwendung von Daten der Klimaprojektionen in der UVP

Die Verwendung von Daten aus Klimaprojektionen für die UVP stößt in zweierlei Hinsicht auf Grenzen. Die Grenzen ergeben sich zum einen in Bezug auf die Unsicherheit, die Klimaprojektionen immanent ist, und zum anderen in Bezug auf die Komplexität, Prognosen für die Entwicklung der Schutzgüter der UVP unter Einfluss des Klimawandels abzuleiten.

Klimaprojektionen lassen keine Aussagen zur Wahrscheinlichkeit von Klimaänderungen oder von einzelnen Wetterextremen für die Zukunft zu (ADELPHI et al. 2015: 42). Gleichzeitig ist die UVP in Verfahren eingebunden, die in rechtssichere Entscheidungen münden und darüber bestimmen, ob bestimmte Bauvorhaben durchgeführt werden dürfen oder nicht. Die für diese Entscheidungen verwendeten Informationsgrundlagen müssen daher ein Mindestmaß an Verlässlichkeit aufweisen.

Nach § 3 UVPG ist die UVP grundsätzlich offen für vorsorgeorientierte Bewertungen, die auch solche Umweltauswirkungen einbeziehen, die nur mit geringen Wahrscheinlichkeiten prognostiziert werden können. Ob bestimmte Umweltrisiken in der Entscheidung über Vorhaben Berücksichtigung fin-

den können, hängt allerdings auch davon ab, in welchem Maße das jeweilige Trägerverfahren bzw. die jeweilige fachgesetzliche Umweltanforderung vorsorgeorientierte Erwägungen zulässt.

Niedrig wahrscheinliche und weiter in der Zukunft liegende Risiken für die Schutzgüter der Umwelt sind vor allem in planerischen Zulassungsverfahren berücksichtigungsfähig, da staatliche Planung grundsätzlich vorsorgeorientiert auszurichten ist (ERBGUTH & SCHLACKE 2014: 4, 5, 11; SCHMIDT et al. 2014: 129). Bei Zulassungsverfahren ohne einen generellen planerischen Ermessensspielraum wie etwa bei der immissionsschutzrechtlichen Anlagengenehmigung muss demgegenüber im Einzelnen geprüft werden, ob in ihren gesetzlichen Anforderungen auch Vorsorgeelemente enthalten sind, so etwa in § 5 Abs. 1 Nr. 2 BImSchG. Offen für Risikoabschätzungen nach dem Maßstab der begründeten Möglichkeit sind grundsätzlich auch naturschutzrechtliche Prüfungen, insbesondere die FFH-Verträglichkeitsprüfung, die den Maßstab des besten wissenschaftlichen Kenntnisstands verlangt.

Im Ergebnis muss dennoch festgehalten werden, dass die Ergebnisse von Klimaprojektionen und darauf bezogene Wirkungsprognosen in Bezug auf einzelne Schutzgüter bisher nur eingeschränkt in der UVP Verwendung finden können. In Anlehnung an das Methodenhandbuch zur regionalen Klimafolgenabschätzung (BMVBS 2013a: 32ff.; BMVBS 2013b) sowie die ARL-Empfehlungen von SPIEKERMANN & FRANCK (2014: 15) ist davon auszugehen, dass sich Zulassungsentscheidungen auch unter dem Blickwinkel des Klimawandels weiterhin primär auf Bestands- bzw. Beobachtungsdaten stützen sollten.

Erkenntnisse aus Klimaprojektionen sollten aber zukünftig in der UVP als ergänzende Information in Zulassungsentscheidungen einbezogen werden, um die Problematik bereits heute bestehender, sich aber voraussichtlich verschärfender klimatischer Auswirkungen in ihrem Gewicht zu unterstreichen. Darzustellen ist dabei auch die Bandbreite der prognostizierten Entwicklung. Von besonderer Bedeutung sind trendsichere Entwicklungen.

Für weitergehende Prognosen oder Szenarien zur Entwicklung der Schutzgüter unter dem Einfluss des Klimawandels sollte im Rahmen einer UVP soweit möglich auf bestehende wissenschaftliche Untersuchungen zurückgegriffen werden. Entsprechende Informationen sind umso besser für die UVP verwendbar, je konkreter die Entwicklungen auf den Planungsraum bezogen werden können (siehe dazu weitergehend Kap. 4.3.2.2 sowie die Quellenhinweise in Tabelle 7).

4 Methodische Empfehlungen für die UVP

4.1 Feststellung der UVP-Pflicht

4.1.1 Rechtliche Anforderungen zur Berücksichtigung des Klimawandels

Die Feststellung der UVP-Pflicht ist in den §§ 4 bis 14 UVPG näher geregelt. Werden die spezifischen Größen- und Leistungswerte für die obligatorische UVP-Pflicht (X-Schwelle in Anlage 1 zum UVPG) nicht erreicht, ist das geplante Vorhaben ggf. im Einzelfall auf seine UVP-Pflicht zu prüfen (Vorprüfung des Einzelfalls gemäß § 7 UVPG¹). Die Vorprüfung des Einzelfalls (Screening) umfasst eine überschlägige Prüfung dahingehend, ob erhebliche nachteilige Umweltauswirkungen im Einzelfall auftreten können.

Gemäß Anhang III Nr. 1 f) UVP-ÄndRL wurde ein speziell auf den Klimawandel bezogenes Prüfkriterium für die Vorprüfung des Einzelfalls eingeführt. Im Rahmen der Vorprüfung des Einzelfalls zu berücksichtigen sind „Risiken schwerer Unfälle und / oder von Katastrophen, die für das betroffene Projekt relevant sind, einschließlich solcher, die wissenschaftlichen Erkenntnissen zufolge durch den Klimawandel bedingt sind“. Die UVP soll somit auch dadurch ausgelöst werden können, dass in der Vorprüfung des Einzelfalls besondere klimawandelbedingte Risiken für schwere Unfälle oder Katastrophen identifiziert werden, die die menschliche Gesundheit, das kulturelle Erbe oder die Umwelt schädigen können.

4.1.2 Methodische Vorschläge und Instrumente zur Berücksichtigung des Klimawandels bei der Vorprüfung des Einzelfalls

Gemäß den neuen rechtlichen Anforderungen geht es bei der Vorprüfung des Einzelfalls zukünftig vor allem auch darum, zu klären, ob das Vorhaben für schwere Unfälle und / oder Katastrophen anfällig ist (s. Kap. 4.1.2.1), die durch den Klimawandel ausgelöst werden. Darüber hinaus ist im Screening zukünftig verstärkt darauf zu achten, ob bestehende oder prognostizierte Klimawandelwirkungen zu einer geänderten Beurteilung der Wirkungen eines Vorhabens führen können (s. Kap. 4.1.2.2).

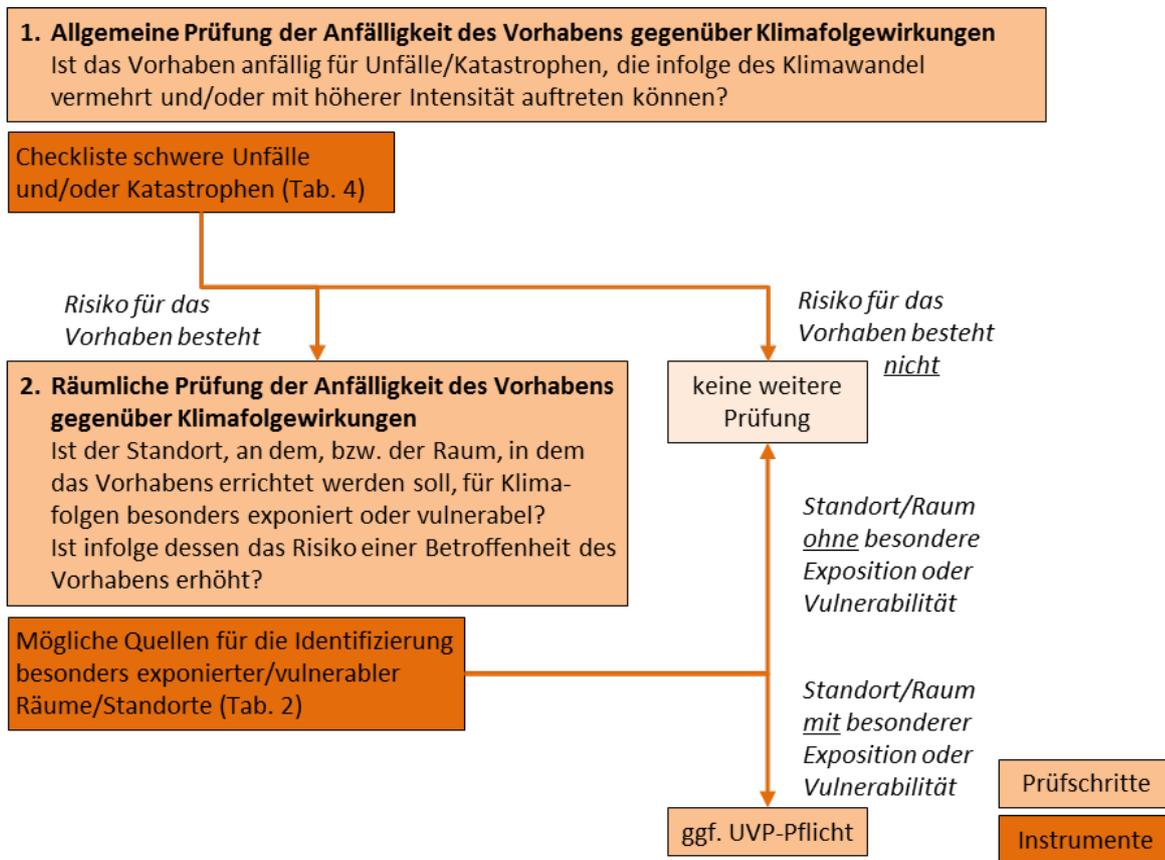
Die Treibhausgasemissionen als wesentlicher Aspekt des Klimaschutzes spielen im Screening nur eine untergeordnete Rolle, da sich aus einer bestimmten Größenordnung von Treibhausgasemissionen bisher mangels geeignetem Bewertungsmaßstab nicht sinnvoll eine UVP-Pflicht ableiten lässt.

4.1.2.1 Prüfung der Anfälligkeit des Vorhabens durch den Klimawandel

Die Prüfung der Anfälligkeit des Vorhabens für schwere Unfälle oder Katastrophen, zu denen es infolge des Klimawandels kommen kann, verläuft über die in Abbildung 3 dargestellten zwei Phasen.

¹ Im allgemeinen Sprachgebrauch wird oftmals die Vorprüfung im Einzelfall auch als „Screening“ bezeichnet. Dieser Begriff findet sich aber nicht im deutschen UVPG, sondern entstammt dem englischsprachigen UVP-Kontext.

Abbildung 3: Prüfung der Anfälligkeit des Vorhabens gegenüber Klimawirkungen im Rahmen des Screenings



Quelle: Bosch & Partner GmbH (eigene Darstellung)

Allgemeine Prüfung der Anfälligkeit des Vorhabens für schwere Unfälle oder Katastrophen:

Zunächst ist einzuschätzen, ob bestimmte Merkmale des Vorhabens eine besondere Anfälligkeit gegenüber Klimafolgewirkungen begründen und es dadurch zu Unfällen oder Katastrophen kommen kann. Für die UVP ergibt sich dann eine Relevanz, wenn im Untersuchungsraum auch die entsprechenden meteorologischen Extreme oder Klimafolgen prognostiziert werden. Im Rahmen der Vorprüfung des Einzelfalls erscheint für den ersten Schritt eine einfache Checkliste ausreichend, mit der systematisch die Anfälligkeit des Vorhabens gegenüber Klimafolgewirkungen und die daraus möglicherweise resultierenden Beeinträchtigungen der Umwelt und Gefahren für die menschliche Gesundheit abgefragt werden können. Tabelle 4 beinhaltet einen Vorschlag für eine solche einfache Checkliste. Die Liste sieht eine Prüfung ausgehend von den folgenden Ebenen vor:

- ▶ extreme Klimasignale: Unter Klimasignal wird die Ausprägung des heutigen Klimas bzw. des Klimas in der Zukunft beschrieben. Die Differenz des heutigen gegenüber dem zukünftigen Klimasignal ist die Klimaveränderung. Hinsichtlich des zukünftigen Klimas werden Modellberechnungen der meteorologischen Parameter durchgeführt und statistisch ausgewertet. Im Hinblick auf Klimawirkungen, die zu Unfällen oder Katastrophen führen können, werden meteorologische (Extrem-)Ereignisse herangezogen, die unmittelbar zu Unfällen und Katastrophen führen können.
- ▶ Klimawirkungen 1. Ordnung: Darunter werden Klimafolgen verstanden, die mit veränderten Klimaparametern in besonders engem Zusammenhang stehen.

Kritische Infrastrukturen (KRITIS²) werden im Folgenden nicht separat betrachtet, auch wenn im Falle dieser Infrastrukturen Unfälle und Katastrophen besonders gravierende Auswirkungen haben können. Die Einstufung als Kritische Infrastruktur hat weniger mit möglichen besonderen Auswirkungen auf die Umwelt zu tun, sondern eher mit Auswirkungen auf wirtschaftliche Prozesse. Möglicherweise muss der Stellenwert von KRITIS bei der Vorprüfung des Einzelfalls zukünftig aber intensiver diskutiert werden, sofern diese nicht ohnehin als UVP-pflichtige Vorhaben („X“-Vorhaben) eingestuft sind.

Vertiefende Hinweise zur Anfälligkeit bestimmter Vorhabentypen gegenüber dem Klimawandel können dem Forschungsvorhaben Envisage-CC entnommen werden (ÖIR et al. 2014). Für Bahnanlagen, Straßen, Starkstromleitungen, Windenergieanlagen, Wasserkraftwerke und Stauanlagen, Schifffahrtsstrecken, Schigebiete, Städtebauliche Vorhaben und Golfplätze wurde in Projektdatenblättern angegeben, welche einzelnen Folgen sich für das jeweilige Vorhaben aus veränderten meteorologischen Phänomenen ergeben können (s. Abbildung 6). Diese Projektdatenblätter wurden teilweise als Input für Tabelle 4 verwendet (s. Kap. 4.3.2.1).

Ist keine der in Tabelle 4 gelisteten Prüffragen relevant, kann davon ausgegangen werden, dass es nicht zu Katastrophen oder Unfällen kommen kann, die durch Klimafolgewirkungen auf das Vorhaben ausgelöst werden. Es ist in diesem Falle keine räumliche Prüfung der Anfälligkeit des Vorhabens durch den Klimawandel erforderlich. Das Vorhaben unterliegt dann nicht der UVP-Pflicht aufgrund von spezifischen klimawandelbedingten Katastrophen- oder Unfallrisiken.

Räumliche Prüfung der Anfälligkeit des Vorhabens für schwere Unfälle oder Katastrophen:

Werden über die Checkliste in Tabelle 4 mögliche klimawandelbedingt erhöhte Unfall- oder Katastrophenrisiken identifiziert, so sind diese vor allem dann von Relevanz, wenn am Standort des Vorhabens oder im Untersuchungsraum auch die entsprechenden meteorologischen Extreme oder -folgen prognostiziert werden können. Um dies abschätzen zu können, werden in einem zweiten Prüfschritt vorliegende, möglichst regionalisierte Klimaprojektionen und Klimafolgenmodelle gesichtet.

Inzwischen gibt es eine große Vielfalt regionaler Modellierungen und Web-Portale zum Klimawandel (s. Kap. 3.2). Hier wird als mögliches Instrument zur Beurteilung der Exponiertheit der Regionale Klimaatlas Deutschland herangezogen, der die wichtigsten regionalen Klimaszenarien verschiedener Forschungseinrichtungen beinhaltet und grafisch umsetzt. Der Regionale Klimaatlas ermöglicht ei-

² Kritische Infrastrukturen sind Organisationen und Einrichtungen mit wichtiger Bedeutung für das staatliche Gemeinwesen, bei deren Ausfall oder Beeinträchtigung nachhaltig wirkende Versorgungsempässe, erhebliche Störungen der öffentlichen Sicherheit oder andere dramatische Folgen eintreten. In Deutschland werden folgende Sektoren (und Branchen) den Kritischen Infrastrukturen zugeordnet:

- * Transport und Verkehr (Luftfahrt, Seeschifffahrt, Binnenschifffahrt, Schienenverkehr, Straßenverkehr, Logistik)
- * Energie (Elektrizität, Mineralöl, Gas)
- * Informationstechnik und Telekommunikation (Telekommunikation, Informationstechnik)
- * Finanz- und Versicherungswesen (Banken, Versicherungen, Finanzdienstleister, Börsen)
- * Staat und Verwaltung (Regierung und Verwaltung, Parlament, Justizeinrichtungen, Notfall- und Rettungswesen einschließlich Katastrophenschutz)
- * Ernährung (Ernährungswirtschaft, Lebensmittelhandel)
- * Wasser (Öffentliche Wasserversorgung, öffentliche Abwasserbeseitigung)
- * Gesundheit (Medizinische Versorgung, Arzneimittel und Impfstoffe, Labore)
- * Medien und Kultur (Rundfunk (Fernsehen und Radio), gedruckte und elektronische Presse, Kulturgut, symbolträchtige Bauwerke)

www.kritis.bund.de/SubSites/Kritis/DE/Servicefunktionen/Glossar/Functions/glossar.html?lv2=4968594

nen gezielten Abruf für gängige Klimaparameter, die Aussagen zu den in Tabelle 4 gelisteten Extremereignissen zulassen:

- ▶ Hitze (z. B. Anzahl heiße Tage, Tropennächte),
- ▶ Kälte (z. B. Frosttage, Eistage, Schneetage)
- ▶ Starkregen (z. B. Anzahl Tage mit Starkniederschlag > 10 mm, > 20 mm)
- ▶ Wind / Sturm (z. B. Sturmtage, Sturmintensitäten).

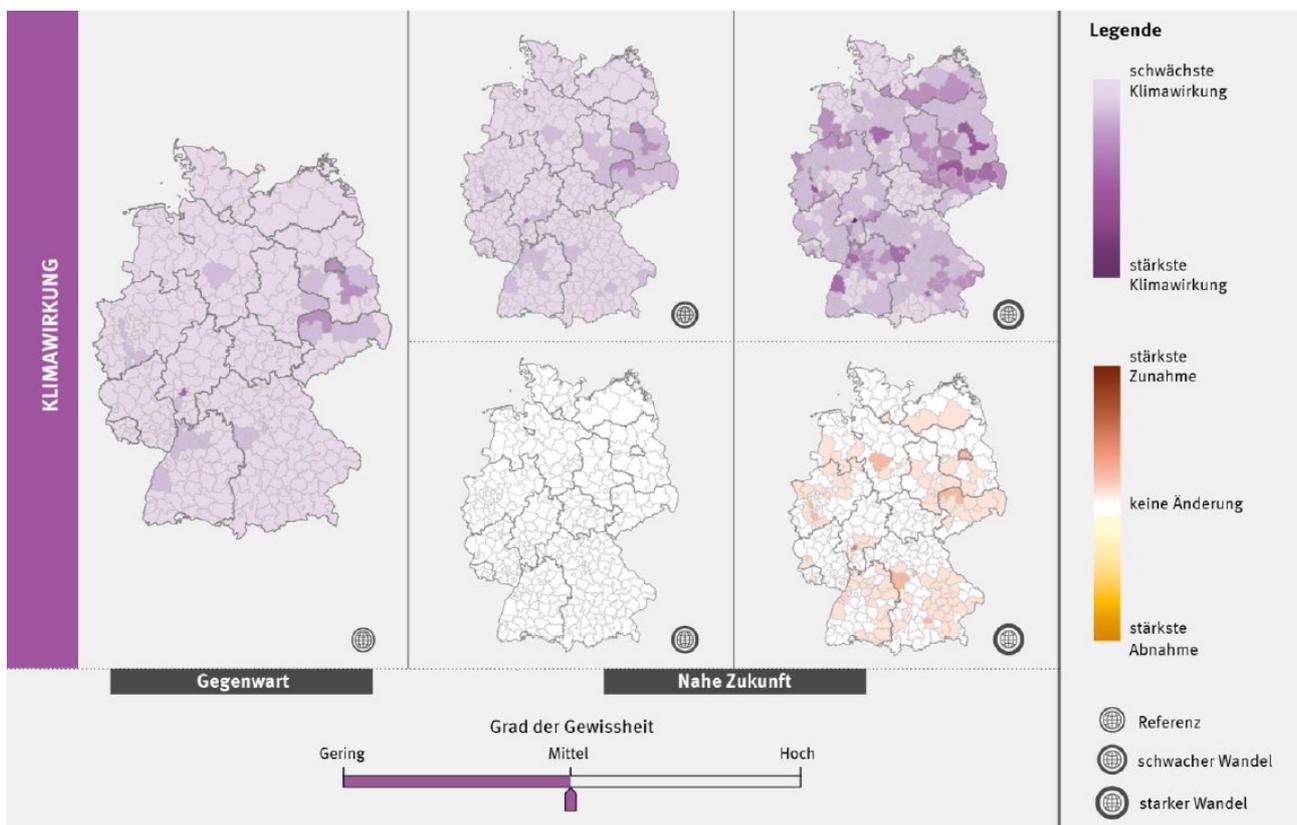
Darüber hinaus sind Angaben für unterschiedliche Projektionszeiträume (s. u.) und unterschiedliche Regionen innerhalb Deutschlands möglich.

Die Klimaatlanten bzw. -portale stellen raumbezogen meteorologische Parameter zur Verfügung, aber keine Klimawirkungen 1. Ordnung bzw. Klimafolgen. Nur in solchen Fällen, in denen diese Informationen räumlich differenziert vorliegen, kann die Anfälligkeit eines Vorhabens im Untersuchungsraum gegenüber diesen Extremereignissen abgeschätzt werden. Daher ist es hilfreich, falls vorhanden, spezifische Modelle und Analysen zu Klimawandelfolgen heranzuziehen.

Vor diesem Hintergrund finden sich in der deutschlandweiten Vulnerabilitätsstudie (ADELPHI et al. 2015) räumliche Informationen für einzelne in Tabelle 4 dargestellte Klimawirkungen 1. Ordnung. Dies betrifft Projektionen zu Flusshochwasser, Sturmfluten und Sturzfluten. Demgegenüber beinhaltet die Vulnerabilitätsstudie keine regionalisierten Aussagen zu Lawinenabgängen, Erdbeben und Muren oder Blitzschlag. Für diese Prüfinhalte sollte daher bei der Vorprüfung des Einzelfalls – sofern verfügbar – auf lokale oder regionale Informationen zurückgegriffen werden.

In Bezug auf extreme Hitze und Kälte beinhaltet die Vulnerabilitätsstudie z. B. räumliche Aussagen für „potenzielle hitzebedingte Schäden an Verkehrsinfrastrukturen“ sowie „potenzielle frostbedingte Schäden an Verkehrsinfrastrukturen“ (ADELPHI et al. 2015: 282f.). Abbildung 4 veranschaulicht die Analyse zu den hitzebedingten Schäden, die räumlich differenziert vorliegt.

Abbildung 4: Potenzielle hitzebedingte Schäden an Verkehrsinfrastrukturen



Quelle: ADELPHI et al 2015: 382

Diese und vergleichbare Karten aus der Studie können als Hinweis genutzt werden, ob das geplante Vorhaben in einer Region geplant wird, in dem eine relativ hohe Klimawirkung und damit ein vergleichsweise erhöhtes Risiko vorliegt, dass entsprechende Schäden eintreten können.³

Alternativ zu den Informationen der Vulnerabilitätsstudie können, soweit vorliegend, auch andere regionalisierte und auf die Schutzgüter bezogene Informationen genutzt werden. Für den Bereich des Hochwasserrisikos liegen z. B. flächendeckend sogenannte Hochwasserrisiko- bzw. Hochwassergefahrenkarten vor, mit denen diejenigen Räume abgegrenzt werden, die von einem Extremhochwasser betroffen sein können. Für den Bereich extremer Niederschläge hält beispielsweise der DWD im KOSTRA-Atlas Rasterdatensätze mit Angaben zu Starkniederschlagshöhen für Deutschland bereit, die auch bereits den sich vollziehenden Klimawandel berücksichtigen. Für den Bereich des Stadtklimas gibt es für viele deutsche Großstädte spezifische Klimaanalysen und Klimafunktionskarten, die die besonders sensiblen und schutzwürdigen Bereiche kennzeichnen. Für den Bereich der Biodiversität liegen hingegen bisher keine abgesicherten Fachkonventionen vor. Allerdings gibt es wissenschaftliche Untersuchungen, die Auskunft darüber geben, inwieweit bestimmte Arten oder bestimmten Lebensräume sensibel auf klimatische Veränderungen reagieren (s. tabellarische Zusammenstellung in Tabelle 7, Kap. 4.3.2.2).

