

DIN/TS 35220

ICS 01.120; 13.020.01

Ersatz für
DIN SPEC 35220:2015-11 und
DIN SPEC 35220 Beiblatt
1:2018-08

**Anpassung von Normen an die Folgen des Klimawandels –
Voraussetzungen und Umsetzung**

Adaptation of standards to the impacts of climate change –
Preconditions and implementation

Adaptation des normes aux effets du changement climatique –
Conditions préalables et mise en œuvre

Gesamtumfang 52 Seiten

Koordinierungsstelle Umweltschutz (KU)

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Anpassung an die Folgen des Klimawandels: Voraussetzungen und Rolle der Normung	10
4.1 Allgemeines	10
4.2 Identifizierung und Bewertung funktionaler Systemvulnerabilität	10
4.3 Festlegung der mindestens erforderlichen Systemresilienz	13
4.4 Normen und Konzepte zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels	13
5 Klimadaten: Beobachtungen und Modelle	14
5.1 Beobachtungsdaten	14
5.2 Klimamodellierung	14
5.3 Klimaprojektionen	15
5.4 Ursachen für Bandbreiten der Klimaprojektionen	15
5.5 Reduzierung von Unsicherheiten	16
6 Planung und Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen	16
6.1 Grundsätze	16
6.2 Gesellschaftliche Vereinbarung von Schutzzielen und Anpassungsmaßnahmen	17
6.3 Szenario-Technik zum Risikomanagement	18
6.4 Stufenweise Umsetzung der erforderlichen Schutzmaßnahmen	18
7 Typische Maßnahmen	19
7.1 Allgemeines	19
7.2 Planerische Maßnahmen	19
7.3 Technische Maßnahmen	20
7.4 Organisatorische Maßnahmen	20
7.5 Risikovorsorge	21
Anhang A (informativ) <i>Ist Ihr Standard ‚klimafest‘?</i> Fragebogen zur Klärung der Betroffenheit	22
A.1 Allgemeines	22
A.2 Klimawandel	22
A.3 Was bedeutet es, sich an den Klimawandel anzupassen?	22
A.4 Sollte sich Ihr Normungsgremium intensiver mit den Folgen des Klimawandels beschäftigen?	22
A.5 Einordnung des Ergebnisses der Beantwortung des Fragebogens und weitere Veranlassung	23
A.6 Weiterführende Informationen und Beratung	24
Anhang B (informativ) Daten- und Informationsportale für Beobachtungsdaten und Projektionen des Klimas	25
B.1 Allgemeines	25
B.2 National	25
B.3 Europa	26
B.4 International	28
Anhang C (informativ) Umgang mit Unsicherheiten	30
C.1 Ensemble-Analyse	30
C.2 Klimamonitoring	30
C.3 Weitere Maßnahmen	31
Anhang D (informativ) Sommerlicher Wärmeschutz von Gebäuden — Ein Beispiel der Vulnerabilitätsanalyse für den Fall einer Temperaturerhöhung von zwei Grad Celsius und mögliche Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen dieser Temperaturerhöhung	32
D.1 Grundsätze der Vulnerabilitätsanalyse	32
D.2 Systemparameter für die Raumtemperatur im Sommer	32

D.3	Berechnungsbeispiele	34
D.4	Mögliche Anpassungsmaßnahmen	38
D.4.1	Allgemeines	38
D.4.2	Planerische Maßnahmen	39
D.4.3	Bauliche Maßnahmen	39
D.4.4	Anlagentechnische Maßnahmen	39
D.4.5	Wechselwirkungen zum Klimaschutz	40
D.5	Rechenbeispiel (Parameterstudie)	40
Anhang E (informativ)	Notfallplan	48
Literaturhinweise		51

Bilder

Bild 1 — Grundlagen und Voraussetzungen zur Planung und Umsetzung des systembezogenen Anpassungskonzepts sowie Rolle der Normung	11
Bild 2 — Planung und Umsetzung eines systembezogenen Anpassungskonzepts ggf. in Verbindung mit normativen Festlegungen	12
Bild D.1 — Sommerklimaregionen (Quelle: DIN 4108-2:2013-02, Bild 1)	36

Tabellen

Tabelle D.1 — Typische Parameter für Raumtemperatur im Sommer	33
Tabelle D.2 — Bezugswerte der Innentemperatur für die Sommerklimaregionen (Quelle: DIN 4108-2:2013-02, Tabelle 9)	35
Tabelle D.3 — Anhaltswerte für Abminderungsfaktoren F_C von fest installierten Sonnenschutzvorrichtungen in Abhängigkeit vom Glaserzeugnis (Quelle: DIN 4108-2:2013-02, Tabelle 7)	42
Tabelle D.4 — Anteilige Sonneneintragskennwerte zur Bestimmung des zulässigen Sonneneintragskennwertes (Quelle: DIN 4108-2:2013-02, Tabelle 8)	43
Tabelle D.5 — Parameterstudie für zulässige Sonneneintragskennwert	46

Vorwort

Dieses Dokument wurde im KU-AK 4 „Anpassung an den Klimawandel“ der Koordinierungsstelle Umweltschutz (KU) erarbeitet.

Technische Spezifikationen sind nicht Bestandteil des Deutschen Normenwerks.

Eine Technische Spezifikation ist das Ergebnis einer Normungsarbeit, das wegen bestimmter Vorbehalte zum Inhalt oder wegen des gegenüber einer Norm abweichenden Aufstellungsverfahrens von DIN noch nicht als Norm herausgegeben wird.

Erfahrungen mit dieser Technischen Spezifikation sind erbeten:

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an ku@dingruppe.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die Koordinierungsstelle Umweltschutz (KU), 10772 Berlin (Hausanschrift: Saatwinkler Damm 42/43, 13627 Berlin).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. DIN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN SPEC 35220:2015-11 und DIN SPEC 35220 Beiblatt 1:2018-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) DIN SPEC 35220 Beiblatt 1:2018-08 integriert;
- b) Dokument vollständig überarbeitet;
- c) die Interaktion zwischen Anpassung an die Folgen des Klimawandels und Normung werden dargestellt;
- d) Anpassungsmaßnahmen werden ausführlicher erläutert;
- e) zusätzliche Informationen zu Klimamodellen und Quellen zu Klimadaten und -Beobachtungen wurden aufgenommen.

Frühere Ausgaben

DIN SPEC 35220: 2015-11

DIN SPEC 35220 Beiblatt 1: 2018-08

Einleitung

Mit dem vorliegenden Dokument sollen die interessierten Kreise der Normung dabei unterstützt werden, einen Beitrag zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels zu leisten, z. B. durch die Überarbeitung bestehender Normen oder durch Entwicklung neuer Normen.

Die Anpassung an die Folgen des Klimawandels stellt, wie der Klimaschutz, eine große Herausforderung für alle gesellschaftlichen Kreise dar. Das Ziel von Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels gemäß der Strategie der EU-Kommission [1] und der Bundesregierung [2] bestehen insbesondere darin, negative Folgen des Klimawandels auf soziale und ökologische Systeme zu minimieren. Diese negativen Folgen können sowohl durch Extremwetterereignisse als auch durch die veränderten meteorologischen Parameter, z. B. steigende Durchschnittstemperaturen, regional und saisonal sich ändernde Niederschlagsverteilungen und die Entkopplung existierender biologischer Prozesse ausgelöst werden. Dabei können insbesondere folgende Systeme und deren Funktionen betroffen sein:

- Infrastrukturen zur Versorgung der Bevölkerung und Aufrechterhaltung der Wirtschaft einschließlich der zugehörigen baulichen Anlagen und deren Elemente, etwa für Arbeit, Gesundheit, Energie, Verkehr sowie Wohnen; und
- natürliche Lebensgrundlagen wie z. B. ökologische Systeme, Böden, Küsten, Wasserhaushalt.

Zur Minimierung der negativen Folgen des Klimawandels und damit zur Anpassung an den Klimawandel ist immer ein regional, örtlich oder objektbezogen individuelles Konzept erforderlich. In diesem Anpassungskonzept werden verschiedene Maßnahmen in Kombination ergriffen bzw. geplant, um je nach der vorhandenen Vulnerabilität ein konkretes Resilienz- bzw. Schutzniveau der Systemfunktionen aufrecht zu erhalten. In diesem Zusammenhang können auch normative Festlegungen eine gewichtige Rolle spielen, wenn sie relevant für die Sicherstellung der Systemfunktionen und zudem von klimatischen Einflüssen abhängig sind.

Zur Entwicklung eines Anpassungskonzeptes ist es einerseits notwendig, die funktionale Vulnerabilität von Systemen mit Hilfe der relevanten Klimaprojektionen zu identifizieren und zu bewerten. Zudem muss die mindestens erforderliche Resilienz von Systemen festgelegt werden. Hierzu müssen die verschiedenen Schutzziele gegeneinander abgewogen werden. Bei der Betrachtung der mindestens erforderlichen Resilienz eines Systems ist auch die charakteristische Bandbreite der modellbasierten Klimaprojektionen zu berücksichtigen. Auf Grund dieser Bandbreiten ist es zweckmäßig ein Risikomanagementsystem einzusetzen, da die Bandbreiten der Klimaprojektionen Unsicherheiten für die Entscheidung für Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels bedeuten, insbesondere wenn eine erhebliche Investition mit der Entscheidung verbunden ist.

Dieses Dokument bietet, neben der Beschreibung des Kontextes und der Voraussetzungen, aus der sich die Notwendigkeit zur Überarbeitung von Normen bzw. zur Erarbeitung neuer Normen ergeben kann, konkrete Unterstützung in Form von:

- Hinweisen zum Umgang mit Klimadaten, um die vorhandene Vulnerabilität zu identifizieren und zu bewerten;
- Hinweisen zur Planung und Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen, insbesondere hinsichtlich der Festlegung der mindestens erforderlichen Resilienz; und
- einer systematischen Einordnung typischer Anpassungsmaßnahmen, welche die ggf. bestehende Lücke zwischen der mindestens erforderlichen Resilienz und vorhandenen Vulnerabilität schließen können.

Aus der Planung von konkreten Anpassungsmaßnahmen kann sich die Notwendigkeit der Überarbeitung bestehender Normen oder der Entwicklung neuer Normen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels ergeben.

Zur Klärung ob eine Norm zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels überarbeitet werden muss, empfiehlt es sich, eine Vulnerabilitätsbewertung durchzuführen. Damit kann die Verletzlichkeit der mit den nor-

matischen Festlegungen festgelegten Systemfunktionen bewertet werden. Dies hilft auch bei der Beurteilung der gesamten funktionalen Systemvulnerabilität. Ein praktisches Beispiel einer solchen Vulnerabilitätsbewertung normativer Festlegungen ist im Anhang D erläutert.

In manchen Fällen kann die Systemvulnerabilität auch mit Hilfe eines umfassenden Notfallplans und ggf. ohne großen Aufwand reduziert werden. Dies ist insbesondere sinnvoll, wenn zusätzlich zu den Vorsorgemaßnahmen ein möglicher Schaden in Umfang und Auswirkungen für die Betroffenen durch gezielte Vorkehrungen vor und nach einem Schadenereignis sowie währenddessen weiter reduziert werden kann. Ein Muster-Notfallplan für Extremwetterereignisse ist als Orientierungshilfe im Anhang E bereit gestellt.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument richtet sich an Normenersteller.