Bewertung der Erheblichkeit:

Die Vorprüfung des Einzelfalls benötigt eine spezifische Bewertung (z. B. vereinfacht ausgedrückt: Begründet eine Erhöhung der Sturmhäufigkeit um zwei Tage eine UVP-Pflicht?). Wie aus den obigen Darstellungen hervorgeht, sind mit Klimaprojektionen generelle Unsicherheiten verbunden, was eine „Weiterverarbeitung“ quantitativer Projektionsergebnisse in Frage stellt. Es ist daher zu empfehlen, Bewertungen aus relativen Vergleichen abzuleiten (z. B. Muss für den das Vorhaben relevanten Raum im deutschlandweiten Vergleich mit einer besonders hohen Vulnerabilität bzw. einem besonderen hohen Risiko bzw. einer hohen Eintrittswahrscheinlichkeit gerechnet werden). Allgemein anerkannte Standards liegen dazu noch nicht vor. Grundsätzlich sollte eine je-desto-Formel gelten. Je größer das Risiko für bestimmte Unfälle und Katastrophen einzuschätzen ist, das nicht durch Maßnahmen oder technische Vorkehrungen offensichtlich ausgeschlossen wird, desto eher ist von einer UVP-Pflicht auszugehen. Ergibt sich im Ergebnis ein weiterer Untersuchungsbedarf für die Erstellung von Genehmigungsunterlagen, so spricht dies tendenziell für eine UVP-Pflicht.

Zusammenfassende Empfehlungen und Thesen

- ▶ Im Screening ist zu prüfen, ob (klimawandelbedingt erhöhte) vorhabenbedingte Risiken für Unfälle oder Katastrophen vorliegen, die sich auf die Umwelt erheblich auswirken können. Die Checkliste (Tabelle 4) bietet hierzu eine Hilfestellung.

³ Die Analysen der Vulnerabilitätsstudie sind immer nur relativ zu interpretieren (im Sinne von „Raum X ist von einer höheren Klimawirkung betroffen als Raum Y). Sie treffen keine Aussage zur absoluten Ausprägung (im Sinne von „die potenziellen hitzebedingten Schäden an Verkehrsinfrastrukturen führen zu gravierenden Nutzungseinschränkungen“). Weiter ist zu beachten, dass aus Klimawirkungen abgeleiteten Aussagen zur Vulnerabilität für die Zwecke der UVP hingegen nicht geeignet sind. Bei der Vulnerabilität ist bereits die Anpassungskapazität gegenüber dem Klimawandel einbezogen, die für die UVP erst durch Maßnahmen erreicht werden soll.

- ▶ Die Einschätzung, ob und in welchem Umfang der Untersuchungsraum von Klimafolgen betroffen ist, hängt i. d. R. in erheblichem Maße von den verwendeten Informationsquellen (Szenarien, Prognosemodellen) ab. Eine deutschlandweit einheitliche Datenbasis liefern u. a. der Regionale Klimaatlas Deutschlands sowie die aktuelle deutschlandweite Vulnerabilitätsstudie. Soweit verfügbar, sollten regionale Informationen zu bestimmten Klimasignalen (z. B. Niederschlagsmengen) bzw. Klimawirkungen 1. Ordnung (z. B. Hochwasserrisiken) herangezogen werden.
- ▶ Aufgrund der relativen Unsicherheit der Klimaszenarien und der darauf aufbauenden Prognosemodelle sollten Bewertungen für das UVP-Screening primär aus relativen Vergleichen abgeleitet werden. Grundsätzlich sollte eine je-desto-Formel gelten: Je größer das Risiko für bestimmte Unfälle und Katastrophen eingeschätzt werden kann, desto eher ist von einer UVP-Pflicht auszugehen.
- ▶ In der Vorprüfung des Einzelfalls sollte immer auch geprüft werden, ob erkennbare Risiken durch Maßnahmen bzw. technische Vorkehrungen offensichtlich ausgeschlossen werden können (z. B. räumliche Verlagerung eines Vorhabens, ausreichend bemessenes Entwässerungskonzept, größer dimensionierte Regenrückhaltebecken usw.).
- ▶ Sind klimawandelbedingt Risiken für das Vorhaben durch Extremereignisse nicht auszuschließen, so kann dies als Indiz für die UVP-Pflicht gewertet werden. Dies trifft insbesondere dann zu, wenn für die weitere Planung und die Erstellung von Genehmigungsunterlagen ein weiterer Untersuchungsbedarf zu diesen Risiken erkannt wird.

4.1.2.2 Prüfung des Vorhabens hinsichtlich des Zusammenwirkens mit Klimafolgen

Im Screening stellt sich weiterhin die Frage, inwieweit das geplante Vorhaben mit bestehenden oder prognostizierten Klimawirkungen dergestalt zusammenwirkt, dass insgesamt erhebliche nachteilige Umweltauswirkungen zu befürchten sind. Ein solches Zusammenwirken kann dadurch entstehen, dass

- ▶ Klimasignale selbst durch die Vorhabenwirkungen verstärkt werden (s. Tabelle 3),
- ▶ Klimafolgewirkungen durch die Vorhabenwirkungen verstärkt werden (s. Tabelle 3),
- ▶ Vorhabenwirkungen die Widerstandsfähigkeit von Schutzgütern schwächen (s. Tabelle 6),
- ▶ Schutzgüter, auf die das Vorhaben einwirkt, aufgrund des Klimawandels empfindlicher und / oder schutzwürdiger und die Vorhabenauswirkungen damit als erheblich(er) zu bewerten sind (s. Tabelle 6).

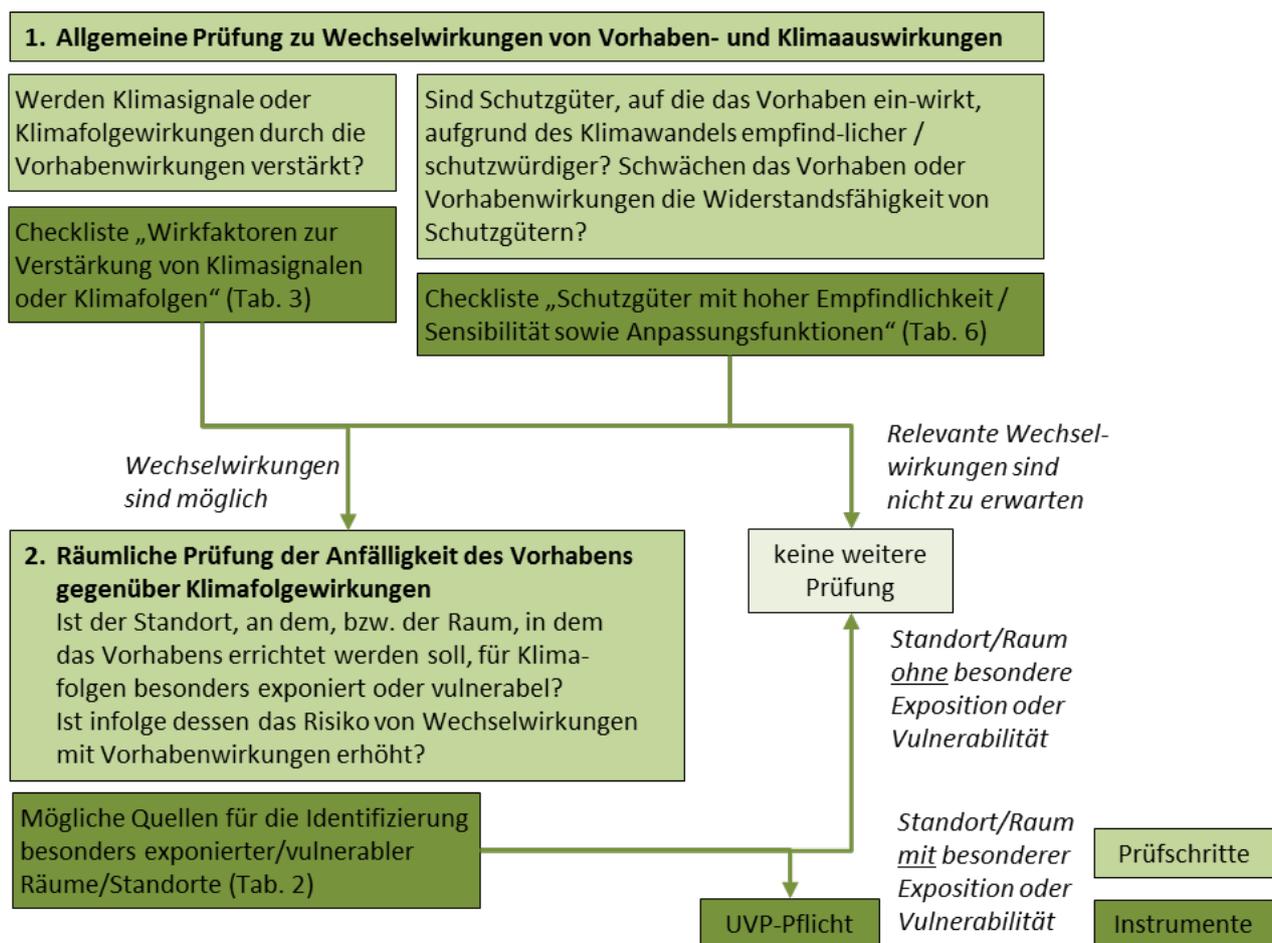
Ein Vorhaben kann auch die Umsetzung (geplanter) Anpassungsmaßnahmen behindern oder Anpassungsoptionen vereiteln. So könnte beispielsweise die Ausweisung eines Wohn- oder Gewerbegebiets dazu führen, dass ein Deich nicht mehr rückverlegt werden kann oder ein Hochwasserrückhaltebecken nicht mehr errichtet werden kann. Für die UVP-Vorprüfung und die UVP sind derartige Fallkonstellationen jedoch nur dann entscheidungserheblich, wenn entsprechende Anpassungsmaßnahmen konkret absehbar, d. h. planerisch verfestigt sind.

Insbesondere für die mit der Checkliste in Tabelle 6 unterstützte schutzgutorientierte Betrachtung lassen sich Verbindungen mit den standortbezogenen Kriterien von Anlage 4 Nr. 2 UVPG, die der Vorprüfung des Einzelfalls zugrunde gelegt werden sollen, herstellen. So verändert der Klimawandel die „ökologische Empfindlichkeit von Gebieten“ (Nr. 2), da er Einfluss auf deren zentrale Standortfaktoren nimmt. Die Empfindlichkeit der meisten Gebiete nimmt zu, wenn die durchschnittlichen Temperaturen ansteigen oder die Niederschläge abnehmen. Falls die „bestehende Nutzung des Gebiets, insbesondere als Fläche für Siedlung und Erholung“ (Nr. 2.1) durch Klimawandelfolgen beein-

trächtig wird, kann dies nachteilige Auswirkungen auf die Gesundheit des Menschen haben. Durch den Klimawandel dürfte sich häufig auch die „Regenerationsfähigkeit der natürlichen Ressourcen, insbesondere Fläche, Boden, Landschaft, Wasser, Tiere, Pflanzen, biologische Vielfalt, des Gebiets und seines Untergrunds“ vermindern (Nr. 2.2). Wird ein großer Teil der Regenerationsfähigkeit von Schutzgütern bereits beansprucht, um die Einflüsse des Klimawandels zu puffern, mindert dies deren Kapazität, um auf Einflüsse des Vorhabens zu reagieren. In vielen Fällen dürfte dementsprechend die „Belastbarkeit von Schutzgütern“ abnehmen (Nr. 2.3), wenn die entsprechenden Gebiete veränderten klimatischen Einflüssen ausgesetzt werden. Wird somit nach grober Abschätzung die ökologische Empfindlichkeit der betroffenen Gebiete durch den Klimawandel vermindert, die Regenerationsfähigkeit von Schutzgütern herabgesetzt bzw. deren Belastbarkeit verringert, dann steigt die Wahrscheinlichkeit, dass erhebliche negative Umweltauswirkungen auftreten und damit die Pflicht zur Durchführung einer UVP eintritt.

Wie im Falle der Vorprüfung in Bezug auf die Anfälligkeit des Vorhabens durch den Klimawandel (s. Kap. 4.1.2.1) erlangen die oben beschriebenen möglichen Wechselwirkungen aber nur dann Relevanz, wenn der jeweilige Untersuchungsraum für Klimafolgen tatsächlich exponiert ist. Daher ist auch in diesem Vorprüfungs-Schritt ein zweistufiges Vorgehen erforderlich (s. Abbildung 5).

Abbildung 5: Prüfung der Wechselwirkungen des Vorhabens mit Klimawirkungen im Rahmen des Screenings



Quelle: Bosch & Partner GmbH (eigene Darstellung)

Eine erste Untersuchung zu den o. g. möglichen Wechselwirkungen ist im Rahmen der Vorprüfung des Einzelfalls nur in Form eines einfachen Checks erforderlich. Mit Bezug auf die o. g. Fragen wer-

den im Folgenden zwei Checklisten angeboten (s. Tabelle 3, Kap. 4.3.2.1 und Tabelle 6, Kap. 4.3.2.2). Sie sind ausgehend von den Vorhabenwirkungen oder den Schutzgütern aufgebaut.

Die in den Checklisten gelisteten Prüffragen können noch keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben, sollen aber zumindest die aus derzeitiger Sicht wichtigsten Aspekte erfassen. Sie werden mit dem Zugewinn praktischer Erfahrungen bei der Berücksichtigung des Klimawandels in der UVP weiter zu ergänzen sein. Die jetzt in den Checklisten enthaltenen Fragen entspringen einer systematischen Durchsicht der von SCHÖNTHALER & VON ANDRIAN-WERBURG (2015) zum Aufbau des DAS-Indikatorensystems entwickelten Themenstruktur (aus Handlungsfeldern, Themenfeldern und thematischen Teilaspekten). Dabei wurde auch ein Abgleich mit den Klimawirkungen vorgenommen, die in der Vulnerabilitätsstudie Deutschland untersucht wurden (ADELPHI et al. 2015).

Die Checkliste „Verstärkung von Klimasignalen oder Klimafolgen durch das Vorhaben“ (s. Tabelle 3) spezifiziert die Leitfrage, ob ein Vorhaben Klimasignale (wie beispielsweise steigende Temperaturen oder jahreszeitliche Veränderungen im Niederschlagsregime) oder auch Klimawirkungen 1. Ordnung (wie z. B. Hochwasser) verstärken kann.

Die Checkliste „Beeinträchtigung von Schutzgütern mit hoher Empfindlichkeit oder besonderer Anpassungsfunktion“ in Tabelle 6 ist ausgehend von der Leitfrage entwickelt, welche veränderten Bedingungen für die Umweltverträglichkeit eines Vorhabens aus den Auswirkungen des Klimawandels auf die Schutzgüter resultieren. Es wird dabei unterschieden zwischen dem Sachverhalt, dass Schutzgüter infolge des Klimawandels empfindlicher sind, und dem, dass Schutzgüter besondere Funktionen für Klimawandelanpassung übernehmen und daher neue Wertigkeiten zu berücksichtigen sind.

Werden über die dargestellten Checklisten mögliche Wechselwirkungen zwischen den Wirkungen des jeweiligen Vorhabentyps und Klimawirkungen identifiziert, so können diese nur dann nachteilige Effekte entfalten, wenn für den Standort des Vorhabens oder den Untersuchungsraum auch die entsprechenden Veränderungen von Klimasignalen oder die entsprechenden Klimawandelfolgen projiziert werden. Dieser Prüfschritt kann in ähnlicher Weise ausgeführt werden wie der in Kap. 4.1.2.1 beschriebene Prüfschritt.

Bewertung der Erheblichkeit:

Die Vorprüfung des Einzelfalls benötigt auch für die Frage des Zusammenwirkens zwischen Vorhabenwirkungen und Klimafolgen eine spezifische Bewertung (z. B. vereinfacht ausgedrückt: Begründet eine Inanspruchnahme von innerstädtischen Grünflächen in einem Umfang von 1 ha eine UVP-Pflicht, da sich der Trend zu innerstädtischen Wärmeinseln verschärft?). Auch hierfür ist zu empfehlen, für das Screening ausschließlich die relativ abgesicherten Klimatrends, die auch im günstigen Fall eine deutliche Veränderung bedeuten, zu betrachten (z. B. Zunahme der jährlichen Durchschnittstemperatur). Gleichzeitig sollten Räume mit grundsätzlicher Klimasensitivität (z. B. Hochwasserrisikogebiete) oder mit zentraler Bedeutung im Anpassungsprozess (innerstädtische Grünflächen) bei der Beurteilung besonders berücksichtigt werden, soweit eine Betroffenheit nicht ausgeschlossen werden kann. Grundsätzlich gilt eine je-desto-Formel. Je größer Umfang und Schwere der Verstärkung von möglichen Klimawandeltrends oder der Betroffenheit von Räumen mit besonderen Empfindlichkeiten, Klimaanpassungs- oder Klimaschutzfunktionen, desto eher ist von einer UVP-Pflicht auszugehen. Ergibt sich im Ergebnis ein weiterer Untersuchungsbedarf für die Erstellung von Genehmigungsunterlagen, so spricht dies tendenziell für eine UVP-Pflicht.

Zusammenfassende Empfehlungen und Thesen

- ▶ Es ist im Screening zu prüfen, ob (klimawandelbedingt verstärkte) Wechselwirkungen zwischen Vorhaben- und Klimawirkungen auftreten können, die sich auf die Umwelt erheblich auswirken. Die Checklisten (Tabelle 3 und Tabelle 6) bieten hierzu eine Hilfestellung.
- ▶ Je größer Umfang und Schwere der Verstärkung von Klimawandeltrends oder der Betroffenheit von Räumen mit besonderen Empfindlichkeiten, Klimaanpassungs- oder Klimaschutzfunktionen sind, desto eher ist von einer UVP-Pflicht auszugehen.
- ▶ Wird für die weitere Planung und die Erstellung von Genehmigungsunterlagen ein vertiefter Untersuchungsbedarf zu den durch das Vorhaben ungünstig beeinflussten Klimawandelfolgen erkannt, spricht dies tendenziell für die Durchführung einer UVP.
- ▶ Wenn erkennbare nachteilige Wechselwirkungen zwischen Vorhaben und Klimawirkungen durch Maßnahmen bzw. technische Vorkehrungen offensichtlich ausgeschlossen werden können, besteht keine UVP-Pflicht.

4.2 Scoping (Festlegung des Untersuchungsrahmens)

4.2.1 Rechtliche Anforderungen zur Berücksichtigung des Klimawandels

Der Verfahrensschritt der Unterrichtung über voraussichtlich beizubringende Unterlagen (Scoping) ist in § 15 UVPG geregelt. Dem eigentlichen Planungs- oder Zulassungsverfahren vorangestellt, dient das Scoping aus der Sicht der zuständigen Behörde dazu, den Vorhabenträger frühzeitig über die voraussichtlich nach § 16 UVPG beizubringenden Unterlagen zu beraten und zu unterrichten. Dies betrifft insbesondere alle Fragen zu Gegenstand, Umfang und Methoden des UVP-Berichts.

Da es im Scoping im Wesentlichen um Gegenstand, Umfang und Methoden des UVP-Berichts geht, wirken sich die Anforderungen und Empfehlungen zum UVP-Bericht indirekt auch auf das Scoping aus (s. dazu weitergehend Kap. 4.3.1).

4.2.2 Methodische Vorschläge und Instrumente zur Berücksichtigung des Klimawandels

Das Scoping-Verfahren bietet die Möglichkeit für Vorhabenträger und zuständige Behörde, die Rahmenbedingungen für die Einbeziehung des Klimawandels in die UVP festzulegen und frühzeitig das spezifische Fachwissen der beteiligten Fachbehörden im Hinblick auf fachspezifische Auswirkungen des Klimawandels und verfügbare Datengrundlagen abzufragen. Auf diese Weise hilft das Scoping-Verfahren allen Beteiligten, die UVP von vornherein zielgerichtet zu gestalten und unnötige Untersuchungen sowie Mängel im UVP-Bericht zu vermeiden. Die folgenden Hinweise gelten für Vorhaben, die generell einer UVP-Pflicht unterliegen („X-Vorhaben“), sowie für Vorhaben, für die aufgrund der Vorprüfung des Einzelfalls eine UVP durchzuführen ist.

Im Scoping ist generell zu klären, welche Aspekte des Klimawandels im konkreten UVP-Verfahren einzubeziehen sind. Dabei ist eine Orientierung an folgenden Leitfragen sinnvoll:⁴

- ▶ Welche trendsicheren klimatischen Entwicklungen sind für den Planungsraum zu erwarten?

⁴ Weitergehende Hinweise enthalten die Empfehlungen zum UVP-Bericht, die indirekt auch für die inhaltliche Ausrichtung des Scoping-Verfahrens gelten.

- ▶ Welche möglichen Umweltrisiken infolge der Anfälligkeit des Vorhabens für schwere Unfälle oder Katastrophen infolge des Klimawandels sind näher zu betrachten?
- ▶ Welche Klimasignale oder Klimafolgenwirkungen können durch das Vorhaben verstärkt werden?
- ▶ Für welche Schutzgüter, auf die das Vorhaben einwirkt, ist die zukünftige Entwicklung unter Berücksichtigung des Klimawandels näher zu betrachten, da sie aufgrund des Klimawandels ggf. empfindlicher und/oder schutzwürdiger werden können?
- ▶ Welche (regionalen) Klimamodelle, (bzgl. Emissionsszenario, Prognosezeitraum, meteorologische Parameter) sind einzubeziehen?

Um die Fragen für das Scoping projektspezifisch zu beantworten, können dieselben Checklisten genutzt werden, die auch für das Screening und die Erstellung des UVP-Berichts empfohlen werden (s. Tabelle 3, Tabelle 4 und Tabelle 6).

Beim Scoping sollte der Teilnehmerkreis eher weit als eng bestimmt und alle Träger öffentlicher Belange hinzugezogen werden, um möglichst frühzeitig alle möglichen inhaltlichen Problemschwerpunkte der Vorhabenplanung, die vorhandenen Datengrundlagen sowie Datenlücken zu erkennen. Eingeladen werden sollten in der Regel neben den betroffenen Kommunen auch Behörden und Institute, die sich mit regionalen Klimaprojektionen befassen.

Zusammenfassende Empfehlungen und Thesen

- ▶ Im Scoping-Verfahren ist einzelfallbezogen zu klären, welche Aspekte der Klimaanpassung zum Gegenstand des UVP-Berichts gemacht werden sollen und mit welchen Methoden diese Aspekte ermittelt, beschrieben und bewertet werden können.
- ▶ Das Scoping-Verfahren sollte insbesondere auch dazu genutzt werden, die vorhandenen Datengrundlagen, die bei den jeweiligen Fachbehörden zur Berücksichtigung des Klimawandels vorliegen, abzufragen.

4.3 Erstellung des UVP-Berichts

4.3.1 Rechtliche Anforderungen zur Berücksichtigung des Klimawandels

Der Vorhabenträger erstellt den UVP-Bericht über die Umweltauswirkungen des Vorhabens auf Grundlage des im Scoping festgelegten Untersuchungsrahmens. Die inhaltlichen Anforderungen dazu sind in § 16 UVPG in Verbindung mit Anlage 4 geregelt. Dieser UVP-Bericht dient als wesentliche Grundlage für die Behörden- und Öffentlichkeitsbeteiligung und stellt somit das zentrale inhaltliche Dokument im UVP-Verfahren dar.

Die erforderlichen Angaben für den UVP-Bericht basieren auf Art. 5 Abs. 1 UVP-ÄndRL. Im Hinblick auf den Klimawandel enthalten Nr. 3 bis 5 Anhang IV spezifische Neuerungen, die die Beschreibung des Vorhabens und der Umwelt betreffen.

Über die bisherige Beschreibung des aktuellen Umweltzustands hinaus soll nach Anlage 4 Nr. 3 UVPG nun auch eine Darstellung der voraussichtlichen Entwicklung der Umwelt bei Nichtdurchführung des Vorhabens erfolgen. Damit wird an die Regelung bei der SUP angeknüpft, wonach gemäß § 40 Abs. 2 Nr. 3 UVPG (§ 14g UVPGalt) neben dem derzeitigen Umweltzustand auch dessen voraussichtliche Entwicklung bei Nichtdurchführung des Plans oder des Programms zu beschreiben ist.

Dieser Aspekt ist für die UVP seit 1995 auch schon in Pkt. 0.5.1.2 der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Ausführung des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPVwV) angelegt.

Neu ist nach Anhang IV Nr. 4 UVP-ÄndRL außerdem, dass bei der Vorhabenbeschreibung auch „anpassungsrelevante Auswirkungen“ zu berücksichtigen sind. Darüber hinaus enthält Anhang VI Nr. 5 d) UVP-ÄndRL den Hinweis, dass mögliche erhebliche Auswirkungen des Projekts auf die Umwelt auch aus Risiken für die menschliche Gesundheit, das kulturelle Erbe oder die Umwelt (z. B. durch Unfälle oder Katastrophen) resultieren können. Dem entspricht Anlage 4 Nr. 4 c hh) UVP-G, wonach die Anfälligkeit des Vorhabens gegenüber den Folgen des Klimawandels (zum Beispiel durch erhöhte Hochwassergefahr am Standort) im UVP-Bericht zu berücksichtigen ist.