Die in diesem Dokument gegebenen Empfehlungen und Hinweise sind auf die Klärung ausgerichtet, ob bestehende Normen im Zuge einer Überarbeitung an die Folgen des Klimawandels angepasst werden sollten bzw. ob die Notwendigkeit besteht neue Normen zu erarbeiten, um die negativen Folgen des Klimawandels mit Hilfe normativer Festlegungen zu beherrschen.

Es erläutert die Rahmenbedingungen, die sich aus dem Klimawandel ergeben und die Herausforderungen, die beim Umgang mit Klimaprojektionen bestehen und zeigt auf, wie mit Klimadaten umgegangen werden sollte.

Dieses Dokument bietet darüber hinaus Hilfestellungen, inklusive eines Anwendungsbeispiels, zur Entwicklung eines methodischen Ansatzes um für einen bestimmten Normungsgegenstand eine Vulnerabilitätsanalyse durchführen zu können. Es unterstützt die Entwicklung von Lösungsansätzen zur bedarfsgerechten Änderung einer Norm zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels.

2 Normative Verweisungen

Es gibt keine normativen Verweisungen in diesem Dokument.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

DIN und DKE stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- DIN-TERMinologieportal: verfügbar unter <https://www.din.de/go/din-term>
- DKE-IEV: verfügbar unter <http://www.dke.de/DKE-IEV>

3.1

Klima

statistische Beschreibung des Wetters in Form von Mittelwert und Variabilität relevanter Größen, über eine Zeitspanne im Bereich von Monaten bis zu Tausenden oder Millionen von Jahren

Anmerkung 1 zum Begriff: Der klassische Zeitraum zur Mittelung dieser Variablen sind 30 Jahre, wie von der Weltorganisation für Meteorologie definiert.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die relevanten Größen sind zumeist bodennahe Variablen wie Temperatur, Niederschlag und Wind.

[QUELLE: DIN EN ISO 14091:2021-07, 3.4]

3.2

Anpassung an die Folgen des Klimawandels

Anpassung an den Klimawandel

Prozess der Ausrichtung auf das tatsächliche oder erwartete Klima und dessen Auswirkungen

Anmerkung 1 zum Begriff: In Systemen des Menschen ist Anpassung darauf gerichtet, Schäden zu vermindern oder zu vermeiden, oder vorteilhafte Möglichkeiten zu nutzen.

Anmerkung 2 zum Begriff: In einigen natürlichen Systemen kann die Anpassung an das erwartete Klima und dessen Auswirkungen durch Eingreifen des Menschen ermöglicht werden.

[QUELLE: DIN EN ISO 14091:2021-07, 3.6]

3.3

Anpassungsstrategie

langfristig angelegtes Konzept oder Verhaltensweise einschließlich der zu ihrer Umsetzung eingesetzten Instrumente und Maßnahmen, um Nachteile von tatsächlichen oder erwarteten Klimaveränderungen und deren Folgen zu mindern sowie Vorteile zu nutzen

[QUELLE: ARL (2013), Glossar Klimawandel und Raumentwicklung [3]]

3.4

Klimaszenario

Projektion des zukünftigen Klimas, basierend auf konsistenten klimatologischen Beziehungen, die ausdrücklich zur Untersuchung der potenziellen Auswirkungen des anthropogenen Klimawandels erstellt wurde

Anmerkung 1 zum Begriff: Ausgehend vom derzeit beobachteten Klima spielen dabei die klimatologischen Beziehungen zwischen angenommenen zukünftigen anthropogenen Emissionen, den daraus ermittelten Konzentrationen in der Atmosphäre und den resultierenden Veränderungen der Strahlungsbilanz für Auswirkungen relevanter klimatischer Parameter eine Rolle.

[QUELLE: in Anlehnung an IPCC 2013: Annex III (Glossary) [4]]

3.5

Klimaschutz

Mitigation

alle Bemühungen zum Schutz des globalen Klimas, also zur möglichst weitgehenden Vermeidung und Begrenzung des Klimawandels, sowie sämtliche Strategien und Maßnahmen zur Minderung der Emission klimarelevanter Gase (Treibhausgase)

[QUELLE: in Anlehnung an ARL (2013), Glossar Klimawandel und Raumentwicklung [3]]

3.6

Klimamodell

numerisches oder statistisches Modell, das eine Repräsentation der Atmosphäre enthält, die in ihr ablaufenden physikalischen und chemischen Prozesse beschreibt und Wechselwirkungen zwischen All, Atmosphäre und Erdoberfläche berücksichtigt

[QUELLE: in Anlehnung an ARL (2013), Glossar Klimawandel und Raumentwicklung [3]]

3.7

Klimaprojektion

mögliche zukünftige Entwicklung einzelner oder mehrerer Klimakenngrößen (Klimavariablen), wie sie auf der Basis von Szenarien mithilfe eines Klimamodells berechnet werden kann

[QUELLE: ARL (2013), Glossar Klimawandel und Raumentwicklung [3]]

3.8

Resilienz

Fähigkeit, Systemfunktionen auch unter sich wandelnden Rahmenbedingungen aufrecht zu erhalten

Anmerkung 1 zum Begriff: Zentrale Elemente sind dabei Anpassungskapazität, Widerstandsfähigkeit und Gestaltungsfähigkeit. Dementsprechend beschreibt Resilienz die Fähigkeit eines Systems, seine Funktion auch unter Stress (trotz massiver äußerer Störungen und interner Ausfälle) aufrecht zu erhalten.

[QUELLE: Born, Brand 2012: Glossar [5], modifiziert – „eines Systems, seine Dienstleistungen auch unter Stress und in turbulenten Umgebungen (trotz massiver äußerer Störungen und interner Ausfälle)“ wurde ersetzt durch „, Systemfunktionen auch unter sich wandelnden Rahmenbedingungen“; Anmerkung 1 zum Begriff wurde hinzugefügt.]

3.9

Gefährdung

räumlich und zeitlich mögliches Zusammentreffen einer Gefahrenquelle mit einem Schutzgut

Anmerkung 1 zum Begriff: Typische Gefahrenquellen für Leben, Gesundheit, Umwelt und Sachwert sind z. B. Arbeitsunfall, Brand, Extremwetterereignis, Pandemie.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Möglichkeit (Wahrscheinlichkeit) und Auswirkung (Ausmaß) einer Gefährdung wird auch als Risiko bezeichnet.

3.10

Unsicherheit

Ausmaß in dem ein Zustand oder ein Prozess unbekannt oder unbeherrschbar ist

BEISPIEL der zukünftige Zustand des Klimasystems, der zukünftige Zustand der Gesellschaft

Anmerkung 1 zum Begriff: Unsicherheit kann viele Quellen haben, von bezifferbaren Fehlern in Daten über mehrdeutig formulierte Konzepte und Terminologien bis hin zu unsicheren Projektionen über menschliches Verhalten und gesellschaftliche oder andere Entwicklungen. Unsicherheit kann deshalb entweder quantitativ angegeben werden, z. B. durch eine Spannweite von berechneten Werten aus verschiedenen Modellen, oder durch qualitative Aussagen, die das Urteil von Experten wiedergeben.

Anmerkung 2 zum Begriff: In Bezug auf die Auswirkungen des Klimawandels gibt es aus verschiedenen Gründen eine vergleichsweise große Unsicherheit, sodass sich derzeit zwar Trendaussagen machen lassen, das genaue Ausmaß des Klimawandels und seiner Auswirkungen (direkte und indirekte Folgen) jedoch nicht bekannt ist. Im Kontext von Klimaprojektionen beschreibt der Begriff Unsicherheit das Maß der möglichen Unterschiede der Ergebnisse. Diese möglichen Unterschiede resultieren aus 3 Prozessen: 1. Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen/Konzentration 2. Natürliche Klimaschwankungen auf Zeitskalen von mehreren Jahrzehnten 3. Unbekannte oder nicht vollständig verstandene oder unvollständig in den Klimamodellen repräsentierte Prozesse.

[QUELLE: in Anlehnung an ARL (2013), Glossar Klimawandel und Raumentwicklung [3]]

3.11

Vulnerabilität

Verwundbarkeit

Neigung dazu oder Prädisposition dafür nachteilig betroffen zu sein

Anmerkung 1 zum Begriff: Vulnerabilität umfasst eine Vielzahl von Konzepten und Elementen, unter anderem Empfindlichkeit oder Anfälligkeit gegenüber Schädigungen und die mangelnde Fähigkeit zur Bewältigung und Anpassung.

[QUELLE: DIN EN ISO 14091:2021-07, 3.12]

3.12

Vulnerabilitätsbewertung

Prozess zur systematischen Identifizierung, Analyse und Beurteilung der Vulnerabilität eines Systems (bzw. Subsystems) gegenüber Folgen des Klimawandels

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Wechselwirkungen einzelner Systemfunktionen untereinander, z. B. zwischen Klimaschutz und Anpassung an die Folgen des Klimawandels, müssen bei einer Vulnerabilitätsbewertung berücksichtigt werden.

3.13

Wetter

physikalischer Zustand der Atmosphäre zu einem bestimmten Zeitpunkt oder in einem kürzeren Zeitraum an einem bestimmten Ort oder in einem Gebiet, wie er durch die meteorologischen Elemente und ihr Zusammenwirken gekennzeichnet ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Wettergeschehen spielt sich überwiegend in der unteren Atmosphäre (Troposphäre) ab.

Anmerkung 2 zum Begriff: Ursache der Wetterabläufe sind die unterschiedliche Erwärmung der Erdoberfläche und daraus resultierend der darüber liegenden Luftschichten in Abhängigkeit von der geographischen Breite, der Höhenlage über NN, der Land-Meer-Verteilung, der Orographie, des Bewuchses usw.

Anmerkung 3 zum Begriff: Das Wetter wird mit Hilfe quantifizierbarer Parameter charakterisiert. Diese Parameter sind fundamentale Größen des Wetters (Wetterelemente) wie z. B. Lufttemperatur, Luftfeuchte, Luftdruck, Drucktendenz, Windrichtung und Windgeschwindigkeit, Bewölkung, Niederschlag.

[QUELLE: in Anlehnung an DWD Wetterlexikon des Deutschen Wetterdienstes (DWD), Online Portal [6]]

4 Anpassung an die Folgen des Klimawandels: Voraussetzungen und Rolle der Normung

4.1 Allgemeines

Beim andauernden Klimawandel spielen weniger die Veränderungen der Bezugswerte für die Er- und Überarbeitung von Normen eine Rolle als vielmehr die der Extremwerte, wie sie beispielsweise bei Extremwetterereignissen auftreten.

Erfahrungsgemäß können die notwendigen Funktionen ökologischer, ökonomischer oder sozialer Systeme durch Extremwetterereignisse erheblich beeinträchtigt werden. Bereits heute verursachen Extremwetterereignisse zudem Schäden in Milliardenhöhe. Nach den wissenschaftlichen Einschätzungen ist im Zuge des Klimawandels mit einer Zunahme der Häufigkeit, einer saisonalen und regionalen Verschiebung und einer verstärkten Dauer und Intensität von Extremereignissen in den kommenden Jahren zu rechnen.