4.3.2 Methodische Vorschläge und Instrumente zur Berücksichtigung des Klimawandels

4.3.2.1 Beschreibung des Vorhabens und seiner Wirkfaktoren (Nr. 1 des Anhangs IV der UVP-ÄndRL)

Der Beschreibung des Vorhabens kommt insofern eine Schlüsselrolle zu, als hier die relevanten Wirkfaktoren, die von einem geplanten Vorhaben ausgehen können und aus denen erhebliche nachteilige Umweltauswirkungen resultieren können, zu identifizieren sind. Nur wenn alle relevanten Bestandteile des Vorhabens und alle Phasen, vom Bau über den Betrieb (ungünstiger Betriebszustand, Volllast etc.) bis zur Stilllegung oder zum Rückbau, angemessen berücksichtigt werden, kann eine umfassende Auswirkungsanalyse erfolgen (AG UVP-QUALITÄTSMANAGEMENT 2006: 40).

Die Beschreibung des Vorhabens umfasst bau-, anlage- und betriebsbedingte Wirkfaktoren, soweit relevant einschließlich der erforderlichen Abrissarbeiten. Dabei ist aus der Sicht des Klimawandels zu klären, ob bestimmte Wirkfaktoren neu oder in einer anderen Art zu berücksichtigen sind. Aus der Sicht der Klimaanpassung sind dabei folgende Aspekte von besonderer Relevanz:

- ▶ Wirkfaktoren, die bekannte Klimafolgen verstärken können,
- ▶ Unfallrisiken sowie Vorsorge- und Notfallmaßnahmen.

Wirkfaktoren, die Klimasignale und bekannte Klimafolgen verstärken können:

Bei diesen Wirkfaktoren geht es darum, dass sie dazu beitragen können, bekannte Klimafolgen zu verstärken. Gemeint sind damit zum einen konkrete Klimasignale wie etwa die Temperatur oder die Windgeschwindigkeit, zum anderen Klimafolgewirkungen 1. Ordnung wie etwa der Oberflächenabfluss. Tabelle 3 beinhaltet dazu eine Checkliste.

Tabelle 3: Checkliste: Wirkfaktoren zur Verstärkung von Klimasignalen und Klimafolgen

Leitfrage/ mögliche Auswirkungen des Vorhabens	beispielhafte Wirkfaktoren	beispielhafte Auswirkungen
Temperaturregime		
Kann durch das Vorhaben die Lufttemperatur zusätzlich erhöht werden?	Überbauung von Grund und Boden oder Versiegelung von Freiräumen innerhalb eines bereits dicht bebauten Raumes; Zerschneidung von Flächen, die als Kaltluftabflussbahn dienen; Überbauung von Flächen mit Kaltluftproduktionsfunktion; lokale Hitzeentwicklung durch	Hitzebelastung in Innenstädten mit der Folge gesundheitlicher Risiken für die Bevölkerung

Leitfrage/ mögliche Auswirkungen des Vorhabens	beispielhafte Wirkfaktoren	beispielhafte Auswirkungen
	Sonneneinstrahlung infolge großflächig verspiegelter Oberflächen	
Kann durch das Vorhaben die Gewässertemperatur zusätzlich erhöht werden?	Einleitungen von Kühlwasser in Gewässer; Einleitung von Abwasser in Gewässer	Beeinträchtigung von Arten und Lebensgemeinschaften, die an geringere Wassertemperaturen angepasst sind
Niederschlagsregime, Wasserhaushalt		
Verstärkt das Vorhaben die Entstehung oder Schwere von Hochwasserereignissen?	großflächige Versiegelung von Versickerungsflächen; Verengung des Gewässerquerschnitts; Baumaßnahmen im Bereich natürlicher Retentions-/Hochwasserrisikoflächen	Gefährdung von Menschenleben; Beeinträchtigung der Trinkwasserqualität; Zerstörung der Habitate streng geschützter Tier- und Pflanzenarten
Verstärkt das Vorhaben die Entstehung von urbanen Sturzfluten?	großflächige Versiegelung von Versickerungsflächen im städtischen Bereich	Gefährdung von Menschenleben; Belastung des Kanalsystems; Eutrophierung, Kontamination von Böden durch Stoffeintrag
Beansprucht das Vorhaben Wasserressourcen während Trockenperioden und führt es zu Wasserknappheit? (s.o.)	Oberflächenwasserentnahme für industrielle Prozesse oder Kühlzwecke; Tiefbohrungen zum Zwecke der Wasserversorgung der Bevölkerung	Wassermangel in grundwasserbeeinflussten Ökosystemen, Wassermangel in Fließgewässern
Kann das Vorhaben dazu führen, dass (jahreszeitliche) Schwankungen des Abflusses in (Fließ-) Gewässern verstärkt werden?	Errichtung einer Wasserkraftanlage oder Einbau von Staustufen in Gewässer; Schwellbetrieb einer Talsperre; Ableitung von Wasser aus Fließgewässern zur Energieerzeugung	Beeinträchtigung von Fließgewässerökosystemen, die auf Mindestwasserabfluss angewiesen sind
Können durch das Vorhaben die Lebensraumbedingungen für Vektoren gefördert werden?	Anlage von Gewässern oder Überschwemmungsflächen, die günstige Lebensraumbedingungen für Vektororganismen bieten	Beeinträchtigung der menschlichen Gesundheit durch Verbreitung und/oder höhere Abundanz möglicher Vektoren und Steigerung des Risikos für vektorübertragene Krankheiten
Sturm		
Kann durch das Vorhaben die Exposition gegenüber Sturm erhöht werden?	Rodung von Gehölzstreifen oder -gruppen, die als Windbarrieren wirken	Gefährdung von Menschenleben; Abtrag von Boden durch Winderosion
Strahlungswetterlage		
Kann das Vorhaben im	Vorhaben mit Emissionen	Gefährdung der menschlichen

Leitfrage/ mögliche Auswirkungen des Vorhabens	beispielhafte Wirkfaktoren	beispielhafte Auswirkungen
Sommer die Ozonkonzentration im besiedelten Bereich verstärken?	ozonbildender Vorläufersubstanzen (NOX, organische Verbindungen)	Gesundheit

Beispielsweise besitzen Vorhaben im besiedelten Bereich das Potenzial, durch ihren Flächenbedarf (Anhang IV Nr. 1 b) UVP-ÄndRL) die Hitzebelastung in der Umgebung zu erhöhen oder den Wasserhaushalt negativ zu beeinflussen. Hervorgerufen wird dies vor allem dadurch, dass bisher klimaausgleichende und versickerungsfähige Oberflächen, in der Regel unversiegelte Grünflächen, überbaut und versiegelt werden. Ein anderes Beispiel ist die Inanspruchnahme von Wasserressourcen, die sich auf die Verfügbarkeit des Wassers im Landschaftswasserhaushalt auswirken kann (Anhang IV Nr. 1 c) UVP-ÄndRL). Dieser Faktor ist bei allen Vorhabentypen von zentraler Bedeutung, die für ihre Funktionsweise auf Wasser angewiesen sind.

Die Ermittlung und Darstellung der genannten Wirkfaktoren, die das Potenzial haben können, Klimasignale und Klimafolgen zu verstärken, ist auch bisher bereits fester Bestandteil der UVP. Heute wie zukünftig ist der Flächenbedarf, die versiegelte Fläche, der Wasserbedarf usw. so konkret wie möglich zu bestimmen und im UVP-Bericht anzugeben. Zukünftig ist allerdings der Blickwinkel, unter dem die Wirkfaktoren betrachtet werden, zu weiten auf die Frage, ob dadurch auch bestimmte Klimafolgenwirkungen verstärkt werden können.

Unfallrisiken sowie Vorsorge- und Notfallmaßnahmen aufgrund Anfälligkeit des Projekts:

Nach Anhang IV Nr. 5 d) und f) UVP-ÄndRL umfasst die Vorhabenbeschreibung zukünftig auch die Anfälligkeit des Projekts in Bezug auf den Klimawandel und die damit verbundenen Risiken für die menschliche Gesundheit, das kulturelle Erbe oder die Umwelt durch Unfälle oder Katastrophen (s. Tabelle 4).

Die Daten der Versicherungswirtschaft zeigen, dass klimawandelbedingt mit einer deutlichen Zunahme von potenziellen Schäden zu rechnen ist (HÖPPE 2014). Daher sind zukünftig solche Risiken, die eine Beschädigung des Vorhabens hervorrufen können und davon ausgehend weitere Auswirkungen auf die Umwelt auslösen können, in die UVP einzubeziehen. Daran anknüpfend sind in die Vorhabenbeschreibung die notwendigen Vorsorge- und Notfallmaßnahmen aufzunehmen, die entsprechende Risiken von schweren Unfällen oder Katastrophen verhindern sollen (s. dazu auch EBA 2014: 13).

Tabelle 4: Checkliste: Anfälligkeit des Vorhabens gegenüber Klimawirkungen

Klimasignale und -wirkungen mit möglichen Folgen für das Vorhaben	Prüffragen	Beispiele für Vorhaben, die besondere Prüfung erfordern
Extremereignisse		
Hitze	Kann es durch das Vorhaben infolge von extremer Hitze zu schweren Unfällen und/oder Katastrophen kommen?	Erwärmung von Straßenbelägen von Autobahnen während extremer Hitzeperioden (Blow-ups, Spurrillen), Deformation an Gleisanlagen => Erhöhte Unfallgefahr
Kälte	Kann es durch das Vorhaben infolge von extremer Kälte zu schweren Un-	Frostschäden an Straßenbelägen mit erhöhter Unfallgefahr; Vereisung von

Klimasignale und -wirkungen mit möglichen Folgen für das Vorhaben	Prüffragen	Beispiele für Vorhaben, die besondere Prüfung erfordern
	fällen und/oder Katastrophen kommen?	Höchstspannungsmasten und -seilen mit deren Zusammenbruch als Folge
Starkregen	Kann es durch das Vorhaben infolge von Starkregenereignissen zu schweren Unfällen und/oder Katastrophen kommen?	Überschwemmung und Unterspülung von Straßen- und Schieneninfrastruktur => Gefahr für Menschenleben; Überschwemmung von Lagerstätten wassergefährdender Stoffe => Kontamination von Böden und Wasser; Überlastung des Kanalnetzes => Austritt von belastetem Wasser in Gebäude und öffentlichem Raum
Wind/Sturm	Kann es durch das Vorhaben infolge von Stürmen zu schweren Unfällen und/oder Katastrophen kommen?	Bahnstrecken, die durch umfallende Bäume unbefahrbar werden; Gebäude, die nicht ausreichend standfest sind => Gefahr für Menschenleben
Extremer Schneefall	Kann es durch das Vorhaben infolge von starkem Schneefall, hoher Schneedecke/Schneeverwehungen zu schweren Unfällen und/oder Katastrophen (z. B. Lawinen, Einsturz durch Schneelast) kommen?	Gebäude mit großflächigen Flachdächern (z. B. Einkaufszentren oder Gewerbehallen)
Klimawirkungen 1. Ordnung		
Meeresspiegelanstieg/Sturmflut/Sturmhochwasser	Kann es durch das Vorhaben infolge des Anstiegs des Meeresspiegels oder vermehrte und verstärkte Sturmfluten an der Nordsee oder Sturmhochwasser an der Ostsee zu schweren Unfällen und/oder Katastrophen kommen?	Küstendeiche oder Sperrwerke; Entwässerungsanlagen im Deichhinterland => Gefahr für Menschenleben, Zerstörung oder Beeinträchtigung empfindlicher bzw. schutzwürdiger Biotope
Flusshochwasser und Sturzfluten	Kann es durch das Vorhaben infolge von Hochwasser und/oder Sturzfluten zu schweren Unfällen und/oder Katastrophen kommen?	Überflutung von industriellen und gewerblichen Anlagen, Lagerstätten, Deponien, Kläranlagen => Kontamination von Böden und Wasser Überflutungen, Unterspülung und Absenkungen von Straßendämmen und Schienenkörpern => Erhöhte Unfallgefahr
Lawinenabgänge	Kann es durch das Vorhaben infolge von Lawinen zu schweren Unfällen und/oder Katastrophen kommen?	Skigebiete => Gefahr für Menschenleben, Zerstörung von Bergwäldern mit hoher Bedeutung u. a. für den Bodenschutz
Erdbeben, Muren	Kann es durch das Vorhaben infolge	Wohngebiete am Hang oder Fuß von

Klimasignale und -wirkungen mit möglichen Folgen für das Vorhaben	Prüffragen	Beispiele für Vorhaben, die besondere Prüfung erfordern
	von Erdbeben zu schweren Unfällen und/oder Katastrophen kommen?	Bergen => Gefahr für Menschenleben
Blitzschlag	Kann es durch das Vorhaben infolge von Bränden, die durch Blitzschlag ausgelöst werden, zu schweren Unfällen und/oder Katastrophen kommen?	Industrieanlagen, Wohngebiete => Gefahr für Menschenleben

Wie in Kap. 2 dargestellt, werden unter dem Begriff Climate Proofing Maßnahmen entwickelt, um das Vorhaben selbst an den Klimawandel anzupassen. Derartige Maßnahmen, etwa die Errichtung von Schutzmauern an Bahnlinien gegenüber Hangrutschungen, gehen implizit in die Vorhabenbeschreibung ein und müssen daher im UVP-Bericht nicht separat gekennzeichnet werden.

In dem Forschungsvorhaben Envisage-CC wurden für neun Vorhabentypen Projektblätter entwickelt, die mögliche Klimawandelfolgen auf Vorhaben differenziert und standortabhängig darstellen (ÖIR et al. 2014; JIRICKA et al. 2014). Falls für das Projekt ein Datenblatt vorliegt, kann auf dieser Grundlage gezielt die klimawandelbedingte Anfälligkeit des Projekts für Risiken für die menschliche Gesundheit, das kulturelle Erbe oder die Umwelt durch Unfälle oder Katastrophen ermittelt werden (s. Abbildung 6).

In Abbildung 6 sind einige Folgen fett markiert, die zu Risiken für die menschliche Gesundheit, das kulturelle Erbe oder die Umwelt durch Unfälle oder Katastrophen führen können. Diesbezüglich sind in die Vorhabenbeschreibung geeignete Vorsorge- und Notfallmaßnahmen aufzunehmen, die die entsprechenden Risiken vermeiden sollen.⁵

Ergänzend sei hier auf den „Kompass Naturgefahren“ des Gesamtverbands der deutschen Versicherungswirtschaft (GDV) verwiesen, der für Sachsen, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Berlin verfügbar, für Rheinland-Pfalz und Bayern in Entwicklung ist (Zonierungssystem für Überschwemmung, Rückstau und Starkregen = ZÜRS Geo). Er liefert adressgenaue Angabe zu Risiken durch Hochwasser, Starkregen, Blitz- und Überspannung, Sturm und Hagel.

⁵ Diese Maßnahmen können als Climate Proofing im weiteren Sinne bezeichnet werden, da sie auf die Vermeidung von Umweltauswirkungen zielen. Demgegenüber zielt das originäre Climate Proofing im engeren Sinne auf eine erhöhte Klimaresilienz des Vorhabens selbst. Wie die Untersuchungen von Envisage-CC zeigen, werden in den meisten Fällen von Klimaanpassung typische Vorhabenbestandteile technisch verstärkt und lassen sich daher kaum von der klassischen Beschreibung nach dem Stand der Technik unterscheiden. So dienen etwa vergrößerte Wasserdurchlässe von Straßendämmen dazu, bei Starkregenereignissen Überflutungen der Fahrbahn und auch Instabilitäten des Damms zu verhindern (ÖIR et al. 2014).

Abbildung 6: Projektdatenblatt zur Ermittlung von klimawandelbedingten Risiken für Straßenbauvorhaben

Projektdatenblatt Straße				
BESCHREIBUNG: Zu Straßen werden alle Projekte im Bereich des Baus und des Betriebes von Straßen gezählt. Dazu gehören auch Technikgebäude, elektronische Anlagen oder das Sicherheitsmanagement.				
Meteorologische Phänomene	Klimatrend*	Direkte und indirekte Wirkungen	Räumlicher Bezug	Beispielhafte Folgen für das Projekt in Bezug auf Bauwerk/Betrieb
TEMPERATUR				
Frost-/Tauwechsel	↘	Direkte Wirkung	Allgemeingültig	<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhter Sanierungsbedarf durch Schäden an der Infrastruktur • Auswirkungen auf die Standfestigkeit von Bauten
		Steinschlag	Hang/Hangfuß	<ul style="list-style-type: none"> • Direkte Schäden an der Infrastruktur • Betriebsunterbrechungen
Hitzewelle	↗	Direkte Hitzewirkung	allgemeingültig	<ul style="list-style-type: none"> • Überhitzung der Fahrbahn → Schäden am Straßenbelag • Probleme an der Elektronikinfrastruktur (Verkehrsleitzentrale) • Erschwerte Bedingungen bei Bau- und Wartungsarbeiten
		Brände	Waldnähe	<ul style="list-style-type: none"> • Schäden an der Infrastruktur durch Böschungsbrände oder Brände in naheliegenden Schutzwäldern
Mittlere Temperaturveränderung	↔	Direkte Wirkung	Allgemeingültig	<ul style="list-style-type: none"> • Wärmebedingter Anstieg des Wurzelwachstums der Vegetation an Straßenrändern kann zu Schäden an der Infrastruktur führen • Verändertes Urlaubsverhalten führt zu saisonaler Veränderungen der Verkehrsströme
		Verlust von Permafrostböden	Alpiner Raum	<ul style="list-style-type: none"> • Kann zu Instabilität sehr hoch gelegener Straßeninfrastruktur und verstärkter Gefahr in Hanglagen führen
Kältewelle	↘	Vereisungen	Allgemeingültig	<ul style="list-style-type: none"> • Unfallgefahr (zunehmenden Bedeutung von Frühwarnsystemen)
		Frostbruch	Allgemeingültig	<ul style="list-style-type: none"> • Schäden am Straßenbelag
		Direkte Kältewirkung	Allgemeingültig	<ul style="list-style-type: none"> • Veränderte Bedingungen bei Bau- und Wartungsarbeiten
NIEDERSCHLAG				
Großräumige Starkniederschläge	~	Überschwemmungen (Hochwasser)	Gewässernähe	<ul style="list-style-type: none"> • Direkte Auswirkungen auf die Bausubstanz durch Hochwasser • Unterspülungen, Erosion oder Treibgut kann die Infrastruktur beschädigen • Überlastung von Drainagesystemen
Lokale Starkniederschläge	~	Steinschlag Kriechhänge Muren Lawinen	Hang/Hangfuß (Alpiner Raum)	<ul style="list-style-type: none"> • Instabilität durch Unterspülung • Betriebsunterbrechungen aufgrund von Austausch- bzw. Wiederherstellung der Infrastruktur • Erhöhte Kosten durch reaktiven Bau von Sicherungsmaßnahmen
Trockenheit/ Trockenperioden	↗	Brände	Vegetationsnähe (z. B. Wald)	<ul style="list-style-type: none"> • vorübergehende Unterbrechung von Streckenabschnitten
Schneefall (Nassschnee)	~ ^{xx}	Direkte Wirkung	Allgemeingültig	<ul style="list-style-type: none"> • Lawinenabgänge und Schneeverwehungen vermindern die Befahrbarkeit von Straßen¹⁾ • Langanhaltender starker Schneefall führt zu einem erhöhten Ressourcen Einsatz und damit zu erhöhten Kosten
Schneefall über 1500m	↗			
Schneefall unter 1500m	↘			
Eisregen	~ ^{xxx}	Direkte Wirkung	Allgemeingültig	<ul style="list-style-type: none"> • schlechtere Befahrbarkeit und Unfallbildung • Stromausfälle und Probleme für VerkehrsteilnehmerInnen und auch für die Verkehrsleitzentrale • Erhöhter Streubedarf
WIND				
Wind (kleinräumige – Gewitterstürme)	↔	Tornados, Windwurf, Blitzschlag, windbedingte Sedimentablagerungen	Allgemeingültig	<ul style="list-style-type: none"> • Schäden durch Windwurf führen zu Unterbrechungen oder Verzögerungen
Wind (großräumig – Atlantische Stürme, Föhn)	□			
Legende: * Klimatrend bezieht sich auf ganz Österreich ¹⁾ In tiefen und mittleren Höhenlage ist eine Abnahme sowie eine zeitliche Verschiebung von positiven Temperaturen bei Tag und Forst bei Nacht sehr wahrscheinlich ^{xx)} Für Starken Schneefall bei Temperaturen um den Gefrierpunkt ist eine Verlagerung sowohl zeitlich als auch räumlich wahrscheinlich. Weiters ist in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts eine Abnahme in tiefen Lagen wahrscheinlich. ^{xxx)} Aussagen für die nächsten Jahrzehnte unsicher, in der zweiten Jahrhunderthälfte Abnahme wahrscheinlich.				
Erklärung der Zeichen: ⇒ Keine Veränderung/↗ Steigender Trend/↘ Abnehmender Trend/↔ Unsicherer Trend, kann sowohl steigen als auch abnehmen				

Quelle: ÖIR et al. 2014: 14

Zusammenfassende Empfehlungen und Thesen

- ▶ Auf Wirkfaktoren, die bekannte Klimafolgen verstärken können, ist besonderes Augenmerk zu richten. Diese Wirkfaktoren sind sorgfältig zu ermitteln und zu beschreiben.
- ▶ Besondere Unfall- und Katastrophenrisiken, die durch Klimafolgen hervorgerufen werden können, sind zu benennen. Die Ergebnisse eines durchgeführten Climate Proofing sind dabei einzubeziehen. Insbesondere sind entsprechende Vorsorge- und Notfallmaßnahmen zu benennen

4.3.2.2 Beschreibung des aktuellen und zukünftigen Umweltzustands (Nr. 3 des Anhangs IV der UVP-ÄndRL)

Der UVP-Bericht muss zukünftig nicht nur den aktuellen, sondern auch den zukünftigen Zustand der Umwelt beschreiben, soweit dies für die Prognose und Bewertung der Auswirkungen auf den Umweltzustand von Relevanz ist. Für die Berücksichtigung von Klimawandelfolgen sind hier die sich verändernde Bedeutung und Empfindlichkeit der Schutzgüter unter dem Einfluss des Klimawandels und unter Berücksichtigung bekannter Klimaanpassungsmaßnahmen von besonderer Relevanz. Wenn hier von Empfindlichkeit gesprochen wird, so meint dies vor allem die Empfindlichkeit gegenüber Wirkungen des Vorhabens, die möglicherweise generelle Klimawandelfolgen noch einmal verstärken.

Die Darstellung des zukünftigen Zustands der Umwelt bietet in besonderem Maße die Grundlage, Klimawandelfolgen abzubilden. Allerdings besteht dabei das Problem, dass mit zunehmendem zeitlichem Prognosehorizont und zunehmender Regionalisierung von Klimaprojektionen und daraus abzuleitenden Wirkungsprognosen die Prognoseunsicherheiten steigen (siehe dazu grundlegend bereits Kap. 3.2 ff.). Aufgrund dieser Prognoseunsicherheiten wird empfohlen, bei der Beschreibung des Umweltzustands als Basis für die Auswirkungsprognose nach wie vor einen Schwerpunkt auf den mit Daten gut belegbaren aktuellen Zustand und bisherige Trends zu legen. Dabei sind bereits erkennbare und belegbare Klimawandeleinflüsse explizit einzubeziehen. Zusätzlich ist dann im Rahmen der Darstellung des zukünftigen Umweltzustands auf im Rahmen der Klimaszenarien und Wirkungsforschung dokumentierte und prognostizierte Trends hinzuweisen.

Als Hinweis führt Anhang IV Nr. 3 UVP-ÄndRL an, dass die Beschreibung des zukünftigen Zustands „mit zumutbarem Aufwand auf der Grundlage der verfügbaren Umweltinformationen und wissenschaftlichen Erkenntnissen“ zu geschehen hat. Auch daraus lässt sich ableiten, dass der Vorhabenträger im Schwerpunkt vorhandene Daten nutzen soll, ihm jedoch in der Regel keine eigenen Modellrechnungen für das Klima oder Schutzgüter aufgetragen werden können.

Für die Beschreibung des Umweltzustands unter Berücksichtigung von Klimaanpassungsaspekten ergeben sich insgesamt folgende Aufgabenschwerpunkte:

- ▶ ggf. Beschreibung der Veränderung der Landnutzung,
- ▶ Beschreibung der Veränderung des regionalen Klimas,
- ▶ Beschreibung der Entwicklung der Schutzgüter (Empfindlichkeit gegenüber dem Klimawandel, Anpassungsfähigkeit).

Veränderung der Landnutzung:

Der aktuelle und zukünftige Umweltzustand wird maßgeblich durch die menschliche Nutzung geprägt. Wird der Untersuchungsraum eines geplanten Vorhabens bereits land- und fortwirtschaftlich genutzt, kann keine Entwicklung im Sinne von natürlicher Sukzession stattfinden. Es stellt sich al-

lerdings die Frage, ob sich die Nutzungsweise zukünftig unter dem Einfluss des Klimawandels signifikant ändert (z. B. Wechsel der bevorzugten Baumarten in der forstwirtschaftlichen Nutzung). Eine solche Prognose der land- und forstwirtschaftlichen Nutzung ist aber nur soweit erforderlich, wie sich dies auf die Beurteilung des geplanten Vorhabens auswirken kann.

Ein weiterer großer Einfluss ergibt sich aus der raumordnerischen Landnutzungsplanung, die die Siedlungsentwicklung, die Entwicklung von Verkehrsinfrastruktur sowie die Entwicklung weiterer Nutzungsformen (Windenergie, Bodenabbau, Gewerbe- und Industrie, Freiflächen usw.) steuert. Der Raumordnungsplan-Monitor (ROPLAMO) des Bundesamts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (ZASPEL & EINIG 2012) beinhaltet eine bundesweite Zusammenstellung dieser Angaben. Auch auf der Ebene der Raumordnungs- und Flächennutzungsplanung spielt die Berücksichtigung von Klimawandelaspekten eine besondere Rolle (s. z. B. SPIEKERMANN & FRANCK 2014, JACOBY & BEUTLER 2013). Aktuelle und zukünftige Landesentwicklungs-, Regional- und Flächennutzungspläne beziehen zunehmend Klimawandelaspekte in ihre Planungen mit ein und reagieren mit angepassten Festlegungen z. B. zu den Themen Hochwasservorsorge, Biotopverbundplanung oder Siedlungs- und Freiflächenentwicklung.

Diese in die Zukunft gerichteten planerischen Zielvorstellungen können auch bei der Umweltverträglichkeitsprüfung einzelner Vorhaben eine Rolle spielen. Die Ziele und Grundsätze der Raumordnung und die Festlegungen der Bauleitplanung sind im Rahmen von Zulassungsverfahren zwingend zu berücksichtigen. Daher sind entsprechende planerische Festlegungen im Untersuchungsraum einer UVP zu ermitteln und zu beschreiben (Tabelle 5). Zukünftig kann dies im Rahmen der Beschreibung der zukünftigen Entwicklung der Umwelt erfolgen.

Tabelle 5: Datenquellen zur Veränderung der Landnutzung

Leitfrage	Beispiele	Quellen
Wie ändert sich die Landnutzung im Untersuchungsgebiet bei Nichtdurchführung des Vorhabens?	Land- und forstwirtschaftliche Bodennutzung	Landwirtschaftskammern, Forstämter
	Wohnbebauung und Industrie, Windenergieanlagen, Abbauvorhaben	Bebauungspläne, Flächennutzungspläne, Regionalpläne, Landesentwicklungspläne, Raumordnungsplan-Monitor (ROPLAMO) des BBSR

In der Regel bilden die vorhandenen Raumordnungs- oder Flächennutzungspläne die Planungsabsichten für die folgenden 5 bis 15 Jahre ab. Zeitlich darüber hinausreichende Veränderungen der Landnutzung können im Rahmen eines UVP-Verfahrens nur schwer abgeschätzt werden.

Für den Vorhabenträger besteht keine Verpflichtung, über die vorhandenen planerischen Zielsetzungen hinaus die zukünftige Landnutzungsänderung über Szenarien abzuschätzen oder zu modellieren.

ren. Die Datenerhebung muss für ihn mit zumutbarem Aufwand möglich sein (Anhang IV Nr. 3 UVP-ÄndRL).⁶

Veränderung des regionalen Klimas:

Es empfiehlt sich, für die Beschreibung des Klimas unter dem Einfluss des Klimawandels einen Überblick über die Veränderung der zentralen Klimaparameter in den letzten Jahrzehnten und für die Zukunft zu geben. Der Zeitraum, auf den sich diese Betrachtung beziehen sollte, sollte zumindest bis Mitte des Jahrhunderts reichen und möglichst die durchschnittliche Lebensdauer des Vorhabens abdecken. Die Darstellung sollte umso konkreter sein, je stärker mögliche Auswirkungen des Vorhabens vom Klimawandel beeinflusst werden können.

Als Datengrundlage können Modellrechnungen für unterschiedliche Zeiträume, meteorologische Parameter und Regionen verwendet werden. Während der Regionale Klima Atlas Deutschland bundesweite Daten anbietet, stellen die Klimaatlantanten der Regionalen Klimabüros regionale und landesbezogene Angaben zur Verfügung, beispielsweise zur Veränderung heißer Tage, Froststage oder Starkregentage (s. Kap. 4.1.2.1). Eine Zusammenstellung von nationalen und regionalen Klimainformationssystemen enthält Kap. 3.2.

Angesichts des weit in der Zukunft liegenden Prognosehorizonts der meisten Klimaprojektionen bis Mitte des Jahrhunderts und darüber hinaus kann die „voraussichtliche Entwicklung“ des Klimas im Verhältnis zur Ist-Situation in der Regel nur als Szenario-Betrachtung dargestellt werden, die auf Wenn-dann-Annahmen beruht. Je länger der zugrunde gelegte Zeitraum ist, desto größer wird die Bandbreite der zukünftigen Entwicklung. Um mit dieser Unsicherheit umzugehen, wird empfohlen, wie in Kap. 3.2 ff. bereits vorgeschlagen, in jedem Fall zunächst bereits beobachtbare Trends darzustellen und einer anschließenden Auswirkungsprognose zugrunde zu legen. Für den Blick in die Zukunft sollten solche Klimaprojektionen betrachtet werden, die sich auf ein möglichst begründetes und damit plausibles Szenario stützen. Besonders relevant sind vor allem trendsichere Klimaprojektionsergebnisse (s. auch Kap. 3.2 und Kap. 3.2.3).⁷ Nicht sinnvoll ist es, sich angesichts der großen Bandbreite der Eingangsdaten und abgeleiteten Szenarien auf extreme Szenarien nach dem Worst Case-Prinzip zu stützen.⁸

Entwicklung der Schutzgüter unter dem Einfluss des Klimawandels:

Die Beschreibung des Umweltzustands dient in der UVP als Grundlage, um zu klären, inwieweit das geplante Vorhaben mit bestehenden oder projizierten Klimawirkungen dergestalt zusammenwirkt,

⁶ In der Vulnerabilitätsstudie Deutschland wurden für die nahe und die ferne Zukunft (2035, 2085) ein Wachstums- und ein Stagnationsszenario entwickelt (ADELPHI et al. 2015: 97ff.). Für diese Szenarien berechnete das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung mithilfe des Simulationswerkzeugs „LAND USE SCANNER“ (KOOMEN et al. 2007) jeweils Projektionen der zukünftigen Landnutzung, wobei die einzelne Rasterzelle eine Größe von einem Hektar aufwies. Die Nachfrage nach Land wurde mithilfe des PANTA-RHEI-REGIO-Modells für das Zieljahr 2030 räumlich dargestellt (DISTELKAMP et al. 2009). Für die Umweltprüfungen ist eine derartig aufwändige Vorgehensweise jedoch nicht möglich.

⁷ Im Rahmen eines Expertennetzwerkes des BMVI unter Beteiligung von DWD, EBA, BAST, BAW, BSH und BfG wird derzeit bereits an Konventionen zur Festlegung von geeigneten Klimadaten und Klimaprojektionen für angewandte Fragestellungen gearbeitet.

⁸ Das Climate Service Center Germany (GERICS) bietet u. a. für die Entwicklungszusammenarbeit (KfW) als Dienstleistung die Erstellung sog. GERICS Climate Fact Sheets“ an. Solche gezielten Experten-Auswertungen wären auch für einzelne UVP-Verfahren denkbar. Die GERICS Climate Fact Sheets beinhalten in der Regel detaillierte Beschreibungen der zeitlichen Entwicklung projizierter Änderungen anwendungsbezogener Parameter sowie einer Experteneinschätzung zur Stärke und Robustheit der prognostizierten Klimaänderung an.

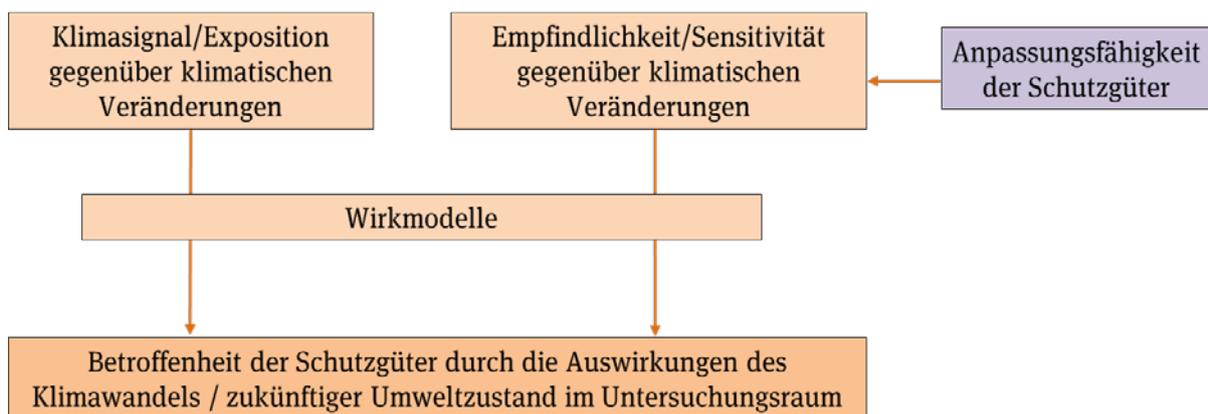
dass insgesamt erhebliche nachteilige Umweltauswirkungen zu befürchten sind. Ein solches Zusammenwirken kann dadurch entstehen, dass

- ▶ Schutzgüter, auf die das Vorhaben einwirkt, aufgrund des Klimawandels empfindlicher und/oder schutzwürdiger und die Vorhabenauswirkungen damit als erheblich(er) zu bewerten sind,
- ▶ Vorhabenwirkungen die Anpassungsfähigkeit von Schutzgütern schwächen.

Um diese Fragen beantworten zu können, ist im Rahmen der Beschreibung des Umweltzustands eine Art von Klimawandel-Betroffenheitsanalyse durchzuführen (s. SPIEKERMANN & FRANCK 2014: 29 ff.). Eine solche Analyse dient dazu, die Veränderung der Schutzgüter unter dem Einfluss des Klimawandels zu ermitteln.

Im Grundsatz benötigt man hierzu die in Abbildung 7 schematisch dargestellten Informationen. Aus einer Verknüpfung der Empfindlichkeit bzw. Sensitivität der Schutzgüter gegenüber klimatischen Veränderungen mit Informationen zur Exposition bzw. Änderung des Klimasignals für den Untersuchungsraum ergibt sich die Betroffenheit der Schutzgüter im Untersuchungsraum durch die Auswirkungen des Klimawandels. Dabei ist die Anpassungsfähigkeit der betroffenen Schutzgüter einzubeziehen.

Abbildung 7: Ableitung des zukünftigen Umweltzustands für den Untersuchungsraum



Quelle: verändert nach BMVBS 2013a: 39

Um den zukünftigen Umweltzustand zu beschreiben, kommt der Empfindlichkeit der Schutzgüter gegenüber klimatischen Veränderungen eine Schlüsselrolle zu. Gegenüber dem Klimawandel besonders empfindliche Schutzgüter sind beispielsweise Tierarten, die an kühles Klima angepasst sind, oder Feuchtgebiete, die aufgrund von Hitzeperioden gegenüber einem absinkenden Grundwasserspiegel empfindlich sind. Neben der Empfindlichkeit besitzt die interne Anpassungskapazität der Schutzgüter einen großen Einfluss darauf, wie sich diese unter Einfluss des Klimawandels zukünftig verändern.⁹ Daher empfiehlt es sich, bei der Bestandserfassung auch Bereiche oder Teilflächen zu identifizieren, die aufgrund bestimmter Funktionen die Anpassungskapazität der im Untersuchungsraum vorhandenen Schutzgüter erhöhen. Ein typisches Beispiel für solche Flächen sind Retentions-

⁹ Über die interne Anpassungsfähigkeit hinaus können auch externe Anpassungsmaßnahmen als Vermeidungs-, Verminderungs-, Ausgleichs- oder Ersatzmaßnahmen ergriffen werden (s. Kap. 5.3.3.4).

flächen zur Pufferung von Hochwasserspitzen aufgrund von Starkniederschlägen oder Biotopverbundflächen, die klimasensiblen Tierarten die Möglichkeit der Migration bieten. Im Idealfall liegen Studien vor, bei denen auf der Grundlage spezifischer Wirkmodelle bereits der zukünftige Umweltzustand der Schutzgüter abgeleitet wurde.

Tabelle 6: Checkliste: Schutzgüter mit hoher Empfindlichkeit / Sensibilität sowie Anpassungsfunktionen in Bezug auf den Klimawandel

Prüffragen - Schutzgüter mit hoher Empfindlichkeit oder Anpassungsfunktion	Eingriff durch ein Vorhaben – Beispiele
Menschliche Gesundheit	
Ist im Untersuchungsraum der Anteil gegenüber Hitze besonders empfindlicher Personengruppen besonders hoch?	Überbauung von Grünanlagen in städtischen Bereichen, Verdichtung von Bebauung
Befinden sich im Untersuchungsraum städtische Grünanlagen/ Grünzüge, -Bereiche mit besonderer bioklimatischer Bedeutung (Kaltluftbildung, -abfluss, Temperaturengleich) für den Menschen?	Bebauung von Grünzügen; Rodung von Gehölzen; Abriegelung von Kaltluftabflussbahnen und Frischluftschneisen
Boden	
Befinden sich im Untersuchungsraum Böden, die gegenüber Wasser- und Winderosion (einschl. Hangrutschungen, Sedimentumlagerungen im Wattenmeer) besonders empfindlich sind?	Errichtung eines Skigebiets im Mittel- oder Hochgebirge; Schaffung großer offener Bodenflächen während der Bauphase größerer Vorhaben
Befinden sich im Untersuchungsraum Böden mit besonderer Funktion (Speicherung und Pufferung, Grundwasserneubildung) für den Wasserhaushalt?	Überbauung oder Abgrabung von Böden
Wasser, Gewässer	
Befinden sich im Untersuchungsraum Gewässer, deren Mindestwasserführung durch zunehmende Trockenperioden gefährdet ist?	Errichtung eines Speicherkraftwerks zur Wasserversorgung von Städten und Landwirtschaft, Errichtung von Laufkraftwerken an Flüssen
Befinden sich im Untersuchungsraum (Retentions-) Räume, die bei Extrem-Hochwasserereignissen überflutet werden können?	Errichtung von Wohn- oder Industriegebäuden innerhalb dieser überflutungsgefährdeten Räume
Befinden sich im Untersuchungsraum Einzugsgebiete mit besonders hoher Neigung zu Starkniederschlägen und daraus ableitbarem besonders hohem Risiko von Sturzfluten und Hochwasser?	Errichtung von Wohn- oder Industriegebäuden innerhalb dieser überflutungsgefährdeten Räume
Arten und Lebensräume	
Befinden sich im Untersuchungsraum Feuchtlebensräume, die klimawandelbedingt durch zunehmende Sommertrockenheit bedroht sind?	Entwässerung
Befinden sich im Untersuchungsraum Feuchtlebensräume, die zur Landschaftskühlung beitragen?	Entwässerung

Prüffragen - Schutzgüter mit hoher Empfindlichkeit oder Anpassungsfunktion	Eingriff durch ein Vorhaben – Beispiele
Befinden sich im Untersuchungsraum Habitaten von an Kälte angepassten Tier- und Pflanzenarten, die infolge des Klimawandels auf geeignete Rückzugsräume und einen entsprechenden Biotopverbund angewiesen sind?	Ausweisung eines Baugebiets
Befinden sich im Untersuchungsraum Lebensraumkorridore, die für die klimawandelbedingte Arealverschiebung/Wanderung von Tier- und Pflanzenarten erforderlich sind?	Errichtung einer Autobahn, Bundesstraße, Bahntrasse, großflächigen Bebauung
Befinden sich im Untersuchungsraum und der weiteren Umgebung invasive Arten, die durch das Vorhaben gefördert werden könnten?	Anlage von Feuchtgebieten, Waldrodungen

Die Vorgehensweise entspricht im Grundsatz dem Ablauf im Rahmen der Vorprüfung des Einzelfalls (s. Abbildung 5).

Die Checkliste „Schutzgüter mit hoher Empfindlichkeit/Sensibilität sowie Anpassungsfunktionen in Bezug auf den Klimawandel“ (s. Tabelle 6) ermöglicht es, Schutzgüter zu identifizieren, die ggf. bereits heute eine hohe Empfindlichkeit bzw. Sensibilität gegenüber dem Klimawandel aufweisen oder besondere Anpassungsfunktionen in Bezug auf den Klimawandel besitzen.

Falls ein Sachverhalt aus der Checkliste zutrifft, stellt sich die Aufgabe, die konkrete Entwicklung dieser Schutzgüter gegenüber dem Klimawandel für den Untersuchungsraum möglichst differenziert und ggf. modellgestützt abzuschätzen. Je belastbarer die Aussagen ermittelt wurden, desto besser können daraus Konsequenzen für die Zulassung abgeleitet werden.

Wie bereits in Kap. 3.2 ff. dargestellt, besteht für die UVP allerdings das Problem, dass die weit in die Zukunft gerichteten Klimaprojektionen eine hohe Unsicherheit beinhalten und daher auch die Betroffenheit der Schutzgüter durch zukünftige Entwicklungen des Klimawandels nur bedingt konkret prognostizierbar sind. Daher ist für den UVP-Bericht zu empfehlen, im Schwerpunkt solche Erkenntnisse zu verwenden, die auf einer Analyse bereits beobachtbarer Trends beruhen. Zudem sollte so weit wie möglich auf bereits vorhandene wissenschaftliche Erkenntnisse zu den Klimawandelwirkungen auf einzelne Schutzgüter zurückgegriffen werden.

Für viele Schutzgüter wurden in den letzten Jahren spezifische Wirkmodelle entwickelt und Datengrundlagen zusammengestellt, die für Deutschland und einzelne Regionen die komplexen Zusammenhänge zwischen veränderten Klimasignalen und Sensitivitätsparametern abbilden (s. Tabelle 7). Neben den in der Tabelle genannten Informationsquellen können auch die Anpassungsstrategien der Länder wertvolle Hinweise und länderspezifische Informationen über Klimaveränderungen und resultierende Folgewirkungen auf andere Schutzgüter enthalten.

Tabelle 7: Datengrundlagen und Wirkmodelle für Veränderung von Schutzgütern unter dem Klimawandel

Quelle	Inhalte
Mensch	
Städtische Klimafunktionskarten und Klimaanalysen (z. B. Ruhrgebiet, Köln, Stuttgart, Frankfurt, Kassel, Freiburg)	Räume mit besonderer Hitzebelastung, Räume mit besonderer Bedeutung für den Klimaausgleich, Planungshinweiskarten

Quelle	Inhalte
Vulnerabilitätsbericht der Region Stuttgart. KlimaMoro (WEIS et al. 2011)	Gesundheit und Siedlungsentwicklung (ebd.: 91 ff.)
Modellgestützte Klimaanalysen und –bewertungen für die Regionalplanung (Klamis-GERHARDS et al. 2013)	Definition und Entwicklung von Standards für regional bedeutsame, klimarelevante Flächen (z. B. wärmebelastete Räume und Ausgleichsräume)
Klimaresilienter Stadtumbau (BBSR 2017)	In zehn Fallstudienstädten werden Erfolgsfaktoren der kommunalen Anpassungsprozesse und beispielhafte Projektansätze identifiziert.
Vulnerabilitätsanalyse Deutschland, Handlungsfeld Menschliche Gesundheit (ADELPHI et al. 2015: 602ff.)	Hitzebelastung; Atembeschwerden durch bodennahe Ozon; Überträger von Krankheitserregern; Belastung der Rettungsdienste, Krankhäuser und Ärzte
Biodiversität, Tiere und Pflanzen	
Landschaftsrahmenpläne, Landschaftspläne	Kapitel und regionale Daten zur Entwicklung der Schutzgüter von Natur und Landschaft unter Einfluss des Klimawandels
Managementpläne für Natura 2000-Gebiete	Hinweise zur Entwicklung von Erhaltungszielen unter Einfluss des Klimawandels
Biotopverbundelemente in Landesentwicklungsplänen, Regionalplänen oder Landschaftsrahmenplänen	Wanderkorridore für Tier- und Pflanzenarten bei Verschiebung ihrer Areale
Schutzgebietsverordnungen	Hinweise zur Entwicklung der Schutzobjekte unter dem Einfluss des Klimawandels
Artenschutz unter Klimawandel: Perspektiven für ein zukunftsfähiges Handlungskonzept (STREITBERGER et al. 2016)	Es werden Perspektiven und Strategien für den Artenschutz in Deutschland unter dem Einfluss des Klimawandels ermittelt und analysiert. Synthese der in den letzten 10 Jahren durch das BfN durchgeführten Ufoplan Vorhaben in Hinblick auf die Auswirkungen des Klimawandels auf Pflanzen- und Tierarten
Anpassungskapazität naturschutzfachlich wichtiger Tierarten an den Klimawandel (KERTH et al. 2014)	Untersuchung der Anpassungsfähigkeit von 50 naturschutzfachlich wichtigen Tierarten
Auswirkungen des rezenten Klimawandels auf die Fauna in Deutschland (RABITSCH et al. 2010)	Klimasensibilitätsanalyse für über 500 vordringlich zu behandelnde Zielarten des zoologischen Artenschutzes und Ableitung von Hochrisiko-Arten (HR-Arten) bezüglich ihrer Klimasensibilität
Vogelmonitoring in Deutschland (SUDFELDT et al. 2012)	Verbreitungsänderungen von Vogelarten und Analyse des Einflusses des Klimawandels
Auswirkungen des Klimawandels auf Fauna, Flora und Lebensräume sowie Anpassungsstrategien des Naturschutzes (BEIER-KUHNLEIN et al 2014)	Abschätzung der Bedeutung von biotischen Interaktionen sowie von Extremereignissen für die Verbreitung von Arten in Zeiten des Klimawandels. Fokus auf dem europäischen Schutzgebietsnetz Natura 2000: Verbreitungsmodelle für ausgewählte Tierarten und FFH-Lebensraumtypen

Quelle	Inhalte
Ausbreitungspotenzial ausgewählter neophytischer Gefäßpflanzen unter Klimawandel in Deutschland und Österreich (KLEINBAUER et al. 2010)	Bewertung der Invasivität für 30 Neophyten
Modellierung der Auswirkungen des Klimawandels auf die Flora und Vegetation in Deutschland (POMPE et al. 2011)	Für 845 Arten Modellierung der potentiellen Verbreitungsareale in Deutschland; Artsteckbriefe für 50 Zielarten
Vulnerabilitätsanalyse Deutschland, Handlungsfeld Biologische Vielfalt (ADELPHI et al. 2015: 203ff.)	Ausbreitung invasiver Arten; Areale von Arten; Ökosystemleistungen; Biotope und Habitate
Wasser	
Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch	Umfassende Dokumentation der zurückliegenden Wasserstände der Flüsse. Aus diesen Daten lassen sich teilweise auch Trends für die Zukunft ableiten.
Hochwassermodellierungen im Rahmen des Verbundprojekts KLIWAS	Umfassende Hochwassermodellierungen für alle großen deutschen Flüsse. Wesentlicher Unsicherheitsfaktor „Bodenfeuchte“
Hochwassergefahren und -risikokarten (z. B. NLWKN 2017)	Für alle Bundesländer seit 2013 verfügbar: Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten für HQ100 und HQextrem ¹⁰
Empfehlungen zur Aufstellung von Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten (LAWA 2010)	Methodik der Erstellung von Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten
EFAS European Flood Awareness System (EUROPEAN COMMISSION JOINT RESEARCH CENTER 2017)	Europaweite GIS-gestützte Vorhersagen über Flutereignisse 48 Stunden im Voraus
KOSTRA-DWD-2000. Starkniederschlagshöhen für Deutschland (1951 – 2000) Grundlagenbericht (DVW 2005)	Atlas der Starkniederschlagshöhen für Deutschland (Häufigkeitsverteilung, Rasterdarstellung) zur Bemessung von wasserwirtschaftlichen Anlagen gegenüber Extremniederschlägen
Vulnerabilitätsanalyse Deutschland, Handlungsfeld Wasserhaushalt (ADELPHI et al. 2015: 321ff.)	Durchfluss; Flusshochwasser und Sturzfluten; Auswirkung auf Kanalnetz und Kläranlagen; Wasserverfügbarkeit aus Grundwasser; Wasserverfügbarkeit aus Oberflächengewässern; Trinkwasserverfügbarkeit; Talsperrenbewirtschaftung; Gewässerzustand
Boden	
Vulnerabilitätsanalyse Deutschland, Handlungsfeld Boden (ADELPHI et al. 2015:	Bodenerosion Wasser, Wind, Hangrutschung; Bodenwassergehalt, Sickerwasser; Produktionsfakto-

¹⁰ Im Rahmen des Expertennetzwerkes des BMVI zur Klimaanpassung soll eine bundesweite Hochwassergefahrenkarte erstellt werden, die auch eine Klimawandel-Komponente enthalten soll.