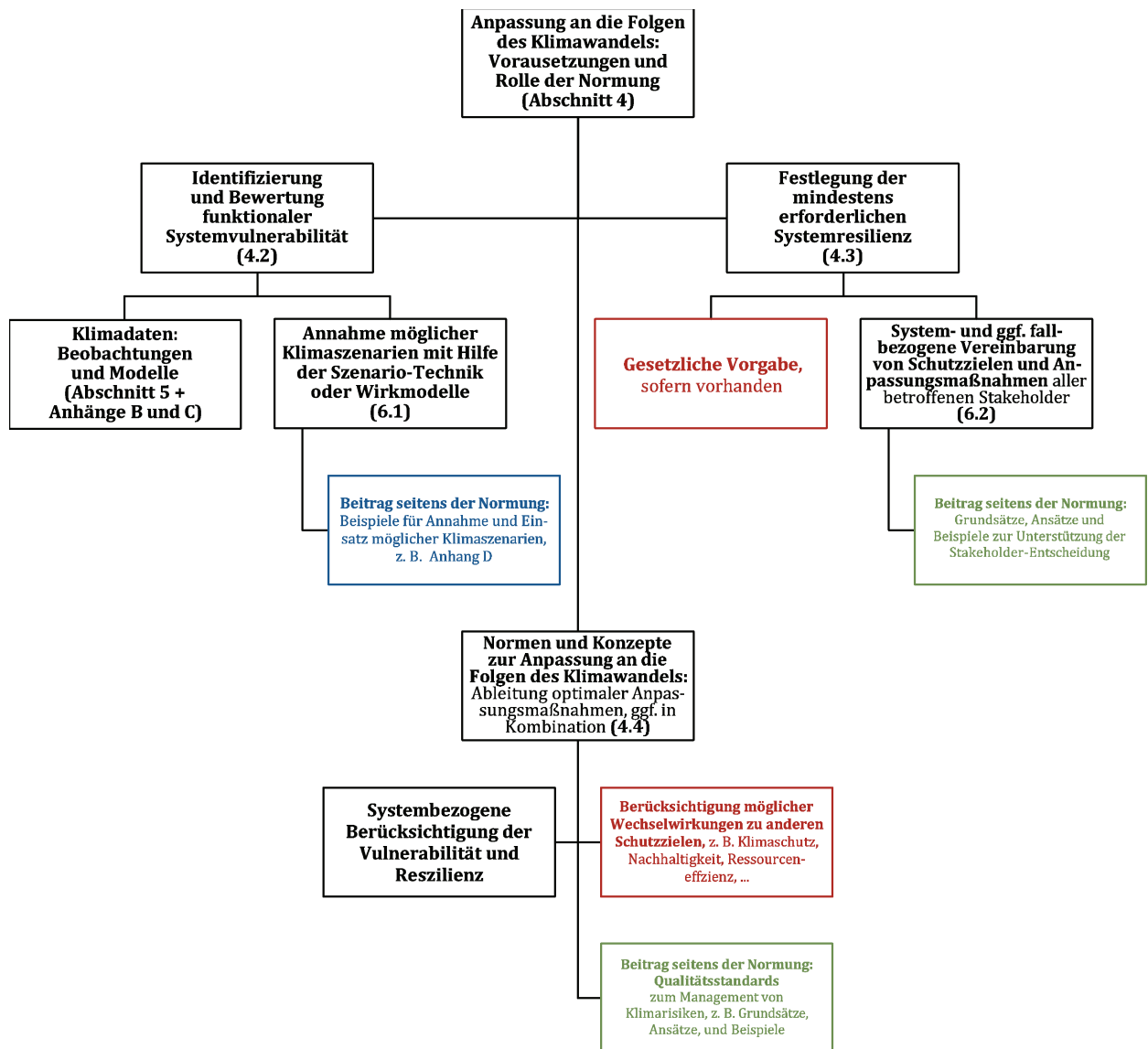
ANMERKUNG 1 Ein Extremwetterereignis ist ein am gegebenen Ort und zur gegebenen Jahreszeit seltenes Ereignis, dass mit Wetterbedingungen wie Hitze, Sturm oder Starkniederschlag verbunden ist.

ANMERKUNG 2 Verschiedene Systeme, Institutionen, Menschen und andere Lebewesen haben sehr unterschiedliche Fähigkeiten, sich auf potentielle Schäden einzustellen, Vorteile zu nutzen oder auf Auswirkungen zu reagieren.

Für die Planung und Umsetzung von Maßnahmen zur Anpassung sind normative Festlegungen als konkrete und technische Hilfestellungen sowie Leitlinien für die Praxis sinnvoll. Dabei können Gegenstände der Normen und Themen der Normung ggf. zur Erhöhung der Systemresilienz beitragen, etwa als Teil eines Anpassungskonzeptes. In diesem Fall müssen die betreffenden normativen Festlegungen an die geänderten Klimabedingungen angepasst und/oder neue normative Festlegungen für die Anpassung an die Folgen des Klimawandels entwickelt werden. Normen zielen insbesondere auf die vereinbarte Qualität von Managementsystemen, Dienstleistungen und Produkten mit standardisierten Kriterien und Verfahren zur Beurteilung, etwa Prüfkriterien und -verfahren ab.

4.2 Identifizierung und Bewertung funktionaler Systemvulnerabilität

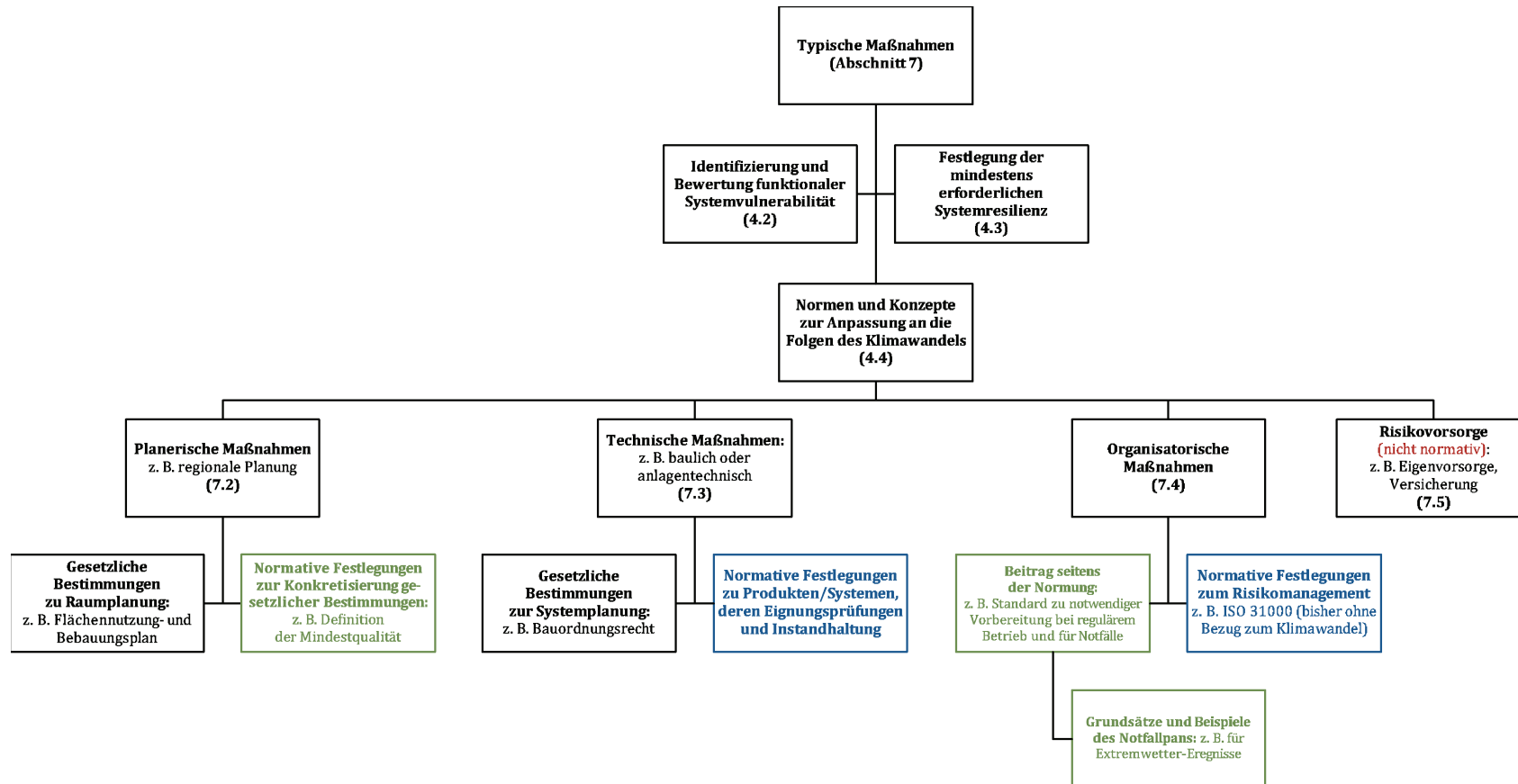
Zur Entwicklung eines systembezogenen Anpassungskonzeptes und damit zur Planung und Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen ist es zunächst erforderlich, die Systemvulnerabilität infolge des Klimawandels zu identifizieren und zu bewerten. Merkmale der Vulnerabilität sind z. B. Grad und Dauer sowie Konsequenzen eines Systemausfalls durch ein Extremwetterereignis. Zugleich muss die mindestens erforderliche Resilienz für das betrachtete System festgelegt werden. Unter diesen Voraussetzungen ist es möglich, Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels im Rahmen eines ganzheitlichen Konzeptes konkret und gezielt zu ergreifen (siehe Bild 1). Durch die gezielte Ergreifung von Maßnahmen kann die Differenz zwischen der festgelegten mindestens erforderlichen Systemresilienz und der erwarteten Systemvulnerabilität überwunden werden. Ein ganzheitliches Anpassungskonzept ist deshalb sinnvoll, weil die mindestens erforderliche Systemresilienz in der Regel erst durch eine Kombination verschiedener Maßnahmen erreicht werden kann (siehe Bild 2). Dabei müssen zudem weitere, für das zu betrachtende System relevante Ziele gleichzeitig abgewogen und berücksichtigt werden, etwa Klimaschutz, Nachhaltigkeit und Ressourceneffizienz.



Legende

- Festlegungen notwendig, aber nicht über Normung herleitbar
- ggf. Standard in Erarbeitung
- Standard verfügbar

Bild 1 — Grundlagen und Voraussetzungen zur Planung und Umsetzung des systembezogenen Anpassungskonzepts sowie Rolle der Normung



Legende

- ggf. Standard in Erarbeitung
- Standard verfügbar

Bild 2 — Planung und Umsetzung eines systembezogenen Anpassungskonzepts ggf. in Verbindung mit normativen Festlegungen

Zur Identifizierung und Bewertung funktionaler Vulnerabilität eines Systems, z. B. einer Infrastruktur, eines Unternehmens, eines Bauwerks oder einer Verwaltungseinheit, stehen grundsätzlich zwei Ansätze zur Verfügung.