Quelle	Inhalte
170ff.)	ren (Standortstabilität, Bodenfruchtbarkeit); Boden-Biodiversität, mikrobielle Aktivität; Org. Bodensubstanz, Stickstoff-Phosphor-Haushalt, Stoffausträge
Landesweite Bodeninformationssysteme	Nordrhein-Westfalen: Böden mit Klimaschutzfunktion, Erosionsgefährdung

In Bezug auf das **Schutzgut Mensch** kommt der Gesundheit eine große Bedeutung angesichts des Klimawandels zu. Insbesondere in größeren Städten können durch Hitze und Schadstoffe Belastungen auftreten. Für den städtischen Raum und die dort zu schützenden Klimafunktionen liegen häufig durch Messkampagnen und Modellrechnungen wissenschaftlich fundierte und zwischen den Fachämtern abgestimmte bioklimatische Analysen und Klimafunktionskarten vor, die zunehmend auch Klimaanpassungsaspekte mit einbeziehen. Teilweise enthalten Landschaftspläne oder kommunale Umweltatlanten entsprechende Aussagen. Damit liegen häufig räumlich vergleichsweise konkrete Planungsgrundlagen vor. Bei der Nutzung von Daten zu besonders vulnerablen Bevölkerungsgruppen ist zu berücksichtigen, dass in einzelnen Stadtquartieren ein demographischer und insbesondere auch ein sozialer Wandel in Zeiträumen von 20-30 Jahren zu erheblichen Veränderungen gegenüber der Ist-Situation führen kann.

Im Hinblick auf das **Schutzgut Wasser** sind vor allem Aspekte des Hochwasserrisikos als auch Aspekte von Wassermangel in sommerlichen Trockenperioden für die UVP von Bedeutung. Insbesondere zum Hochwasserrisiko gibt es bereits zahlreiche wissenschaftliche Studien und Fachkonventionen. Aufgrund der Vorgaben der Europäischen Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (HWRM-RL) seit 2013 für Deutschland flächendeckend Hochwasserrisiko- bzw. Hochwassergefahrenkarten gemäß § 74 WHG vor. Diese Karten wurden auf der Basis der Vorgaben aus § 74WHG erstellt und zeigen diejenigen Räume, in denen Extremhochwasser auftreten kann (HQ extrem). Dabei sind auch bereits bekannte (klimawandelbedingte) Entwicklungen der Niederschlagsmengen berücksichtigt (s. LAWA 2010). Dem HQ extrem liegt keine vorgegebene Jährlichkeit für den Hochwasserabfluss zugrunde. Häufig wird der Extremabfluss anhand von Zuschlagsfaktoren in der Größenordnung von 1,3 bis 1,6 auf HQ100 festgelegt.¹¹ Nach den Vorschriften des § 73 Abs. 6 WHG sind die Risikobewertung und die Bestimmung der Risikogebiete bis zum 22. Dezember 2018 und danach alle sechs Jahre zu überprüfen und erforderlichenfalls zu aktualisieren. Dabei ist den voraussichtlichen Auswirkungen des Klimawandels auf das Hochwasserrisiko Rechnung zu tragen.

Eine weitergehende Absicherung des durch den Klimawandel bedingten Unsicherheitsbereichs im Hinblick auf zukünftige Niederschläge kann durch eine Orientierung am sogenannten größten wahrscheinlichen Hochwasser (probable maximum flood, PMF) erreicht werden. Das größte wahrscheinliche Hochwasser wird im Rahmen des technischen Hochwasserschutzes, z. B. bei Stauanlagen oder Talsperren, verwendet und basiert am Beispiel der Talsperre auf dem maximal möglichen Niederschlag im Einzugsgebiet. Ein größtmögliches berechnetes HQ liegt in vielen Bundesländern bei HQ 500, in den Niederlanden bei HQ 1.250. Das Methodenhandbuch zur regionalen Klimafolgenbewertung in der räumlichen Planung (BMVBS 2013a) empfiehlt für planerische Fragestellung möglichst eine Orientierung am PMF.

Für den Bereich der extremen Niederschläge hält der DWD im KOSTRA-Atlas (Starkniederschlagshöhen für Deutschland) beispielsweise Datensätze vor, die u. a. für die ausreichende Bemessung von

¹¹ s. u. a. www.hopla-main.de/index.php/faq und SCHUMANN 2012.

Entwässerungsanlagen von Bedeutung sind. Insbesondere die Ergebnisse des KLIWA-Verbundprojekts (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg et al. 2017) über die Veränderungen der Starkniederschläge waren in der Folge für den DWD auch Anlass, die KOSTRA-Werte als KOSTRA-DWD-2000 auf eine neue, den Klimawandel berücksichtigende Basis zu stellen.¹²

Zum **Schutzgut Boden** liegen häufig landesweit einheitliche Bodendaten vor, die teilweise um behördliche Bodenbewertungsdaten ergänzt sind. Anhand dieser Daten lassen sich die Gefährdungen des Bodens gegenüber Erosion oder den Abbau organischer Substanz entweder unmittelbar bestimmen oder anhand standardisierter Verfahren herleiten (s. auch LBEG 2009). Einen Überblick für die gesamte Fläche Deutschlands bieten die Daten der Vulnerabilitätsanalyse.

Während für den Bereich Wasser bereits konkrete Handlungsempfehlungen und Fachkonventionen für den Umgang in der Planung vorliegen, sind Prognosen zur Veränderung der Biodiversität, d. h. des Verbreitungsgebiets und der Vitalität **klimasensibler Tier- und Pflanzenarten** schwieriger. In diesem Bereich liegen erste Forschungsarbeiten zu generellen Trends vor. Die Übertragung derartiger Trends auf die lokale Situation einer bestimmten Tier- oder Pflanzengesellschaft ist allerdings nach wie vor mit hoher Prognoseunsicherheit verbunden (siehe unten).

Im Idealfall werden im Rahmen der Landschaftsplanung bereits Hinweise zur Entwicklung von Natur und Landschaft unter Einfluss des Klimawandels angeboten:

- ▶ Landschaftspläne, Landschaftsrahmenpläne mit einem Fachbeitrag Klimawandel, vorbildlich HANSESTADT LÜBECK (2008),
- ▶ Schutzgebietsverordnung mit Hinweisen zur Entwicklung der Schutzobjekte,
- ▶ Managementpläne von Natura 2000-Gebieten, ggf. mit einem Kapitel zur Entwicklung der Erhaltungsziele unter Klimawandel,
- ▶ Biotopverbundsysteme, insbesondere, wenn sie in Landesentwicklungsplänen, Regionalplänen oder Landschaftsrahmenplänen normativ verankert sind.

Falls entsprechende Datengrundlagen nicht vorhanden sind, gilt es, für die Tier- und Pflanzenarten des Untersuchungsraums vorhandene Studien heranzuziehen und deren Klimasensibilität einzuschätzen.

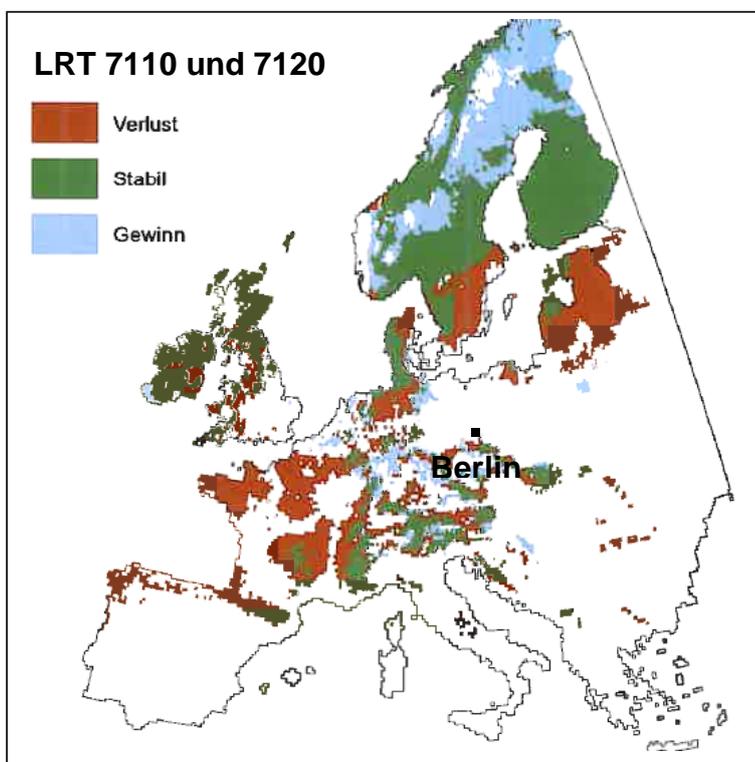
Im Rahmen eines vom Bundesamt für Naturschutz beauftragten FE-Vorhabens wurde die Anpassungskapazität von 50 naturschutzfachlich wichtigen Tierarten gegenüber dem Klimawandel in Deutschland untersucht und analysiert (KERTH et al. 2014). Die Ergebnisse zeigen, dass viele dieser Arten sensibel auf die direkten und indirekten Folgen des Klimawandels reagieren werden und daher auf artspezifische Schutzmaßnahmen angewiesen sind. Habitate, die eines besonderen Schutzes bedürfen, um die untersuchten Arten erhalten zu können, sind insbesondere Moore, Quellen, feuchtes Grünland und Fließgewässer. Zudem sind viele der Arten auf strukturreiche, alte Laubwälder mit einem hohen Anteil an Totholz angewiesen (ebd.: 503 ff.).

Falls eine dieser Hochrisiko-Tierarten im Untersuchungsgebiet vorkommt bzw. entsprechende Potenziale vorhanden sind, kann der spezifische Steckbrief aus KERTH et al. 2014 herangezogen werden, um zu beurteilen, ob eine Gefährdung dieser Art durch den Klimawandel vorliegt.

¹² Der DWD bietet auch an, projektspezifische Starkniederschlagsgutachten zu erstellen (s. <http://www.dwd.de/DE/leistungen/starkniederschlagsgutachten/starkniederschlagsgutachten.htm>)

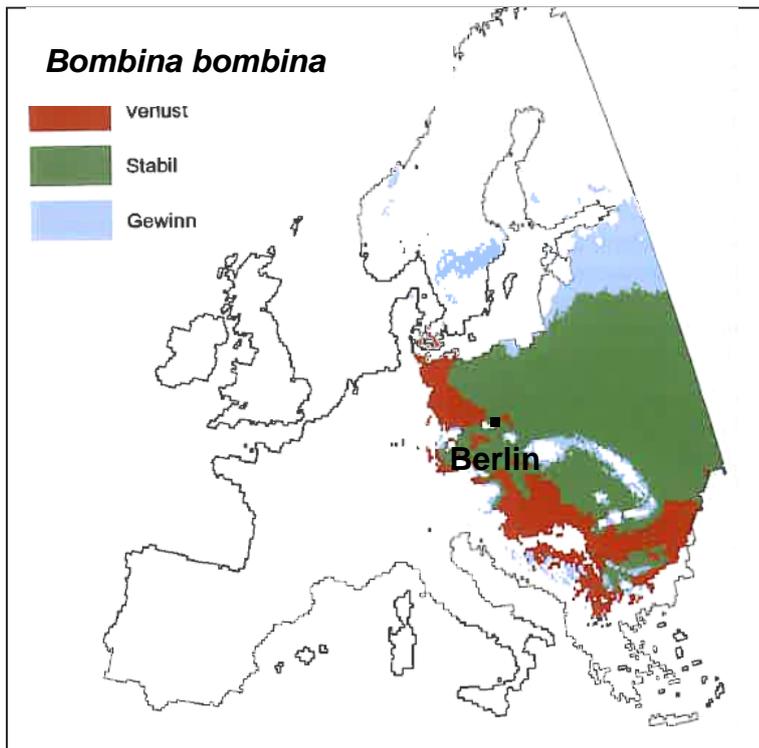
BEIERKUHNEIN et al. (2014) haben die Entwicklung von **FFH-Tierarten und Lebensraumtypen** unter dem Einfluss des Klimawandels abgeschätzt. Dabei stand das europäische Schutzgebietsnetz Natura 2000 im Fokus: Auf Basis der Verbreitungsdaten der nationalen FFH-Berichte der EU-Mitgliedstaaten wurden Verbreitungsmodelle für ausgewählte Tierarten sowie erstmals FFH-Lebensraumtypen erstellt. Dabei wurden jeweils neun Szenarien ausgearbeitet, die auf drei Zeitspannen und drei Emissionsszenarien basieren. Falls sich im Untersuchungsgebiet des Vorhabens Tierarten oder Lebensraumtypen nach der FFH-Richtlinie befinden, können die Karten der europaweiten Verbreitung verwendet werden. Diese verdeutlichen für das Szenario A2 des IPCC und die Zeitspanne 2051-80, in welchen Regionen ein Verlust, ein Gewinn oder eine Stabilität der Areale unter den Bedingungen des Klimawandels gegeben ist (s. Abbildung 8, Abbildung 9). Diese Information kann in die Beschreibung des zukünftigen Umweltzustands der Arten oder Lebensraumtypen eingebunden werden.

Abbildung 8: Potenzielle zukünftige Veränderung der Verbreitung naturnaher lebender Hochmoore (LRT 7110) und geschädigter Hochmoore (LRT 7120) in Europa



Quelle: BEIERKUHNEIN et al. 2014: 318

Abbildung 9: Potenzielle zukünftige Veränderung der Verbreitung der Rotbauchunke (*Bombina bombina*) in Europa



Quelle: BEIERKUHNLEIN et al. 2014: 170

Von besonderer Bedeutung für die **Entwicklung von Pflanzenarten** unter Einfluss des Klimawandels ist das FE-Vorhaben „Modellierung der Auswirkungen des Klimawandels auf die Flora und Vegetation in Deutschland“ (POMPE et al. 2011). In diesem wurden bioklimatische Modelle entwickelt, welche die Verbreitung von Pflanzenarten mit ihren Leistungsgrenzen auf Grundlage der klimatischen Verhältnisse (und auch weiterer Umweltfaktoren) in Beziehung setzen (ebd.: 9).¹³

Für 845 Arten wurden die potenziellen Verbreitungsareale in Deutschland modelliert (ebd.: 151ff.).¹⁴ Für die drei integrierten Klima- und Landnutzungsszenarien wurden deutschlandweit die mittleren prozentualen Arealverluste anhand von vier Risikokategorien (R) angegeben (R1: unter 25 % Arealverlust, R2: 25 bis unter 50 %, R3: 50 bis unter 75 %, R4: 75 % und mehr) (ebd., 147). Eine kartographische Darstellung fehlt (ebd.: 100). Für die UVP bedeutet dies, dass bei der Beschreibung des zukünftigen Umweltzustands Pflanzenarten im Untersuchungsraum eine hohe Empfindlichkeit zugesprochen bekommen, deren Areale in einer hohen Risikokategorie für Verlust durch den Klimawandel eingeordnet worden sind.

¹³ Um mögliche Einflüsse auf die Zielgemeinschaft in Deutschland untersuchen zu können, wurden Klimabedingungen der Gegenwart in Europa mit den Klimabedingungen in Deutschland verglichen, die sich aus drei unterschiedlichen Klimaprojektionen bis 2080 ergeben (vereinfacht dargestellt als Temperaturanstieg von +2,4°C, +3,3°C, +4,5°C im Vergleich zur Klimareferenzperiode 1961-90 in Deutschland) (POMPE et al. 2011: 22).

¹⁴ Es handelt sich um die drei Szenarien SEDG (+2,2°C), BAMBU (+2,9°C), GRAS (+3,8°C). abgeleitet aus dem Vergleich der potentiell klimatisch passenden Gebiete 1961-90 versus 2051-80 (ebd.: 147).

Auch wenn in den angeführten Studien die bioklimatischen Wirkmodelle für Tiere, Pflanzen und Lebensräume auf unterschiedlichen Zeitspannen, Emissionsszenarien und regionalen Klimamodellen beruhen, stellen sie gegenwärtig den Stand der Forschung dar. Daher wird empfohlen, ihre Ergebnisse in der UVP zu verwenden. Eigene Modellierungen können dem Vorhabenträger nicht aufgetragen werden.

Die Daten der Wirkmodelle können im Rahmen des UVP-Berichts umso besser verwendet werden, je stärker sie räumlich differenzieren. So wurden im Rahmen der Vulnerabilitätsanalyse Deutschland viele Klimawirkungen auf Landkreisebene dargestellt. Falls deren Bedeutung auf einer dreistufigen Skala als hoch eingestuft wurde, sollten sie in einem UVP-Bericht ein besonderes Gewicht einnehmen.¹⁵ Für das Szenario der nahen Zukunft wurden folgende Klimafolgen „hoch“ eingestuft: der Bodenwassergehalt, die Ausbreitung invasiver Arten, Flusshochwässer und Sturzfluten, die Auswirkung auf Kanalnetz und Kläranlagen sowie die Hitzebelastung für die menschliche Gesundheit (ADELPHI et al. 2015).

Zusammenfassende Empfehlungen und Thesen

- ▶ Die Beschreibung der Umwelt hat den aktuellen und den zukünftig zu erwartenden Umweltzustand zu berücksichtigen, soweit dieser mit zumutbarem Aufwand auf der Grundlage der verfügbaren Umweltinformationen und wissenschaftlichen Erkenntnisse ermittelt werden kann.
- ▶ Bei der Beschreibung des aktuellen Umweltzustands sind potenziell durch das Vorhaben betroffene THG-Senken nach möglichst einheitlichen Methoden zu erfassen.
- ▶ Die im Rahmen von regionalen Klimaprojektionen dargestellte zukünftige Veränderung des Klimas ist für die Region, in der der Untersuchungsraum liegt, darzustellen. Eine deutschlandweit einheitliche Datenbasis liefert u. a. der Regionale Klimaatlas Deutschlands. Soweit verfügbar sollten regionale Informationen zu bestimmten Klimasignalen (z. B. Niederschlagsmengen) herangezogen werden. Die Ergebnisse sollen ergänzende Hintergrundinformationen liefern, um die Betroffenheit von Schutzgütern durch den Klimawandel abzuschätzen.
- ▶ Schutzgüter mit einer besonderen Empfindlichkeit und einer besonderen Anpassungsfunktion in Bezug auf den Klimawandel sind auch unter Berücksichtigung der Einflüsse des Klimawandels darzustellen (Klimafolgenabschätzung). Dabei ist auch die Anpassungsfähigkeit der Schutzgüter zu berücksichtigen.
- ▶ Neben der Entwicklung des Klimas sind hinreichend konkret prognostizierbare natürliche (Sukzessions-)Prozesse und absehbare anthropogene Landnutzungsänderungen bei der Prognose des zukünftigen Umweltzustands einzubeziehen.
- ▶ Bei der Prognose der Einflüsse des Klimawandels auf die Schutzgüter ist der aktuelle wissenschaftliche Kenntnisstand zu berücksichtigen. Es sind primär solche Klimawandel-Einflüsse zu berücksichtigen, die aus bereits beobachtbaren Trends ableitbar sind.
- ▶ Der Prognosehorizont für Aussagen zum zukünftigen Zustand der Umwelt kann auf die Lebensdauer des Vorhabens sowie absehbare Zeiträume beschränkt werden.

¹⁵ Die jeweilige Bedeutung für Deutschland wurde von den Netzwerkpartnern auf einer Skala von „niedrig“ über „mittel“ bis „hoch“ bewertet. Dabei wurden die soziale, die ökonomische, die ökologische und kulturelle sowie die flächenmäßige Bedeutung der Klimawirkungen in die Gesamtbewertung einbezogen (ADELPHI et al. 2015: 59).

4.3.2.3 Auswirkungen (Nr. 4, 5 und 8 des Anhangs IV der UVP-ÄndRL)

Bei der Ermittlung der Umweltauswirkungen werden nach gängiger Praxis die Wirkfaktoren des Vorhabens mit den Schutzgütern oder Schutzgutkomponenten verknüpft, die potenziellen Wirkungspfade identifiziert und auf dieser Grundlage die Veränderungen der jeweiligen Komponenten prognostiziert. Die Veränderungen durch das geplante Vorhaben (Planfall) lassen sich dabei auch als Differenz des Vergleichs eines Referenzzustands (derzeitiger Ist-Zustand oder zukünftig zu erwartender Zustand ohne das Vorhaben) mit dem Planfall-Zustand (Zustand mit Vorhaben) darstellen. Ob als Referenzzustand, auf den sich die Auswirkungsprognose bezieht, der aktuelle oder der zukünftige Umweltzustand gesetzt wird, ist davon abhängig, ob sich relevante Entwicklungen gegenüber dem aktuellen Umweltzustand mit zumutbarem Aufwand auf der Grundlage der verfügbaren Umweltinformationen und wissenschaftlicher Erkenntnissen ermitteln lassen (s. Kap. 4.3.2.2 und Kap. 3.2 ff.).

Diese Auswirkungsprognose wird zunächst auf der Sachebene durchgeführt, und es wird noch keine Bewertung vorgenommen, ob es sich um erhebliche Auswirkungen handeln könnte (AG UMWELTQUALITÄTSMANAGEMENT DER UVP-GESELLSCHAFT 2004: 48).

Aus der Sicht des Klimawandels erfährt die Methodik der Auswirkungsprognose dadurch eine Veränderung bzw. Erweiterung, dass auch die klimaanpassungsrelevanten Auswirkungen des Vorhabens zu beschreiben sind (Anhang VI Nr. 4 UVP-ÄndRL). Dies umfasst Auswirkungen auf Bereiche mit besonderer Klimasensibilität oder Anpassungsfunktionen sowie Risiken für die menschliche Gesundheit und die Umwelt. Unter dem Einfluss des Klimawandels stattfindende Veränderungen des Umweltzustands müssen stärker als bisher in den Fokus rücken, um den geeigneten Referenzzustand für die Auswirkungsprognose zu bestimmen. Falls für bestimmte Schutzgüter ein eindeutiger Trend oder eine besondere Klimasensibilität vorliegt, sollte deren mögliche Entwicklung in der Zukunft (Klimasensibilität, Anpassungsfunktionen, Senkenfunktion, s. dazu Kap. 4.3.2.2) bei der Wirkungsprognose ergänzend mit in die Auswirkungsprognose einbezogen werden. Diese Informationen können auch für die Bewertung und Entwicklung von Maßnahmen hilfreich sein.

Auswirkungen auf Schutzgüter mit besonderer Klimasensibilität und Betroffenheit:

Aus der Beschreibung des Umweltzustands der Schutzgüter ist zu entnehmen, ob ein Schutzgut klimasensibel reagiert und im Untersuchungsraum entsprechend veränderten Klimasignalen ausgesetzt ist (s. Kap. 4.3.2.2). Unter diesen Voraussetzungen liegt eine besondere Betroffenheit gegenüber dem Klimawandel vor.

Bei den besonders klimasensiblen Schutzgütern, die bereits heute im Untersuchungsraum vom Klimawandel betroffen sind, kann es in der Regel bei der bestehenden Methodik der Wirkungsabschätzung bleiben. Die Prognose der Auswirkungen sollte sich wie bisher im Grundsatz auf durch Daten belegte Umweltzustände der Schutzgüter stützen. Dabei sind grundsätzlich solche Veränderungen und Entwicklungen infolge des Klimawandels einzubeziehen, die anhand empirischer Daten bereits heute erkennbar sind oder aufgrund eindeutiger Trends bereits konkret absehbar sind (s. Kap. 3.2 ff. sowie 4.3.2.2). Darüber hinaus ist zu prüfen, ob auf der Grundlage ausgewählter Klimaszenarien und der Kenntnis der Klimasensibilität bestimmter Schutzgüter für die Zukunft eine erhöhte Empfindlichkeit dieser Schutzgüter gegenüber bestimmten Wirkungen des Vorhabens anzunehmen ist.

Ein Beispiel hierfür sind etwa Grundwasserentnahmen aus Grundwasserkörpern, die grundwasserabhängige Landökosysteme speisen. Zukünftig ist in einigen Regionen Deutschlands infolge zunehmender Sommertrockenheit mit absinkenden Grundwasserständen zu rechnen. Dies ist bei der Prognose zu den möglichen Auswirkungen auf die grundwasserabhängigen Landökosysteme zu berücksichtigen. Der Prognosehorizont erstreckt sich in diesem Fall z. B. über einen Zeitraum von 30 Jahren,

da eine entsprechende wasserrechtliche Erlaubnis oder Bewilligung üblicherweise auf einen solchen Zeitraum beschränkt wird. Eine mögliche Vermeidungsmaßnahme kann darin bestehen, die Grundwasserförderung in extremen Trockenperioden im Sommer zu begrenzen.