Die regionale, örtliche oder objektbezogene Vulnerabilität eines Systems sollte mit allen verfügbaren Analysen der Klimaprojektionen, Beobachtungsdaten und getroffenen Annahmen untersucht werden. Die Auswirkungen des Klimawandels können mit Hilfe von Klimaprojektionen abgeschätzt werden (siehe 5.3). Klimaprojektionen dienen als Eingangsgrößen für die Planung und Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen. Allerdings sind Klimaprojektionen mit Unsicherheiten behaftet, die bei der Erstellung eines Anpassungskonzeptes und der Planung und Auslegung von Maßnahmen zu berücksichtigen sind. Hinweise zum Umgang mit diesen Unsicherheiten sind in Anhang C systematisch aufbereitet. Die Normung verwendet bisher aus gemessenen und geprüften Wetter- und Klimadaten abgeleitete Informationen als Eingangsgrößen für normative Festlegungen. Des Weiteren können auch Klimadaten Gegenstand der Standardisierung sein, etwa in Form einer Klimadaten-norm für die Bemessung von technischen Maßnahmen in bestimmten Sektoren.

Darüber hinaus kann die Systemvulnerabilität mit Hilfe von Annahmen klimatischer Einwirkungen auf das zu betrachtende System untersucht werden. Dabei können Schwachstellen im System auch ohne gesicherte Klimadaten aufgedeckt werden. Diese Vorgehensweise hat sich beim unternehmerischen Risikomanagement bewährt, ist für die Ableitung normativer Festlegungen bisher allerdings untypisch. Zur ingenieurtechnischen Auslegung als ein typisches Thema der Normung z. B., sind stets eindeutige Vorgaben notwendig, um die Qualität der Auslegung festzulegen. Gleichwohl sind die Grundsätze des Risikomanagements für Organisationen aller Art in DIN ISO 31000 [7] und DIN EN ISO 14091 [8] standardisiert. Im Anhang D zu diesem Dokument sind zudem Grundsätze und ein praktisches Beispiel der Vulnerabilitätsbewertung mit konkreten Vorschlägen für die erforderlichen Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels aufbereitet. Anhand dieses Beispiels wird eine systematische Vorgehensweise zur Vulnerabilitätsbewertung (Grundsätze, Kriterien und Verfahren) aufgezeigt.

Die Vulnerabilität eines Normungsgegenstandes kann z. B. mit Hilfe der Checkliste in Anhang A identifiziert werden.

4.3 Festlegung der mindestens erforderlichen Systemresilienz

Zur konkreten Bemessung der Anpassungsmaßnahmen müssen Zielvorgaben, regional, örtlich oder gesellschaftlich oder/und objektbezogen festgelegt werden. Sie kennzeichnen, welche angestrebte Resilienz des betreffenden Systems jeweils erreicht werden soll. Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels sind notwendig, wenn systembezogen die vorhandene Vulnerabilität die angestrebte Resilienz übersteigt. Diese Zielvorgaben zur Anpassung des Systems sind im Vergleich zum Schutz vor anderen Gefährdungen, z. B. Bränden, jedoch sowohl in gesetzlichen Bestimmungen als auch in normativen Festlegungen bisher nicht enthalten. Im Abschnitt 6 ist deshalb beispielhaft beschrieben, wie die benötigten Zielvorgaben zur Festlegung erforderlicher Anpassungsmaßnahmen örtlich oder objektbezogen abgeleitet und vereinbart werden können.

ANMERKUNG Mit der beispielhaften Anleitung im Abschnitt 6 soll die Entscheidung zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels konkret unterstützt werden. Dabei können die in der Praxis bewährten Grundsätze und Ansätze standardisiert und ggf. einer Normung zugeführt werden.

4.4 Normen und Konzepte zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels

Über die Identifizierung und Bewertung der Systemvulnerabilität, die sich aus den Folgen des Klimawandels ergibt, und über die Festlegung der mindestens erforderlichen Systemresilienz hinaus müssen weitere Aspekte bei der Planung und Umsetzung der Anpassungsmaßnahmen berücksichtigt werden. Dies ist deshalb erforderlich, weil das Ergebnis der Anpassung an die Folgen des Klimawandels eine funktionale Anforderung an das zu betrachtende System darstellt. Bei Bauwerken z. B. sind gemäß der europäischen Bauproduktenverordnung sieben Grundanforderungen zu erfüllen. National kommt u.a. die Anforderung der Barrierefreiheit noch hinzu. Dem entsprechend müssen alle relevanten Anforderungen und deren mögliche Wechselwirkungen im Anpassungskonzept berücksichtigt werden. Dabei kann es z. B. notwendig sein, die Maßnahmen zum Klimaschutz und zur Anpassung aufeinander abzustimmen, um eine gegenseitige funktionale Beeinträchtigung zu vermeiden bzw. zu minimieren.

Beim Konflikt verschiedener Anforderungen, die das zu betrachtende System gleichzeitig zu erfüllen hat, ist es ggf. erforderlich, die Erfüllung relevanter Anforderungen gegeneinander abzuwägen. Hierfür kann beispielsweise eine transparente Nutzen-Kosten-Analyse für die anstehende Entscheidung hilfreich sein, um technisch und wirtschaftlich ein systembezogenes Gesamtkonzept als optimale Lösung zu finden. Dabei ist es sinnvoll den Nutzen einer Lösung mit allen interessierten Parteien (Stakeholder) gemeinsam zu bewerten und nach Möglichkeit zu beziffern. An dieser Stelle können normative Festlegungen hinsichtlich der Qualität der Nutzen-Kosten-Analyse einen praktischen Beitrag zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels leisten.

Mit Blick auf den Klimawandel und die zu erwartenden Änderungen in einem System stellt die Anpassung an die Folgen des Klimawandels eine Managementaufgabe dar. Hierzu gehört z. B. die wiederkehrende Prüfung der Systemvulnerabilität und -resilienz gemäß des Regelkreises des Risikomanagements. Dementsprechend soll ein Konzept zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels wiederholt geprüft und wenn notwendig weiter optimiert werden, um die mindestens erforderliche Systemresilienz bei geänderten Randbedingungen einschließlich der klimatischen Bedingungen aufrecht zu erhalten.