Ein weiteres Beispiel ist die Bebauung einer Fläche, die Habitat für bestimmte klimasensible Schmetterlingsarten ist. Hier ist aufgrund einer konkret begründbaren erhöhten Klimasensibilität von einer grundsätzlich höheren Gefährdung der Art gegenüber weiteren Verschlechterungen der Lebensbedingungen durch eine Habitatverkleinerung auszugehen, da bereits der Klimawandel einen zunehmend bedeutenden Stressfaktor darstellt. Dies ist in der Prognose über die Wirkung der Habitatflächenverkleinerung zu berücksichtigen. Im Ergebnis ist dann ggf. bei der Planung von populationsstützenden Maßnahmen ein zusätzlicher Sicherheitspuffer einzuplanen.

Auswirkungen auf Bereiche mit Anpassungsfunktion:

Des Weiteren gilt es, die Auswirkungen des Vorhabens auf Strukturen oder Funktionen zu ermitteln, die bereits heute für die Klimaanpassung bedeutsam sind und ggf. gezielt angelegt wurden. So vermindern Retentionsräume in Flussaue die Gefahr von Überflutungen. Die Ausweisung eines Wohn- oder Gewerbegebiets könnte beispielsweise dazu führen, dass ein Flussdeich nicht mehr rückverlegt werden kann oder ein Hochwasserrückhaltebecken nicht mehr errichtet werden kann. Eine ähnliche Bedeutung kommt Grünzügen innerhalb von Städten zu, die für das Lokal- oder Regionalklima bedeutsam sein können. Ein weiteres Beispiel wäre die Zerschneidung eines Lebensraumkorridors durch eine Straße, wenn dieser Lebensraumkorridor eine besondere Bedeutung für klimasensible Arten aufweist. Unter Berücksichtigung des Klimawandels ist die Betroffenheit der klimasensiblen Arten als höher einzuschätzen als ohne den Klimawandel. Das Erfordernis einer Maßnahme zur Verringerung der Zerschneidungswirkung kann somit erhöht sein. Weiterhin können laufende oder bereits durchgeführte landschaftspflegerische Maßnahmen wie beispielsweise Moorrenaturierungen die Stärkung und Entwicklung wichtiger Anpassungsfunktionen zum Gegenstand haben. Dementsprechend sind negative Auswirkungen auf solche Flächen in der Auswirkungsprognose einschließlich des angestrebten Entwicklungsziels zu betrachten.

Risiken für die menschliche Gesundheit und Umwelt:

Einen Sonderfall der Auswirkungen auf die Umwelt sind solche, die sich aus Unfall- bzw. Katastrophenrisiken ergeben können. Entsprechende Unfälle oder Katastrophen können u. a. aufgrund der Anfälligkeit des Projekts gegenüber dem Klimawandel für die menschliche Gesundheit, das kulturelle Erbe oder die Umwelt eintreten (Anhang IV Nr. 5 d) und f) UVP-ÄndRL). Soweit derartige Risiken nicht durch Vorsorge- und Notfallmaßnahmen ausgeschlossen werden können (s. Kap. 4.3.2.1), sind diese bezüglich ihres Schadenpotenzials im UVP-Bericht anzugeben.

Zusammenfassende Empfehlungen und Thesen

- ▶ Bei der Auswirkungsprognose sind Auswirkungen auf Bereiche mit besonderer Klimasensibilität oder Anpassungsfunktionen sowie klimawandelbedingte Risiken für die menschliche Gesundheit und die Umwelt zu berücksichtigen.
- ▶ Unter dem Einfluss des Klimawandels stattfindende Veränderungen des Umweltzustands müssen stärker als bisher die Grundlage für die Auswirkungsprognose bilden, um zu validen Ergebnissen auch für die Zukunft zu kommen.
- ▶ Anforderungen, die an die Aussagesicherheit der Prognoseaussagen gestellt werden, ergeben sich aus dem relevanten Bewertungsmaßstab.

4.3.2.4 Maßnahmen zu Vermeidung, Verminderung, Kompensation (Nr. 7 des Anhangs IV der UVP-ÄndRL)

In Anhang IV Nr. 7 UVP-ÄndRL wird gefordert, dass im UVP-Bericht auch die geplanten Maßnahmen beschrieben werden sollen, mit denen festgestellte erhebliche nachteilige Auswirkungen auf die Umwelt vermieden, verhindert, verringert und soweit möglich ausgeglichen werden sollen. Diese Anforderung findet sich im UVPG in § 16 Abs. 1 Nr. 3 und 4.

Aus der Perspektive der Klimaanpassung sind auch bei diesen Maßnahmen die unter dem Einfluss des Klimawandels stattfindenden Veränderungen des Umweltzustands stärker in den Fokus zu nehmen. Die geplanten Maßnahmen müssen auch für die Zukunft die vorgesehene Funktion gewährleisten, wie im Leitfaden des Eisenbahn-Bundesamts gefordert (EBA 2014: 48).

Anpassungsmaßnahmen:

Im Hinblick auf den Klimawandel kommt spezifischen Anpassungsmaßnahmen eine besondere Bedeutung zu, um die Widerstandsfähigkeit eines Schutzguts zu stärken. Anpassungsmaßnahmen können sich sowohl auf den Erhalt vorhandener Schutzgüter im Wirkungsbereich eines Vorhabens beziehen als auch auf die Unterstützung geplanter Ausgleichs- oder Ersatzmaßnahmen an einem anderen Standort. Anpassungsmaßnahmen können auch dazu dienen, Risiken für Störfälle, Unfälle oder Katastrophen, die das Vorhaben und in der Folge auch die Umwelt schädigen können, zu verhindern. Beispiele für solche Anpassungsmaßnahmen sind die größere Dimensionierung eines Regenrückhaltebeckens oder eines Hochwasserschutzdeiches, die Verstärkung einer Mastkonstruktion zur Vermeidung von Schäden durch Starkwindereignissen, die Freihaltung eines höheren Anteils an Grünflächen in einem geplanten Wohngebiet oder die Verbesserung der Wasserversorgung für ein geplantes Feuchtbiotop. Diese Beispiele verdeutlichen, dass derartige Anpassungsmaßnahmen sowohl technischer als auch naturschutzfachlicher Natur sein können. Sie sind auch nicht notwendigerweise mit einem UVP-pflichtigen Vorhaben verbunden. Sind sie mit einem Vorhaben verknüpft, dienen sie entweder zur Vermeidung oder Verminderung von Auswirkungen oder zur Kompensation von Auswirkungen. Insofern ist es nicht erforderlich, eine neue Maßnahmenkategorie in die UVP einzuführen, sondern die vorhandenen Maßnahmentypen gezielt auf Aspekte der Anpassung hin auszurichten.

Vermeidungs- Verminderungs- oder Kompensationsmaßnahmen zum Klimaschutz:

Ein zentraler Stellenwert kommt seit jeher dem Vermeidungsgebot zu, um erheblich nachteilige Umweltauswirkungen gar nicht erst entstehen zu lassen. Mit der Anforderung, in der UVP künftig auch Treibhausgasemission und Auswirkungen auf THG-Senken darzustellen und zu bewerten, sollte insbesondere verbunden sein, THG-vermeidende Maßnahmen zu prüfen und vorzusehen.

So ist während der Bauphase der Einsatz von Baumaschinen oder Bauverfahren mit besonders geringem CO₂-Ausstoß als Verminderungsmaßnahme sinnvoll. Bei Straßenplanungen ist eine Trassenführung mit möglichst geringen betriebsbedingten CO₂-Emissionen sinnvoll. Im Rahmen eines Alternativenvergleichs unterschiedlicher Trassenführungen können hierzu die THG-Emissionen vergleichend gegenübergestellt werden. In Bezug auf THG-Senken sollte darauf geachtet werden, Ökosysteme und Böden mit hoher Bedeutung als THG-Senke möglichst weitgehend zu schonen

Lassen sich THG-Emissionen nicht weiter vermeiden oder vermindern, stellt sich die Frage, ob für die Beeinträchtigung des Schutzguts Klima nicht auch eine Kompensation sinnvoll sein kann. Eine solche Kompensation kann darin bestehen, dass Flächen mit hoher Funktion als THG-Senke (Waldflächen, vernässte Böden, Grünlandflächen) gefördert oder neu angelegt werden. Über das Bundeswaldgesetz lassen sich ggf. Maßnahmen zur Erhöhung der Kohlenstoffbindung von Wäldern gezielt

umsetzen. Die Funktion von Böden und Vegetationsflächen als THG-Senke ließe sich grundsätzlich auch unter den Begriff der Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts gemäß § 1 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG subsumieren. Insofern wäre es unter Umständen möglich, auch die naturschutzrechtliche Eingriffsregelung hierbei zu nutzen. Hierzu liegen allerdings bisher keine verbindlichen Standards vor und müssten von Seiten der zuständigen Naturschutzinstitutionen erst entwickelt werden.

Technische Vermeidungsmaßnahmen zum Schutz vor Unfällen oder Katastrophen:

Besonderes Augenmerk ist zukünftig auf technische Vermeidungsmaßnahmen zu legen, die verhindern, dass angesichts der Anfälligkeit des Projekts gegenüber dem Klimawandel Risiken für die menschliche Gesundheit, das kulturelle Erbe oder die Umwelt durch Unfälle oder Katastrophen eintreten. Solche Maßnahmen sind beispielhaft bereits oben unter dem Aspekt „Anpassungsmaßnahmen“ genannt.

Klassische Risikobereiche, für die bereits technische Standards existieren und angewendet werden, sind die Standsicherheit von Gebäuden, der Schutz von Bauwerken gegenüber Hochwasser sowie der Bereich der Störfallvorsorge nach der Seveso II und Seveso III-Richtlinie bzw. der deutschen Störfallverordnung (12. BImSchV). Die Störfallverordnung erstreckt sich auf bestimmte Betriebsbereiche von technischen Anlagen, in denen bestimmte gefährliche Stoffe vorhanden sind und die gegen betriebliche Gefahrenquellen, umgebungsbedingte Gefahrenquellen wie Erdbeben oder Hochwasser und Eingriffe Unbefugter zu schützen sind. Bisher weniger gut standardisiert und durch Maßnahmen nach dem Stand der Technik abgesichert sind Risiken infolge von Starkniederschlägen und Hitze.

Durch die Kommission für Anlagensicherheit wurden sicherheitstechnische Regeln für Anlagensicherheit (TRAS) veröffentlicht, die die möglichen Folgen des Klimawandels für bestimmte Betriebsbereiche berücksichtigen und zur Anwendung bei sonstigen immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftigen Anlagen empfohlen werden. Die TRAS 310 deckt als Gefahrenquellen Niederschläge, Hochwasser und sonstige Überflutungen ab (BMJ 2012). Die TRAS 320 bezieht sich darüber hinaus für Ammoniak-Kälteanlagen auf die Gefahrenquellen Gewitter, Föhn, Tiefdruckstürme und daraus folgende Böen sowie Tornados bis Klasse F1; Winderregte Schwingungen, Windbedingte Projektilen, Luftdruckänderungen, Schneelasten und Eislasten (BMJV 2014).

Beide TRAS haben die möglichen Folgen des Klimawandels für Betriebsbereiche / Anlagen und die genannten Gefahrenquellen grundsätzlich berücksichtigt. Nach der Störfallverordnung ist grundsätzlich auf dieser Basis eine Einzelfallprüfung in Bezug auf den einzelnen Betriebsbereich und seinen Standort im Rahmen der Erarbeitung oder Fortschreibung des Sicherheitsberichts (für Betriebsbereiche mit erweiterten Pflichten) erforderlich.

Auch in anderen technischen Bereichen wie etwa dem Bau von Staudämmen, Deichen oder Verkehrsinfrastruktur existieren unterschiedlichste technische Regelwerke für die Auslegung der Bauwerke im Hinblick auf statische Stabilität und Entwässerung. Richtlinien liegen auch für die Sicherstellung der Verkehrssicherheit z. B. in Bezug auf die Standfestigkeit von Straßenbäumen vor. Bei der Anwendung dieser Regelwerke ist im Einzelnen darauf zu achten, ob sie klimawandelbedingte Extremereignisse ausreichend mit abbilden. Dies ist u. U. auch die Aufgabe eines einzelfallbezogenen technischen Climate Proofing. Die Ergebnisse eines solchen Climate Proofing und die dort definierten Schutzmaßnahmen können dann im Rahmen der Beschreibung des Vorhabens berücksichtigt werden.

Im Bereich Hochwasser und Starkregen gibt es noch Lücken bei der Verfügbarkeit entsprechender Daten für die Beschreibung und Darstellung der Abflusswege „wildes“ Wassers im besiedelten Raum, z. B. infolge von Starkregenereignissen. Ähnliches gilt für die Abschätzung möglicher Dachlasten durch hohe und schwere Schneee Auflagen. Auch für die Gefährdung durch Hangrutschungen gibt es derzeit zwar Gefahrenkarten, die einerseits ingenieurgeologische Daten, andererseits durch

einfache räumliche Überlagerung Daten zu Starkniederschlagwahrscheinlichkeiten einbeziehen. Auch für diese Karten besteht aber die Notwendigkeit zu prüfen, inwieweit zusätzliche Risiken durch den Klimawandel mit einbezogen werden müssen.

Naturschutzfachliche Ausgleichs- oder Ersatzmaßnahmen:

Gegenüber den technischen Minderungsmaßnahmen beziehen sich Ausgleichs- oder Ersatzmaßnahmen in der Regel auf Natur und Landschaft. Sie umfassen im weitesten Sinne alle umweltbezogenen Maßnahmen zur Kompensation der nachteiligen Auswirkungen des Vorhabens auf die Umweltschutzgüter. Im Rahmen der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung sind gemäß § 15 BNatSchG Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen vorgeschrieben, mit denen nicht vermeidbare erhebliche Auswirkungen bzw. Beeinträchtigungen des Naturhaushalts oder des Landschaftsbilds möglichst gleichartig und gleichwertig kompensiert werden. Derartige Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen können z. B. aus der Neuanlage von Biotopflächen, der Aufwertung von Biotopflächen, der Nutzungsexensionierung auf landwirtschaftlichen Nutzflächen oder der Renaturierung von Gewässern bestehen.

Sind die Erhaltungsziele eines Natura-2000-Gebiets erheblich beeinträchtigt und liegen die entsprechenden Voraussetzungen vor, können nach § 34 Abs. 5 BNatSchG Maßnahmen zur Sicherung des Zusammenhangs des Netzes „Natura 2000“ (Kohärenzsicherungsmaßnahmen) geplant werden. Im Rahmen des besonderen Artenschutzes sind nach § 45 BNatSchG „Maßnahmen zur Sicherung der ökologischen Funktion einer Fortpflanzungs- und Ruhestätte im räumlichen Zusammenhang“ (= CEF-Maßnahme) möglich, die in der Regel bereits vor dem Bau eines Vorhabens realisiert werden, um die Habitatfunktionen für die vom Vorhaben betroffenen Individuen einer Art kontinuierlich aufrecht zu erhalten. Davon sind die artenschutzrechtlichen Ausgleichsmaßnahmen (FCS-Maßnahmen) zu unterscheiden, die im Rahmen eines artenschutzrechtlichen Ausnahmeverfahrens definiert werden und der langfristigen Sicherung des Erhaltungszustands der Population der betroffenen Arten dienen.

In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, welche Bedeutung Schutzgütern bei der Kompensation zukommen soll, die stark klimasensibel sind. Ist etwa die Verbreitung bestimmter Tierpopulationen im Untersuchungsraum infolge des Klimawandels gefährdet, könnte angenommen werden, dass für diese Arten statt funktionaler Ausgleichsmaßnahmen generell gleichwertige Ersatzmaßnahmen geplant werden oder dass im Extremfall auf Maßnahmen verzichtet wird. Diesbezüglich führt POTT-HAST (2013: 312) aus, dass ein Handeln unter dem Vorsorgeprinzip und unter der Berücksichtigung von Ungewissheit eine allzu schnelle Aufgabe von Schutzobjekten mit Sicherheit ausschließt. Die Antwort, welche Bedeutung hoch klimasensible Arten in der Kompensation zukommen soll, kann allerdings nur im Rahmen einer naturschutzinternen Diskussion entschieden werden (s. Kap. 4.5). Dazu gehört auch die Frage, ob Sicherheitszuschläge für den Umfang der Maßnahmen verwendet werden sollen, um die Überlebensbedingungen bzw. die Anpassungsfähigkeit bestimmter Arten zu verbessern. Solange keine entsprechend angepassten Maßstäbe und Regelungen aus dem Bereich des Naturschutzes vorliegen, muss im Rahmen der UVP weiterhin primär die aktuelle Ausprägung des Naturhaushalts und des Landschaftsbilds für die Ableitung von Art und Umfang der Kompensation zugrunde gelegt werden.

Bei der Konzeption und Planung von naturschutzfachlichen Kompensationsmaßnahmen ist allerdings darauf zu achten, dass die Maßnahmen auch unter veränderten klimatischen Verhältnissen langfristig ihre beabsichtigte Wirkung entfalten können. Dabei sind sowohl die zukünftigen Trends der klimatischen Entwicklung als auch die Prognose der zukünftigen Entwicklungen der Landnutzung und der Populationen der betroffenen Arten (s. Kap. 4.3.2.2) zugrunde zu legen. Aufgrund der bereits vielfach beschriebenen Unsicherheiten ist es hierbei insbesondere sinnvoll, auf die Funktionserfüllung der Kompensationsmaßnahmen unter Einfluss des Klimawandels zu achten. Diese Vor-

gehensweise entspricht auch den Empfehlungen des Leitfadens des Eisenbahn-Bundesamts (EBA 2014: 48).

Unter dem Stichwort der „Robustheit“ hat RECK (2013) differenzierte Hinweise für die naturschutzrechtliche Eingriffsregelung erarbeitet (s. Tabelle 8). Die Berücksichtigung dieser Hinweise soll sicherstellen, dass Vermeidungs-, Minderungs- und Kompensationsmaßnahmen auch unter dem Einfluss des Klimawandels wirksam sind. Ein ergänzendes Mittel, um die Wirksamkeit auch bei unsicherer zukünftiger Entwicklung der klimatischen Verhältnisse und der Populationsdynamik sicherzustellen und ggf. durch ergänzende Maßnahmen nachzujustieren, kann ein Risikomanagementprogramm sein (s. Kap. 4.6.2).

Tabelle 8: Merkmale erfolgreicher und robuster Kompensationsmaßnahmen

1	Bereitstellung zuvor technisch oder land- und forstwirtschaftlich stark überprägter Flächen
2	Dauerhafte Herausnahme aus industrieller Nutzung bzw. dauerhafte Flächensicherung und Konzentration auf absicherbar nachhaltige Anlagen (woraus besondere Auflagen an Produktionsintegrierte Maßnahmen (PIK) entstehen)
3	Bereitstellung von Entwicklungsflächen im Lebensraumverbund bzw. Einbindung in Lebensraumkorridore und Mosaiksukzession (-> Stabilität trotz Dynamik)
4	Nutzung dynamischer Prozesse bzw. Förderung natürlicher Dynamik (Störungsereignisse, autogene Heterogenität)
5	Sicherung von Pufferflächen und Gradienten
6	Pflegeunabhängigkeit oder (s.o.) Integration in extensive Nutzungskonzepte mit potenziell langfristiger Nutzungsperspektive
7	Modifikation der Ansprüche an den Beginn der Wirksamkeit (Langfristmaßnahmen)
8	Integrative Kompensation (-> Nutzung vielfältiger Systeme)

Quelle: RECK 2013: 447

Um diese Kriterien umzusetzen, stellt das Instrument der Bevorratung von Kompensationsmaßnahmen in Flächenpools nach § 16 BNatSchG einen geeigneten Ansatz bereit. In einem aktuellen FE-Vorhaben (KUNZE ET AL. 2014) wurden Empfehlungen und Anforderungen für ein an den zukünftigen Anforderungen des Klimawandels orientiertes Management am Beispiel von Kompensationsflächen in einem Modellgebiet erarbeitet. Im Verbundvorhaben KLIMAFIT wurde die Ausweisung von „Vorranggebieten zur Waldmehrung“ erprobt, um auf regionaler und Landesebene Klimawandelaspekte der Wald- und Forstwirtschaft besser zu berücksichtigen (BUNDESREGIERUNG 2015: 90).

Im Hinblick auf die Anpassung an den Klimawandel könnten Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen auch dazu beitragen, klimawandelbedingte Risiken für Extremereignisse bzw. Naturkatastrophen wie Staubstürme, Hangrutschungen, Dürreperioden, Bodenerosion usw. abzumildern oder gar zu verhindern (DOYLE et al. 2014). Daher kann es auch sinnvoll sein, im Zuge von naturschutzfachlichen Kompensationsmaßnahmen solche Maßnahmen zu wählen, die einen entsprechenden Anpassungseffekt haben. Eine Zusammenstellung derartiger Maßnahmentypen enthält die nachfolgende Tabelle 9.

Tabelle 9: Beispiele für naturschutzfachliche Maßnahmen zur Abschwächung von klimabedingten Risiken

Risiken durch den Klimawandel	Naturschutzmaßnahmen als abschwächende Maßnahmen
-------------------------------	--

Risiken durch den Klimawandel	Naturschutzmaßnahmen als abschwächende Maßnahmen
Hochwasser im Binnenland nach Starkregenereignissen	Renaturierung von Auen, Vergrößerung/Wiederherstellung von Überflutungsräumen, Erhaltung von Wäldern in Flusseinzugsgebieten, standortgerechte Baumartenwahl (z. B. Eichen statt Kiefern)
Hochwasser an den Meeresküsten	Schutz natürlicher Küstenökosysteme, Vergrößerung/ Wiederherstellung von Überflutungsräumen, Deichrückverlegung
Bodenerosion nach Starkregenereignissen	Boden schonende Landwirtschaft, Pflanzung von Gehölzstreifen, ökologische Vorrangflächen
Trockenzeiten, Dürren	Renaturierung von Mooren und Auwäldern bzw. zur Stabilisierung des Landschaftswasserhaushalts, Bodenschutz durch Wald zur Erhaltung des hydrologischen Regulationspotenzials
Sturm, Windwurf von Bäumen	hoher Laubholzanteil, Umbau der Altersstruktur, standortgerechte biologische Vielfalt, Wildregulation bei Wildverbiss von Bäumen
Auftauen von Permafrostboden im Alpenraum, Lawinen, Stein-schlag	Schutzwald
Anstieg des Meeresspiegels, Überflutung der Küsten	Schutz natürlicher Küstenökosysteme, Rückverlegung menschlicher Nutzflächen
Staubstürme (Bodenerosion, Unfallgefahr), Humusverluste durch Bodenerosion und beschleunigten Humusabbau	Boden schonende Landwirtschaft, Kulturartenwechsel, Zwischenfruchtbestände, Pflanzung von Gehölzstreifen, Verringerung der Schlaggrößen
Ausbreitung von Krankheitserregern und Schädlingen	Diversität der Kulturpflanzen, ökologische Vorrangflächen (Schutz der natürlichen Schädlingsbekämpfung)
Gefährdung der menschlichen Ernährung, fehlende Anpassungsfähigkeit von Kulturpflanzen an klimatische Veränderungen durch Aussterben ursprünglicher Sorten	Erhaltung der genetischen Vielfalt von wildlebenden Arten, Kulturpflanzen und Nutztieren, Schutz von Bestäubern
Hangrutschungen	Schutzwald, Schutzpflanzungen, Verhinderung weiterer Bodenversiegelungen
Beschleunigung des Abflusses, Überflutungen im Unterlauf	Renaturierung von Auen, naturnahe Auennutzung durch Grünland, Erhaltung von Wäldern in Flusseinzugsgebieten, Vergrößerung/ Wiederherstellung von Überflutungsräumen, Deichrückverlegung

Quelle: DOYLE et al. 2014: 523

Angesichts des Umstands, dass der Klimawandel auch großen Einfluss auf die abiotischen Schutzgüter Wasser und Boden hat, ist zu überlegen, ob verstärkt auch wasserbauliche Maßnahmen nach Wasserhaushaltsgesetz oder forstwirtschaftliche Maßnahmen nach Bundeswaldgesetz eingesetzt werden sollten, um möglichen klimatischen Effekten zu begegnen und die Anpassungsfähigkeit des

Naturhaushalts zu erhöhen. Ein Beispiel ist die Sicherstellung eines ausreichenden Wasserstands von Feuchtbiotopen auch während Trockenperioden.

Maßnahmenkataloge und Datenbanken:

Um die erforderlichen Vermeidungs-, Ausgleichs- oder Ersatzmaßnahmen nach Bundesnaturschutz-, Wasserhaushalts- oder Bundeswaldgesetz zu planen, sind häufig spezifische Kenntnisse notwendig, um langfristige Einflüsse des Klimawandels einzubeziehen. Diesbezüglich steht eine Reihe von Maßnahmenkatalogen und Datenbanken zur Verfügung, die für bestimmte Vorhabentypen und Schutzgüter konkrete Anpassungsmaßnahmen wie auch Projektbeispiele anbieten (s. Tabelle 10) Falls im Rahmen der Vorhabenplanung bestimmte Maßnahmen erforderlich werden, können derartige Informationen verwendet und standortbezogen angepasst werden.

Tabelle 10: Maßnahmenkataloge und Projektbeispiele für Klimaanpassung

Bezeichnung	Quelle	Inhalte
Maßnahmenkataloge		
Stadtklimalotse	Arbeitsplattform des Forschungsfeldes StadtKlima ExWoSt; www.stadtklimalotse.net	Unterstützung bei der Auswahl und Umsetzung von Maßnahmen zum Klimaschutz und zur Klimaanpassung für die kommunale Stadtentwicklung 142 Maßnahmen zur Anpassung
Klimalotse	Umweltbundesamt: www.umweltbundesamt.de/themen/klimaenergie/klimafolgenanpassung/werkzeuge-der-anpassung/klimalotse	Leitfaden zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels für Kommunen
Tatenbank	Umweltbundesamt: www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgenanpassung/werkzeuge-der-anpassung/tatenbank	Projekte und Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel in Deutschland
Projektbeispiele		
Projektkatalog	Umweltbundesamt: www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgenanpassung/werkzeuge-der-anpassung/projektkatalog	Der Projektkatalog gibt einen Überblick über die Forschungslandschaft im Bereich Anpassung an den Klimawandel und ist in Deutsch und Englisch verfügbar.
KLIMZUG – Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten	BMBF: www.klimzug.de/de/1335.ph	12 Themen mit Projektbeispielen Energiewirtschaft, Wasserhaushalt, Gesundheit, Küstenschutz, Stadt- und Regionalplanung, Regionale Klimaszenarien, Land- & Ernährungswirtschaft, Wald- & Forstwirtschaft, Verkehr und Logistik, Tourismuswirtschaft, Unternehmen, Bildung und Transfer

Bezeichnung	Quelle	Inhalte
KlimaMORO, Phasen I und II	BBSR: www.klimamoro.de	Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel des BBSR
KLIWAS – Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserstraßen und Schifffahrt – Entwicklung von Anpassungsoptionen	BMVI: www.kliwas.de	Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserstraßen und Schifffahrt – Entwicklung von Anpassungsoptionen

Der Maßnahmenkatalog des Stadtklimalotsen aus dem ExWoSt-Forschungsfeld Stadtklima (s. Tabelle 10) umfasst vor allem Maßnahmen für die Gesundheit des Menschen. So bezieht sich Maßnahme Nr. 8 auf die Thermische Entlastung von Städten: „Grüne Strukturen haben einen abkühlenden Effekt auf die urbane Umgebung und sollten vielfältig, auch kleinteilig im Stadtgefüge vorgesehen werden“. In ähnlicher Weise bezieht sich der Klimalotse des Umweltbundesamts (s. Tabelle 10) auf die Anpassung von Kommunen an die Folgen des Klimawandels.

Die Tatenbank des Umweltbundesamts (s. Tabelle 10) dokumentiert Projekte und Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel. Hier können Anpassungsprojekte recherchiert und Anregungen für die Entwicklung von Maßnahmen für die Schutzgüter Biodiversität, Boden, Wasser und menschliche Gesundheit gewonnen werden. Für das Handlungsfeld Biodiversität und Naturschutz beinhaltet die Tatenbank derzeit 62 Projektbeispiele. Beispielsweise wurde bei der naturnahen Umgestaltung eines Baches ein Verfahren zur praxisnahen Bestimmung wasserbaulicher Maßnahmen entwickelt, welches den ökologisch notwendigen Mindestabfluss kleiner Fließgewässer sichert.¹⁶

Zusammenfassende Empfehlungen und Thesen

- ▶ Vorhabenbezogene Maßnahmen zur Klimaanpassung können Vermeidungsmaßnahmen, aber auch Kompensationsmaßnahmen sein. Eine eigene Kategorie Anpassungsmaßnahme ist für die UVP nicht notwendig.
- ▶ Ein zentraler Stellenwert kommt dem Vermeidungsgebot zu, um erheblich nachteilige Umweltauswirkungen gar nicht erst entstehen zu lassen. Dies gilt insbesondere auch im Hinblick auf die Minimierung von THG-Emissionen sowie klimawandelbedingten Risiken.
- ▶ Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen umfassen im weitesten Sinne alle umweltbezogenen Maßnahmen zur Kompensation der nachteiligen Auswirkungen des Vorhabens auf die Umweltschutzgüter. Sie entstammen bei in die Fläche eingreifenden Maßnahmen vor allem der Eingriffsregelung, dem besonderen Artenschutz oder dem Europäischen Gebietsschutz (FFH-VP), können aber auch auf Maßnahmen nach anderen Rechtsgebieten bezogen werden.
- ▶ Bei der Konzeption der Maßnahmen ist darauf zu achten, dass sie auch unter den prognostizierten veränderten klimatischen Verhältnissen langfristig ihre beabsichtigte Wirkung entfalten können und diesbezüglich robust sind (Risiko Wasserhaushalt, Trockenheit und Hitze, Verdrängung und Abwanderung von Arten).
- ▶ Als Reaktion auf eine erhöhte Ungewissheit in Bezug auf die Maßnahmenwirksamkeit kann

¹⁶ s. www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/werkzeuge-der-anpassung/tatenbank

die Aufstockung des Maßnahmenumfangs in räumlicher oder funktionaler Hinsicht eine geeignete Reaktion sein, um Unwägbarkeiten abzuf puffern. In bestimmten Fällen ist ein entsprechendes Risikomanagement vorzusehen.

- ▶ Solange von Seiten des Naturschutzes keine veränderten Maßstäbe für klimasensible Schutzgüter vorliegen, ist bei Ausgleich und Ersatz deren aktuelle Bedeutung zugrunde zu legen.
- ▶ Bei der Planung von naturschutzfachlichen Maßnahmen ist unter Anpassungsaspekten zu prüfen, ob auch solche Maßnahmen gewählt werden können, die gezielt klimawandelbedingte Risiken für Extremereignisse bzw. Naturkatastrophen abschwächen können.
- ▶ Maßnahmenkataloge und Datenbanken zur Klimaanpassung beinhalten für die Schutzgüter Biodiversität, Boden, Wasser und menschliche Gesundheit typisierte Maßnahmen und Projektbeispiele, die für die Planung von klimawandelgerechten Maßnahmen im Rahmen der UVP herangezogen werden können.

4.4 Beteiligung der Behörden und der Öffentlichkeit

Neben den Beteiligungsvorschriften im Rahmen des Scoping sowie bei der Feststellung der UVP-Pflicht sind mit der UVP weitergehende Beteiligungspflichten im Rahmen des förmlichen Anhörungsverfahrens innerhalb des Zulassungsverfahrens verbunden. Diese Beteiligungspflichten nach §§ 17 und 18 UVPG erstrecken sich auf diejenigen Behörden, deren umweltbezogene Aufgabenbereich durch das Vorhaben berührt wird, und die Öffentlichkeit. Das Anhörungsverfahren mit integrierter Behörden- und Öffentlichkeitsbeteiligung basiert inhaltlich im Wesentlichen auf den Unterlagen des Vorhabenträgers einschließlich des UVP-Berichts.

Um Klimawandelaspekte umfassend in das Beteiligungsverfahren einzubringen, sind die im Einzelfall relevanten Klimawandelaspekte umfassend im UVP-Bericht zu dokumentieren. Die diesbezüglichen Empfehlungen sind in Kap. 4.3.2 im Detail enthalten. Um sicherzustellen, dass die komplexen Anforderungen des Klimawandels in Bezug auf die verwendeten Datengrundlagen und Modellrechnungen dem Stand der Technik entsprechen, sollten regelmäßig auch Behörden und ggf. Institute, die mit Meteorologie und Klimawandel befasst sind, beteiligt werden.

Im Rahmen des UVP-Berichts bildet die allgemein verständlichen, nichttechnische Zusammenfassung gemäß § 16 Abs. 1 Nr. 7 UVPG eine wesentliche Grundlage, die Öffentlichkeit allgemeinverständlich über die voraussichtlichen Umweltauswirkungen des geplanten Vorhabens zu informieren. Soweit Aspekte des Klimawandels von entscheidungserheblicher Bedeutung sind, so sind auch diese Aspekte in der Zusammenfassung entsprechend ihrem Gewicht im UVP-Bericht anzusprechen und in ihren grundsätzlichen Zusammenhängen allgemeinverständlich zu erläutern.

Zusammenfassende Empfehlungen und Thesen

- ▶ Im UVP-Bericht sind Klimawandelaspekte verständlich und transparent darzustellen und in ihren grundsätzlichen Zusammenhängen zu erläutern.
- ▶ Im Rahmen der Behördenbeteiligung sind die für den Klimawandel kompetenten Fachbehörden mit zu beteiligen.

4.5 Zusammenfassende Darstellung und Bewertung, begründete Schlussfolgerung

Gemäß § 24 UVPG erstellt die zuständige Behörde nach Durchführung der Öffentlichkeits- und Behördenbeteiligung eine zusammenfassende Darstellung und nach § 25 UVPG eine begründete Bewertung der Umweltauswirkungen. In der zusammenfassenden Darstellung ist jeweils anzugeben, ob die Information aus dem UVP-Bericht, einer behördlichen Stellungnahme oder aus Äußerungen der Öffentlichkeit stammt.

Die §§ 24, 25 UVPG und Artikel 1 a) und 8 a) UVP-ÄndRL enthalten keine spezifischen Anforderungen zum Klimawandel für die Zusammenfassende Darstellung oder die Bewertung der Umweltauswirkungen bzw. die begründete Schlussfolgerung. Allerdings ist davon auszugehen, dass sich die Anforderungen, die für den UVP-Bericht gelten, analog auch auf die behördlichen Arbeitsschritte gemäß der §§ 24, 25 UVPG übertragen lassen.

Die Bewertung der Umweltauswirkungen hat gemäß § 25 UVPG nach Maßgabe der geltenden Gesetze im Hinblick auf eine wirksame Umweltvorsorge zu erfolgen. Grundsätzlich ist die UVP daher auch offen für eine vorsorgeorientierte Bewertung der Umweltauswirkung, die auch solche Schäden bzw. Schadensrisiken einbeziehen, die nur mit geringen Wahrscheinlichkeiten prognostiziert werden können. Somit können im Grundsatz auch klimawandelbedingte Risiken und Umweltauswirkungen, die nur mit geringen Wahrscheinlichkeiten prognostizierbar sind, in die UVP-Bewertung einbezogen werden (s. auch Kap. 3.2.3).

Generell entstammen die Maßstäbe zur Bewertung der erheblichen Auswirkungen den jeweiligen Fachgesetzen. Daher stellt sich einerseits die Frage, ob die neuen Anforderungen der UVP-ÄndRL zur Berücksichtigung des Klimawandels in der UVP neue fachgesetzliche Maßstäbe erfordern oder indirekt das Gewicht bzw. die Schwerpunktsetzung der bestehenden Maßstäbe verändern, beispielsweise in dem Sinne, dass einer klimasensiblen Art eine höhere Schutzwürdigkeit gegenüber dem Vorhaben zugesprochen wird.

Für die Belange des Klimawandels ist festzustellen, dass diese bisher nur zum Teil in fachgesetzlichen Maßstäben explizit verankert sind (s. Tabelle 11). So wird das Thema Klimaanpassung nur in drei Bundesgesetzen explizit erwähnt: ROG, BauGB und WHG. Die Anwendungsbereiche von ROG und BauGB betreffen aber primär die SUP und bauleitplanerische Umweltprüfungen, weniger die UVP. Gleichzeitig fehlen in aller Regel konkretisierte gesetzliche oder untergesetzliche Maßstäbe, die spezifisch auf die Berücksichtigung von Klimaschutz- oder Klimaanpassungsaspekte ausgerichtet sind (s. auch BUBECK et al. 2016, REESE et al. 2010).

Tabelle 11: Übersicht zu gesetzlichen Umwelanforderungen als Bewertungsmaßstab für Umweltprüfungen mit Bezug zum Klimawandel

Vorschrift	Inhalt	Anwendungsbereich
§ 5 Abs. 1 S. 1 Nr. 4 BImSchG: Grundpflichten für die Genehmigung von Anlagen	§ 5 Abs. 1 S. 1 Nr. 4 BImSchG: Genehmigungsbedürftige Anlagen sind so zu errichten, dass Energie sparsam und effizient verwendet wird	Genehmigungsbedürftige Anlagen
§ 1 Abs. 6 Nr. 7 BauGB: Abwägungsgrundsätze der Bauleitplanung	Folgende Belange sind in der Bauleitplanung zu berücksichtigen: die Nutzung erneuerbarer Energien sowie die sparsame und effiziente Nutzung von Energie	Bauleitpläne

Vorschrift	Inhalt	Anwendungsbereich
§ 1a Abs. 5 BauGB: Abwägungsgrundsätze zum Umweltschutz für die Bauleitplanung	Den Erfordernissen des Klimaschutzes soll sowohl durch Maßnahmen, die dem Klimawandel entgegenwirken, als auch durch solche, die der Anpassung an den Klimawandel dienen, Rechnung getragen werden.	Bauleitpläne
§ 2 Abs. 2 Nr. 6 ROG: Grundsätze der Raumordnung	Den räumlichen Erfordernissen des Klimaschutzes ist Rechnung zu tragen, sowohl durch Maßnahmen, die dem Klimawandel entgegenwirken, als auch durch solche, die der Anpassung an den Klimawandel dienen. Dabei sind die räumlichen Voraussetzungen für den Ausbau der erneuerbaren Energien, für eine sparsame Energienutzung sowie für den Erhalt und die Entwicklung natürlicher Senken für klimaschädliche Stoffe und für die Einlagerung dieser Stoffe zu schaffen.	Raumordnungspläne
§ 6 Abs. 1 S. 1 Nr. 5 WHG: Allgemeine Grundsätze zur Bewirtschaftung des Wasserhaushalts	Die Gewässer sind nachhaltig zu bewirtschaften, insbesondere mit dem Ziel, möglichen Folgen des Klimawandels vorzubeugen.	Eingriffe in Gewässer
§ 73 Abs. 6 S. 2 WHG: Bewertung von Hochwasserrisiken, Risikogebiete	Die Risikobewertung und die Bestimmung der Risikogebiete nach Absatz 1 sowie die Entscheidungen und Maßnahmen nach Absatz 5 Satz 2 sind bis zum 22. Dezember 2018 und danach alle sechs Jahre zu überprüfen und erforderlichenfalls zu aktualisieren. Dabei ist den voraussichtlichen Auswirkungen des Klimawandels auf das Hochwasserrisiko Rechnung zu tragen.	Eingriffe in Räume mit Hochwasserrisiko
§75 Abs. 6 S. 3 WHG: Risikomanagementpläne	Die Risikomanagementpläne sind bis zum 22. Dezember 2015 zu erstellen. 1 [...] Alle Pläne sind bis zum 22. Dezember 2021 und danach alle sechs Jahre unter Berücksichtigung der voraussichtlichen Auswirkungen des Klimawandels auf das Hochwasserrisiko zu überprüfen und erforderlichenfalls zu aktualisieren. [...].	Eingriffe in Räume mit Hochwasserrisiko

Für den Bereich der Klimaanpassung im Naturschutz ist seit einigen Jahren die Diskussion in Gange, wie sich der Klimawandel auf die Ziele und Maßstäbe von Umwelt- und Naturschutz auswirken kann und soll. So folgert POTTHAST (2013: 316), dass der Klimawandel den Naturschutz dazu zwingt, seine Zielbestimmung neu auszuhandeln. Angesichts seines konzeptionellen Problems zwischen Beharrung und Wandel werde der Naturschutz gezwungen, sich stärker mit der Perspektive des Wandels und Ungewissheit auseinanderzusetzen. Im Hinblick auf die Konzepte, Strategien und Leitbilder des Naturschutzes führen WILKE et al. (2011: 72) aus, dass angesichts des Klimawandels dynamisch-prozessorientierte Ansätze des Naturschutzes gegenüber statisch-konservierenden Ansätzen an Be-

deutung gewinnen werden (s. auch ALTHOOS & BURKHARDT 2016: 276). Ein Beispiel ist das Modell der „potenziell natürlichen Vegetation“ (pnV), die bisher von zukünftig stabilen Standortverhältnissen ausgeht. Auch in dieses Modell ist zukünftig die durch den Klimawandel ausgelöste Dynamik der Faktoren Temperatur und Niederschlag mit einzubeziehen (CHIARUCCI et al. 2010 – zit. in BEIERKUHNEIN et al. 2014: 418).

Bisher basieren die auch im Rahmen der UVP anzuwendenden Vorschriften des Naturschutzrechts allerdings auf einer Erfassung und Beurteilung der aktuellen Ist-Situation von Natur und Landschaft. Dies betrifft die naturschutzrechtliche Eingriffsregelung, die artenschutzrechtliche Prüfung und die FFH-Verträglichkeitsprüfung gleichermaßen. An diesem auch rechtlich verankerten Grundansatz ist primär festzuhalten. Gleichzeitig können aber bereits konkret beobachtbare Trends und Entwicklungsprognosen für bestimmte Arten und Lebensräume in die Beurteilung ergänzend einfließen. In diesem Bereich liegen erste Forschungsarbeiten vor. Zudem enthält die Landschaftsplanung im Idealfall bereits Hinweise zur Entwicklung von Natur und Landschaft unter Einfluss des Klimawandels, auf die eine Beurteilung zurückgreifen kann (s. dazu bereits in Kap. 4.3.2.2). Auf die hohen Prognoseunsicherheiten ist bei der entsprechenden einzelfallbezogenen Beurteilung allerdings Rücksicht zu nehmen.

Wichtige Grundlagen und verbindliche Maßstäbe für die Bewertung von klimawandelbedingten Auswirkungen im Rahmen der UVP können auch auf den übergeordneten Planebenen festgelegt werden. Denkbar wäre beispielsweise, dass auf kommunaler Ebene künftig klare Ziele z. B. im Hinblick auf die Vermeidung einer übermäßigen Erwärmung von Innenstadtbereichen festgelegt werden, die dann auch auf der Plan- und Projektebene für Bewertungen von Relevanz wären. Auf der Ebene eines Regionalplans könnte mit eindeutigen Zuweisungen der Funktion „Anpassung“ für Freiflächen ggf. zukünftig ein verbesserter Schutz erreicht werden. Auf Flächennutzungsplan- oder Bauungsplanebene könnten relevante Freiflächen gezielt gesichert werden. Mit Blick auf Kaltluftbahnen, die eine herausragende Bedeutung unter Klimawandelbedingungen spielen, besteht immer wieder das Problem, dass sie im Rahmen der Abwägung ein zu geringes Gewicht erhalten. Entscheidend sind hierbei häufig die noch relativ schwache Position der Belange von Klimaschutz und Klimaanpassung sowie fehlende regionale (und lokale) Grenzwerte. Teilweise bestehen massive Zielkonflikte etwa mit den Zielen in Bezug auf innerstädtische Nachverdichtung für ein flächensparendes Bauen und der Schaffung von günstigem Wohnraum in der Stadt.

Aufgrund des Mangels an konkretisierten, rechtlich verbindlichen oder als Fachkonvention eingeführten Maßstäben zur Berücksichtigung des Klimawandels ist dieser Aspekt in die UVP-Bewertung bis auf Weiteres vor allem anhand von einzelfallbezogenen Experteneinschätzungen, die auf wissenschaftlichen Erkenntnissen beruhen, einzubringen. Dies ist aber nur dann möglich, wenn die rechtsverbindlichen Bewertungsmaßstäbe eine Konkretisierung im Einzelfall zulassen und entsprechende Beurteilungs- oder Ermessensspielräume beinhalten. Der Vorteil derartiger wenig standardisierter Einzelfallbeurteilung liegt grundsätzlich darin, dass diese flexibler an die Herausforderungen des Klimawandels angepasst werden können. Der Nachteil liegt an der fehlenden Verbindlichkeit, dem hohen Aufwand im Einzelfall und der fehlenden Vereinheitlichung. So stellt sich z. B. in jedem Einzelfall die Frage, ob die Bebauung einer innerstädtischen Grünfläche angesichts eines zunehmend bioklimatisch belastenden Stadtklimas noch hinnehmbar ist oder ob die Unterbrechung eines Biotopverbundsystems als erheblich nachteilige Auswirkung beurteilt werden muss, wenn diese einzelnen klimasensiblen Arten als Wanderkorridor dienen. Ein anderes Beispiel betrifft den Verlust einer potenziellen Retentionsfläche in einer Flussaue, für die in der Zukunft ein schwer quantifizierbares Risiko einer klimawandelbedingten Hochwassergefährdung besteht.

Bei der Anwendung vorhandener Fachkonventionen ist jeweils zu überprüfen, inwieweit Aspekte des Klimawandels berücksichtigt sind. Für die Bewertung des Hochwasserrisikos kann beispielsweise auf Hochwasserrisiko- und Hochwassergefahrenkarten als Fachkonvention zurückgegriffen werden. Feh-

len entsprechende, den Klimawandel bereits ausreichend berücksichtigende Fachkonventionen, so ist ggf. trotz der vorliegenden Fachkonvention eine Bewertung im Einzelfall anhand der aktuellen wissenschaftlichen und fachlichen Erkenntnisse sinnvoll und notwendig.

Zusammenfassende Empfehlungen und Thesen

- ▶ Die zusammenfassende Darstellung soll auch auf den zukünftigen Umweltzustand eingehen. Bei den Umweltauswirkungen und den Maßnahmen ist den Aspekten des Klimawandels Rechnung zu tragen
- ▶ Werden die ermittelten Auswirkungen auf ein Schutzgut bewertet, entscheidet sich anhand der geltenden materiell-rechtlichen Bewertungsmaßstäbe des Fachrechts, ob eine erheblich nachteilige Auswirkung des Vorhabens vorliegt.
- ▶ Rechtliche Bewertungsmaßstäbe mit explizitem Bezug zum Klimawandel sind anzuwenden (WHG, BauGB, ROG).
- ▶ Bei der Anwendung von Verwaltungsvorschriften, Fachkonventionen oder technischen Regelwerken und Leitfäden sollte jeweils geprüft werden, inwieweit Aspekte des Klimawandels in diesen Papieren bereits berücksichtigt sind. Falls dies nicht der Fall ist, sind die weiteren gesetzlichen und untergesetzlichen Maßstäbe möglichst unter Berücksichtigung des Klimawandels auszulegen.
- ▶ Liegen abweichend von den geltenden Regelwerken aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse zum Klimawandel vor, ist im Rahmen der gesetzlichen Maßstäbe auch eine einzelfallbezogene Bewertung möglich.

4.6 Überwachung

4.6.1 Rechtliche Anforderungen zur Berücksichtigung des Klimawandels

Nach Art. 8a Abs. 4 UVP-ÄndRL wird erstmals für die UVP festgelegt, dass die zuständige Behörde im Rahmen der UVP das Verfahren zur Überwachung der erheblichen nachteiligen Umweltauswirkungen bestimmen muss. Soweit bundes- oder landesrechtliche Regelungen keine Überwachungsmaßnahmen vorsehen, ergreift nach § 28 UVPG die zuständige Behörde die geeigneten Überwachungsmaßnahmen, um die Einhaltung der umweltbezogenen Bestimmungen des Zulassungsbescheids nach § 26 zu überprüfen.

Die Überwachungsmaßnahmen beziehen sich nach § 28 Abs. 1 UVPG insbesondere auf 1. die im Zulassungsbescheid festgelegten Merkmale des Vorhabens und des Standorts sowie 2. die Maßnahmen, mit denen erhebliche nachteilige Umweltauswirkungen ausgeschlossen, vermindert oder ausgeglichen werden sollen, und die Ersatzmaßnahmen bei Eingriffen in Natur und Landschaft. Darüber hinaus sind schwer vorhersehbare Umweltauswirkungen zu überwachen.

4.6.2 Methodische Vorschläge und Instrumente zur Berücksichtigung des Klimawandels

Da sich Umweltauswirkungen aufgrund des Klimawandels in der Regel nur mit erhöhten Prognoseunsicherheiten abschätzen lassen, besteht hier für die Überwachung ein besonderer Aufgabenschwerpunkt. Dies betrifft insbesondere solche Umweltauswirkungen, die aufgrund der speziellen Sensibilität bzw. Empfindlichkeit von Schutzgütern gegenüber Klimawandelfolgen schwerer abschätzbar sind. Beispiele hierfür sind die Betroffenheit klimasensibler Tierarten, die Betroffenheit

von Grundwasserständen oder Oberflächenwasserabflüssen unter dem Einfluss des Klimawandels oder die Veränderung der Lufttemperatur durch innerstädtische Bauvorhaben.

Ein Schwerpunkt der Überwachung liegt bei den Vermeidungs- und Verminderungs- sowie bei den Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen. Die Umsetzung der Maßnahmen wird üblicherweise im Rahmen einer Herstellungskontrolle überwacht. Bei der anschließenden Wirksamkeits- oder Funktionskontrolle wird geprüft, ob die Maßnahmen im Lauf der Jahre auch den geplanten Zielzustand erreichen. Diesbezüglich kann auf Erfahrungen zurückgegriffen werden, die im Rahmen der Eingriffsregelung und des besonderen Artenschutzes gemacht wurden (SCHUBERT 2001). Hinweise für die Anforderungen, die an artenschutzrechtliche CEF-Maßnahmen zu stellen sind, enthalten RUNGE et al. (2010b). Im Hinblick auf die Durchführung der Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen für die Eingriffsregelung formuliert JESSEL (2006: 30) spezifische Anforderungen. Für die Landschaftsplanung entwickelten WILKE et al. (2011: 198f.) eine Checkliste für die Konzeption von Monitoringmaßnahmen unter den Verhältnissen des Klimawandels.

Soweit im Zuge der Prognose der Umweltauswirkungen konkrete Klimaprojektionen eingeflossen sind, sollte das Überwachungsprogramm immer auch einen Abgleich beobachteter meteorologischer Parameter mit der ursprünglich zugrunde gelegten Klimaprojektion vornehmen. Bestehen bereits hier signifikante Abweichungen, so lassen sich ggf. zu beobachtende Abweichungen in den Umweltauswirkungen plausibel erklären. Gleichzeitig könnte aus einer geringeren tatsächlichen Klimaveränderung auch geschlossen werden, dass die Umweltauswirkungen auch zukünftig weniger gravierend ausfallen.

Das Überwachungskonzept sollte soweit möglich auch weitergehende Maßnahmenansätze beinhalten, die im Falle einer unvorhergesehen ungünstigen Entwicklung Nachbesserungen ermöglicht. Dies entspricht allgemein dem Auflagenvorbehalt. Die FFH-Verträglichkeitsprüfung kennt einen solchen Ansatz unter dem Begriff des Risikomanagements.

Zusammenfassende Empfehlungen und Thesen

- ▶ Die Überwachung im Rahmen der UVP bezieht sich zum einen auf die durchgeführten Verminderungs-, Vermeidungs- und Kompensationsmaßnahmen, zum anderen auf die voraussichtlich erheblichen nachteiligen Auswirkungen.
- ▶ Ein Schwerpunkt der Überwachung der erheblichen Umweltauswirkungen sollte auf solchen Umweltauswirkungen liegen, die klimasensible Schutzgüter betreffen.
- ▶ Ein Schwerpunkt der Maßnahmenüberwachung sollte auf der Funktionserfüllung solcher Maßnahmen liegen, die eine besondere Klimasensibilität aufweisen, da hier erhöhte Unsicherheiten liegen. Für solche Maßnahmen sollte ggf. ein Risikomanagement vorgesehen werden

5 Quellenverzeichnis

- ADELPHI, PRC, EURAC (2015): Vulnerabilität Deutschlands gegenüber dem Klimawandel. Umweltbundesamt. Climate Change 24/2015, Dessau-Roßlau, 688 S.
- AG UVP-QUALITÄTSMANAGEMENT (2006): Leitlinien für eine gute UVP-Qualität.
- AGATZ M. (2014): Windenergie-Handbuch. 11. Ausgabe. www.windenergie-handbuch.de
- ALBRECHT J., SCHANZE J., KLIMMER L., BARTEL S. (2017): Klimaanpassung im Raumordnungs-, Städtebau- und Umweltfachplanungsrecht sowie im Recht der kommunalen Daseinsvorsorge. Grundlagen, aktuelle Entwicklungen und Perspektiven. Ausarbeitung im Rahmen des FE-Vorhabens „Analyse, Bewertung und Politikempfehlungen zur Anpassung nationaler rechtlicher, planerischer und informatorischer Politikinstrumente an den Klimawandel“ (Arbeitspaket 3).
- ALTMOOS M. & BURKHARDT R. (2016): Netzwerk Natura 2000 – Plädoyer für eine dynamische Sichtweise. Natur und Landschaft Heft. 6/2016, S. 272-279.
- BALLA S., SCHÖNTHALER K., WACHTER T., PETERS H.-J. (2017a): Grundlagen der Berücksichtigung des Klimawandels in UVP und SUP. Ausarbeitung im Rahmen des FE-Vorhabens „Analyse, Bewertung und Politikempfehlungen zur Anpassung nationaler rechtlicher, planerischer und informatorischer Politikinstrumente an den Klimawandel“ (Arbeitspaket 4 / Anhang 4).
- BBSR – BUNDESINSTITUT FÜR BAU-, STADT- UND RAUMFORSCHUNG (2014): Windenergieanlagen und Raumordnungsgebiete. = BBSR-Analysen KOMPAKT 01/2014.
- BBSR – BUNDESINSTITUT FÜR BAU-, STADT- UND RAUMFORSCHUNG (2015): Steuerung der Windenergie durch die Regionalplanung – gestern, heute, morgen. = BBSR-Analysen KOMPAKT 09/2015.#
- BECHMANN A. & HARTLIK J. (2004): Die Bewertung zur Umweltverträglichkeitsprüfung - ein methodischer Leitfaden. Verlag Edition Zukunft, Barsinghausen.
- BEIERKUHNEIN C., JENTSCH A., REINEKING B., SCHLUMPRECHT H., ELLEWANGER G. (2014): Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.) (2014): Auswirkungen des Klimawandels auf Fauna, Flora und Lebensräume sowie Anpassungsstrategien des Naturschutzes. Naturschutz und Biologische Vielfalt, Heft 137. Bonn- Bad Godesberg.
- BMJ – BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ (Hrsg.) (2012): Bekanntmachung einer sicherheitstechnischen Regel der Kommission für Anlagensicherheit (TRAS 310 „Vorkehrungen und Maßnahmen wegen der Gefahrenquellen Niederschläge und Hochwasser“) vom 15. Dezember 2011.
- BMJV – BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND VERBRAUCHERSCHUTZ (Hrsg.) (2014): Bekanntmachung einer sicherheitstechnischen Regel der Kommission für Anlagensicherheit (TRAS 110 – Sicherheitstechnische Anforderungen an Ammoniak-Kälteanlagen) Vom 18. November 2014.
- BMUNR – BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (Hrsg.) (1998): Umweltgesetzbuch (UGB-KomE) - Entwurf der Unabhängigen Sachverständigenkommission zum Umweltgesetzbuch beim Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Berlin.
- BMVBS – BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG (Hrsg.) (2013a): Methodenhandbuch zur regionalen Klimafolgenbewertung in der räumlichen Planung. Systematisierung der Grundlagen regionalplanerischer Klimafolgenbewertung. Hg. v. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS). Berlin. www.klimastadtraum.de/DE/Arbeitshilfen/LeitfadenKlimafolgenbewertung/leitfadenklimafolgenbewertung_node.html
- BMVBS – BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG (Hrsg.) (2013b): Was leisten Klimamodelle für die Regionalplanung? Ergebnisse eines Expertengesprächs vom 18.02.2013 im Rahmen des Netzwerks Vulnerabilität. = BMVBS-Online-Publikation Nr. 31/2013.
- BORN M., HEIDRICH B., SPIEKERMANN J. (O. J.): Klimaanpassung in Planungsverfahren – Leitfaden für die Stadt- und Regionalplanung. Der Leitfaden entstand im Rahmen des FE-Vorhabens „Klimawandel Unterweser - Mit dem Klimawandel handeln! - Akteurs-orientierte Risikokommunikation im Umgang mit ungesichertem Wissen der Fördermaßnahme klimazwei – Forschung für den Klimaschutz und Schutz vor Klimawirkungen des BMBF.
- BOSCH & PARTNER GMBH, TRUE ENERGY GMBH, ENGEMANN & PARTNER (2011): Handreichung zur Berücksichtigung von Naturschutzbelangen bei der Planung und Zulassung von Biogasanlagen. FE-Vorhaben 0325092 im Auftrag des BMUNR.

- BUBECK P., KLIMMER L., ALBRECHT J. (2016): Klimaanpassung in der rechtlichen Rahmensetzung des Bundes und Auswirkungen auf die Praxis im Raumordnungs-, Städtebau- und Wasserrecht. *Natur und Recht* 38(2016), S. 297-307.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT (2010): Leitfaden für das Klima- und Energiekonzept im Rahmen von UVP-Verfahren.
www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umweltthemen/UVP_SUP_EMAS/uvp-leitfaeden/Basisleitfaden_KlimaEnergiekonzept.pdf
- BUNDESREGIERUNG (2015): Fortschrittsbericht zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Stand: 16.11.2015, 275 S.
- CHIARUCCI A., ARAÚJO M.B., DECOC Q., G. BEIERKUHNEIN C., FERNANDES-PALACIOS J.M. (2010): The concept of Potential Natural Vegetation: an epiath? *Journal of Vegetation Science* 21: 1172-1178. zit. in BEIERKUHNEIN et al. 2014
- DISTELKAMP M., GROßMANN A., HOHMANN F., LUTZ C., ULRICH P., WOLTER M.I. (2009): PANTA RHEI REGIO. Ein Modellsystem zur Projektion der künftigen Flächeninanspruchnahme in Deutschland und zur Folgenabschätzung fiskalischer Maßnahmen. Osnabrück. Online verfügbar unter: <http://edoc.difu.de/edoc.php?id=Q0234517>, aufgerufen am 11.04.2016.
- DOYLE U., RISTOW M., VOHLAND K. (2014): Abschwächung von klimabedingten Naturkatastrophen - wie Naturschutzstrategien dazu beitragen können. *Natur und Landschaft*, H. 12/2014, S. 522-526.
- DRÖSLE M., AUGUSTIN J., BERGMANN L., FÖRSTER C., FUCHS D., MARIA HERMANN J., KANTELHARDT J., KAPFER A., KRÜGER G., SCHALLER L., SOMMER M., SCHWEIGER M., STEFFENHAGEN P., TIEMEYER B., WEHRHAN M. (2012): Beitrag ausgewählter Schutzgebiete zum Klimaschutz und dessen monetäre Bewertung Abschlussbericht des gleichnamigen FE-Vorhabens (FKZ 3509 85 0500) BfN-Skripten 328, Bonn.
www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/Skript328.pdf
- EBA – EISENBahnBUNDESAMT (2014): Umwelt-Leitfaden zur eisenbahnrechtlichen Planfeststellung und Plangenehmigung sowie für Magnetschwebbahnen. Teil III Umweltverträglichkeitsprüfung – Naturschutzrechtliche Eingriffsregelung.
- EICHHAMMER W., BÖDE U., GAGELMANN F., JOCHEM E., SCHLEICH J., SCHLOMANN B., CHESHIRE J., ZIESING H.J. (2001): Treibhausgasminde-rungen in Deutschland und UK: Folge „glücklicher“ Umstände oder gezielter Politikmaßnahmen? Ein Beitrag zur internationalen Klimapolitik. Eine Untersuchung im Auftrag des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und des Umweltbundesamtes. Karlsruhe, Brighton, Berlin 2001, 50 S.
- ERBGUTH W. & SCHLACKE S. (2014): *Umweltrecht*, 5. Aufl., Baden-Baden.
- EUROPEAN COMMISSION JOINT RESEARCH CENTER (2017): European Flood Awareness System (EFAS); <https://www.efas.eu/>
- HANSESTADT LÜBECK (Hrsg.) (2008): Gesamtlandschaftsplan Lübeck. Umweltbericht im Rahmen der Strategischen Umweltprüfung nach § 14 UVPG. <http://unv.luebeck.de/files/planung/SUP-gesamtlandschaftsplan.pdf>
- HLNUG – HESSISCHES LANDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, UMWELT UND GEOLOGIE (2016): Regionale Klimaprojektionen Ensemble für Deutschland (ReKliEs-De). <http://reklies.hlnug.de/startseite.html>
- HÖPPE P. (2014): Naturkatastrophen der letzten Jahrzehnte. Trends bei Häufigkeit und Schäden, Ausblick in die nahe Zukunft. *Natur und Landschaft*, H. 12/2014, S. 516-521.
- IPCC (Hrsg.) (2007) : Fünfter Sachstandsbericht des IPCC (AR5), Klimaänderung 2007 Synthesebericht. Übersetzung der deutschen IPCC-Koordinierungsstelle. www.de-ipcc.de/de/128.php
- JACOBY C. & BEUTLER K. (2013): Konzeptioneller Leitfaden – Integration einer Klimafolgenabschätzung in die Umweltprüfung zum Flächennutzungsplan am Beispiel der Flächennutzungsplanung mit integrierter Landschaftsplanung der Stadt Regensburg. Entwurf der lokalen Forschungsassistenz für das vom BMVBS/BBSR geförderte Stadtklima ExWoSt-Vorhaben der Stadt Regensburg.
- JESSEL B. (2006): Durchführungs- und Funktionskontrollen von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen – Stellung von Nachkontrollen innerhalb der Eingriffsregelung. In: Mayer F. (Bearb.), *Qualitätssicherung in der Eingriffsregelung – Nachkontrolle von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen*. BfN-Skripten 182.
- JIRICKA A., VÖLLER S., LEITNER M., FORMAYER H., FISCHER T.B., WACHTER T.F. (2014): Herausforderungen bei der Integration von Klimawandelfolgen und –anpassung in Umweltverträglichkeitsprüfungen – ein Blick auf die Planungspraxis in Österreich und Deutschland. In: *UVP-report* 28 (3-4): 179-185.
- KABAT P., VAN VIERSSSEN W., VERAART J., VELLINGA P., AERTS J. (2005): Climate proofing the Netherlands. In: *Nature* 438, 17 November 2005: 283-284.

- KERTH G., BLÜTHGEN N., DITTRICH C., DWORSCHAK K., FISCHER K., FLEISCHER T., HEIDINGER I., LIMBERG J., OBERMAIER E., RÖDEL M.-O. (2014): Anpassungskapazität naturschutzfachlich wichtiger Tierarten an den Klimawandel. Naturschutz und Biologische Vielfalt 139, Bonn-Bad Godesberg.
- KLAMIS –GERHARDS I., PHILIPPI S., SCHECK N., SINGER S., VOLL M. (Hrsg.) 2013: Modellgestützte Klimaanalysen und -bewertungen für die Regionalplanung. Grundlagen für einen Leitfaden, Modellvorhaben der Raumordnung „Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel“. www.klimamoro.de/index.php?id=57
- KLEINBAUER I., DULLINGER S., KLINGENSTEIN F., MAY R., NEHRING S., ESSL F. (2010): Ausbreitungspotenzial ausgewählter neophytischer Gefäßpflanzen unter Klimawandel in Deutschland und Österreich. Ergebnisse aus dem FE-Vorhaben FKZ 806 82 330. BfN-Skripten 275, Bonn.
- KMENT M. (2010): Anpassung an den Klimawandel - – Internationaler Rahmen, europäische Strategische Adaptionsforschung und Fortentwicklung des nationalen Verwaltungsrechts. Juristenzeitung (JZ) H2: 62-72.
- KOOMEN E., STILLWELL, J., BAKEMA A., SCHOLTEN, H. J. (Hrsg.) (2007): Modelling Land-Use Change. Progress and Applications. The GeoJournal Library, Vol. 90, Springer.
- KUNZE KL, v. HAAREN C., REICH M., WEIß C (2014): Kompensationsflächenmanagement im Klimawandel – Anpassungsmaßnahmen im Bremer Feuchtgrünland zur Erhaltung von Ökosystemleistungen und Empfehlungen für die Eingriffsregelung. In: Korn H., Bockmühl K., Schliep R. (Hrsg.), Biodiversität und Klima – Vernetzung der Akteure in Deutschland – Ergebnisse und Dokumentation des 10. Workshops. BfN-Skripten 357.
- LABO - BUND/ LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT BODENSCHUTZ (2010): LABO-Positionspapier - Klimawandel - Betroffenheit und Handlungsempfehlungen des Bodenschutzes.
- LAWA - BUND/ LÄNDER-ARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (2010): Empfehlungen zur Aufstellung von Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten beschlossen auf der 139. LAWA-VV am 25./26. März 2010 in Dresden
- LBEG – LANDESAMT FÜR BERGBAU, ENERGIE UND GEOLOGIE (2009): Auswirkungen des Klimawandels auf Böden in Niedersachsen. Hannover.
- MENGEL A., VON HAAREN C., MÜLLER-PFANNENSTIEL K., SCHWARZER M., STROTHMANN T., WICKERT J., GALLER C., WULFERT K., PIECK S., BORKENHAGEN J. (2016): Methodik der Eingriffsregelung im bundesweiten Vergleich. Abschlussbericht zum FE-Vorhaben FKZ 3510 82 2900 im Auftrag des BfN.
- Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg; Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz; Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz; Deutscher Wetterdienst 2017: Webseite KLIWA Klimaänderungen und Wasserwirtschaft. <http://www.kliwa.de>.
- MKRO – MINISTERKONFERENZ FÜR RAUMORDNUNG (2013: Handlungskonzept der Raumordnung zu Vermeidungs-, Minderungs- und Anpassungsstrategien in Hinblick auf die räumlichen Konsequenzen des Klimawandels. Stand: 23.01.2013 und empfohlen per Umlaufbeschluss „Raumordnung und Klimawandel der MKRO vom 06.02.2013.
- MOTTSCHELL M. & BERGMANN T. (2013): Treibhausgas-Emissionen durch Infrastruktur und Fahrzeuge des Straßen-, Schienen- und Luftverkehrs sowie der Binnenschifffahrt in Deutschland Arbeitspaket 4 des Projektes „Weiterentwicklung des Analyseinstrumentes Renewability“. UBA-Texte 96/2013
- NIEDERSÄCHSISCHER LANDKREISTAG (2014): Arbeitshilfe Naturschutz und Windenergie - Hinweise zur Berücksichtigung des Naturschutzes und der Landschaftspflege bei Standortplanung und Zulassung von Windenergieanlagen
- LNWKN – Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (2017): Karten zum Thema Hochwasser. http://www.nlwkn.niedersachsen.de/hochwasser_kuestenschutz/hochwasserschutz/kartenmaterial_hochwasserisiken/
- ÖIR – ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR RAUMPLANUNG, UMWELTBUNDESAMT GMBH, UNIVERSITÄT FÜR BODENKULTUR (2014): ENVISAGE-CC. Strategische Unterstützung bei der Projektplanung zur Berücksichtigung von Klimawandelfolgen, Wien.
- PETERS H.J., HESSELBARTH T., PETERS F. (2016): Umweltrecht, 5. Aufl. Stuttgart.
- PFEIFER S. (2016): Klimatische Grundlagendaten und Szenarien für die UVP. Vortrag auf dem Expertenworkshop „UVP und Klimawandel“ am 5.07.2016, Dessau.
- POMPE S., BERGER S., BERGMANN J., BADECK F., LÜBBERT J., KLOTZ S., REHSE A.-K., SÖHLKE G-, SATTLER S., WALTHER G.-R., KÜHN I. (2011): Modellierung der Auswirkungen des Klimawandels auf die Flora und Vegetation in Deutschland. Ergebnisse aus dem FE-Vorhaben FKZ 805 81 001 BfN-Skripten 304

- POTTHAST T. (2013): Bewertungsmaßstäbe des Klimawandels im Naturschutz. In: Essl F. & Rabitsch W. (Hrsg.): Biodiversität und Klimawandel. Auswirkungen und Handlungsoptionen für den Naturschutz in Mitteleuropa: 312.
- RABITSCH W., WINTER M., KÜHN E., KÜHN I., GÖTZL M., ESSL F., GRUTKE H. (2010): Auswirkungen des rezenten Klimawandels auf die Fauna in Deutschland. Naturschutz und Biologische Vielfalt 98, Bonn-Bad Godesberg.
- RECK H. (2013): Klimawandel, Biodiversität und Kompensation – Maßnahmen für die Zukunft. Natur und Landschaft, Jg. 88. Heft 11: 447-452.
- REESE M., KÖCK W., MÖCKEL S., BOVET J. (2010): Rechtlicher Handlungsbedarf für die Anpassung an die Folgen des Klimawandels – Analyse, Weiter- und Neuentwicklung rechtlicher Instrumente. UBA-Berichte 1/2010, Berlin.
- RUNGE K. & WACHTER T. (2010): Umweltfolgenprüfung von Klimaanpassungsmaßnahmen. In: Naturschutz und Landschaftsplanung 42 (5): 141-147.
- RUNGE K., WACHTER T., ROTTGART E. (2010a): Klimaanpassung, Climate Proofing und Umweltfolgenprüfung. In: UVP-report 27 (4): 165-169.
- RUNGE H., SIMON M., WIDDIG T., LOUS H.W. (2010b): Rahmenbedingungen für die Wirksamkeit von Maßnahmen des Artenschutzes bei Infrastrukturvorhaben. FuE-Vorhaben im Rahmen des Umweltforschungsplanes des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz - FKZ 3507 82 080.- Hannover, Marburg.
- SAATHOFF W. (2008): Klimarelevanz von Landnutzung und Landnutzungsveränderungen. Vortrag zu den Ergebnissen aus dem FE-Vorhaben „Der Einfluss veränderter Landnutzungen auf Klimawandel und Biodiversität“.
- SCHMIDT A. (2015): Integration von Klimawandelfolgen und –anpassung in die UVP. Ansätze zur systematischen Berücksichtigung im Vergleich Österreich-Deutschland. Masterarbeit am Institut für Landschaftsentwicklung, Erholungs- und Naturschutzplanung der Universität für Bodenkultur Wien (unveröff.).
- SCHMIDT R., KAHL W., GRÄDITZ K. (2014): Umweltrecht, 9. Aufl., München.
- SCHÖNTHALER & VON ANDRIAN-WERBURG (2015): Evaluierung der DAS – Berichterstattung und Schließung von Indikatorenlücken. Climate Change 13/2015, Dessau-Roßlau. 96 S.
- SCHUMANN A. (2012): Welche Jährlichkeit hat das extreme Hochwasser, wenn es als Vielfaches des HQ100 abgeschätzt wird? HyWa 56, H. 2, 78-82.
www.hydrology.ruhr-uni-bochum.de/hydrology/mam/download/schumann__2_.pdf
- SCHUBERT S. (2001): Nachkontrollen von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen im Rahmen der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung. BfN – Skripten 44.
- SPIEKERMANN, J. & E. FRANCK (Hrsg.) (2014): Anpassung an den Klimawandel in der räumlichen Planung. Handlungsempfehlungen für die niedersächsische Planungspraxis auf Landes- und Bundesebene. = Arbeitsberichte der ARL Nr. 11. Hannover.
- SRU – SACHVERSTÄNDIGENRAT FÜR UMWELTFRAGEN (2012): Umweltgutachten 2012 (Kap. 7 Moorböden als Kohlenstoffspeicher)
- STOCK M. & WALKENHORST O. (2012): Einführung Klimawandel, Auswirkungen und Unsicherheiten. In: Birkmann, J., Schanze, J., Müller, P., Stock, M. (Hrsg.): Anpassung an den Klimawandel durch räumliche Planung – Grundlagen, Strategien, Instrumente. E-Paper der ARL Nr. 13. Hannover: 1-14.
- STREITBERGER M., ACKERMANN W., FARTMANN T., KRIEGEL G., RUFF A., BALZER S., NEHRING S. (2016): Artenschutz unter Klimawandel: Perspektiven für ein zukunftsfähiges Handlungskonzept. Naturschutz und Biologische Vielfalt 147, Bonn-Bad Godesberg.
- SUDFELDT C., DRÖSCHMEISTER R., WAHL J., BERLIN K., GOTTSCHALK T., GRÜNEBERG C., MITSCHKE A., TRAUTMANN S. 2012: Vogelmonitoring in Deutschland. Naturschutz und Biologische Vielfalt Heft 119, Bonn-Bad Godesberg.
- UBA – UMWELTBUNDESAMT (2015): Monitoringbericht 2015 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung.
- UBA (2014): Treibhausgas-Emissionen in Deutschland.
www.umweltbundesamt.de/daten/klimawandel/treibhausgas-emissionen-in-deutschland
- UBA (2010): Leitfaden zur Strategischen Umweltprüfung.
www.umweltbundesamt.de/publikationen/leitfaden-zur-strategischen-umweltpruefung-sup
- WEIS M., SIEDENTOP S., MINNICH L. 2011: Vulnerabilitätsbericht der Region Stuttgart. KlimaMORO „Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel“ des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung im Auftrag des Verbands Region Stuttgart.

www.klimamoro.de/fileadmin/Dateien/Ver%C3%B6ffentlichungen/Publikatione_aus_den_Modellregionen/Stuttgart_Vulnerabilit%C3%A4tsbericht_web.pdf

WILKE C., BACHMANN J., HAGE G., HEILAND S. (2011): Planungs- und Managementstrategien des Naturschutzes im Lichte des Klimawandels. Naturschutz und Biologische Vielfalt 109.

WÜRTEMBERGER T.W. (2009): Der Klimawandel in den Umweltprüfungen, ZUR 4/2009, S. 171-178.

ZASPEL B. & EINIG K. (2012): Raumordnungsplan-Monitor (ROPLAMO) - ein Planinformationssystem für Deutschland. In: Strobl J., Blaschke T., Griesebner G. (Hrsg.) Angewandte Geoinformatik 2012: Beiträge zum 24. AGIT-Symposium Salzburg. Berlin: 745-754.