ANMERKUNG Zum umfassenden Management von Klimarisiken können Normen und Normung ggf. auch einen Beitrag leisten, indem die Grundsätze sowie typischen Ansätze und Kriterien zur Aufstellung eines Anpassungskonzeptes normativ als Qualitätsstandard festgelegt werden.

5 Klimadaten: Beobachtungen und Modelle

5.1 Beobachtungsdaten

Beobachtungen sind der Schlüssel zu unserem Verständnis darüber, wie das Erdsystem – die Atmosphäre, die Ozeane, die Süßwasserkörper, das Land und die Biosphäre – unser Wetter und Klima formt und damit unsere Lebensbedingungen. Diese Daten sind die Grundlage zur Bewertung von Vulnerabilität und Resilienz.

Das Klima an einem Ort wird durch eine Vielzahl von Prozessen und Entwicklungen beeinflusst. Zum Verständnis der Wirkungszusammenhänge im Klimasystem muss nicht nur der Zustand der Atmosphäre, sondern in gleichem Maße auch der Zustand der Ozeane und der Landoberflächen und deren Änderungen über lange Zeiträume beobachtet und beschrieben werden. Um eine möglichst genaue Charakterisierung des Zustandes und der Variabilität des globalen Klimasystems sicherzustellen, hat das Global Climate Observation System (GCOS) zusammen mit dem Weltklimarat (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) und dem Weltklimafor-schungsprogramm (World Climate Research Programme, WCRP) eine Auswahl der wichtigsten Klimavariablen (Essential Climate Variables, ECVs) vereinbart [9]. Eine solche ECV (Essential Climate Variable) ist eine physikalische, chemische oder biologische Variable oder eine Gruppe verknüpfter Variablen, die entscheidend zur Charakterisierung des Klimas beiträgt.

Die Klimaüberwachung hat zum Ziel, in regelmäßigen Abständen den Zustand des Klimasystems darzustellen und mit einem Referenzzeitraum zu vergleichen. Resultate sind Karten von Mittelwerten, deren Abweichung von vieljährigen Werten oder aber lange Zeitreihen von Mittelwerten oder anderen statistischen Größen. Aber auch der Vergleich mit bekannten Extremwerten (Wetterrekorde) ist hilfreich, um eine Einordnung vornehmen zu können.

Ein Bericht über alle in Deutschland verfügbaren Beobachtungsdaten ist im Inventarbericht zum Global Climate Observing System (GCOS) (siehe Anhang B) enthalten.

5.2 Klimamodellierung

„Numerische Modelle [...] ermöglichen die Erforschung des Klimawandels besonders des menschlichen Einflusses auf das Klima. Klimamodelle können nicht nur das vergangene und jetzige Klima berechnen, sie können auch Änderungen des Klimas für die Zukunft bestimmen. Klimamodelle sind sehr komplexe Rechenmodelle, die beispielsweise Wechselwirkungsprozesse zwischen Atmosphäre, Ozean und Eis, aber auch den Landoberflächen sowie biologischen Prozesse, und auch die Variabilität der Sonneneinstrahlung berücksichtigen. Mit globalen Klimamodellen werden sogenannte Projektionen des zukünftigen Klimas berechnet, die dann in bestimmten Regionen, beispielsweise Europa, mit regional begrenzten Modellen verfeinert werden. Globale

Modelle sind geeignet, natürliche und menschenbeeinflusste Änderungen des Klimas für Zeiträume von Jahrzehnten bis Jahrhunderten abzubilden.“ [10]

5.3 Klimaprojektionen

Es ist nicht möglich, den Einfluss des Menschen auf das Klima der nächsten Jahre und Jahrzehnte genau zu beschreiben. Möglich sind aber Annahmen über den wahrscheinlichen Verlauf der Einflussnahme. Diese Annahmen werden in der Wissenschaft Klimaszenarien genannt. Wird ein globales Klimamodell dazu genutzt, den möglichen Klimawandel auf der Basis eines Klimaszenarios zu berechnen, so erfolgt das im Rahmen einer Klimaprojektion. Eine Klimaprojektion darf nicht mit einer Vorhersage verwechselt werden. Sie ist eine „was wäre wenn“-Rechnung auf der Basis des gewählten Klimaszenarios.

In den letzten Jahren wurde eine Vielzahl denkbarer Klimaszenarien entwickelt, die einen mehr oder minder starken Einfluss des Menschen auf das Klima beschreiben. In Vorbereitung auf den 5. Sachstandsbericht des IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) [11] wurden vier repräsentative Klimaszenarien oder „Konzentrationspfade“ (en: Representative Concentration Pathways – RCPs) ausgewählt. Hierbei handelt es sich um Klimaszenarien, die den Verlauf von Treibhausgaskonzentrationen und den Einfluss von Aerosol (kleinen Partikeln in der Atmosphäre wie z. B. Rußflocken) gemeinsam als Strahlungsantrieb beschreiben. Der Begriff Strahlungsantrieb ist vereinfacht als „zusätzliche/erhöhte“ Energiezufuhr für die Erde zu bezeichnen.

Die Klimaszenarien werden RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 und RCP8.5 genannt. Hierbei steht die jeweilige Zahl (z. B. 8.5) für den „zusätzlichen“ der Erde zur Verfügung stehenden Strahlungsantrieb von $8,5 \text{ W/m}^2$ im Jahr 2100 gegenüber der solaren Einstrahlung in den Jahren 1861 bis 1880. Dieser Zeitraum repräsentiert den Zustand des Klimas, bevor der Mensch wesentlichen Einfluss auf die Konzentration der Treibhausgase in der Atmosphäre genommen hat (im Weiteren vorindustrielles Niveau genannt). Die Entwicklung sozioökonomischer Faktoren, z. B. der Bevölkerung, der Energienutzung oder die Emissionen von Treibhausgasen werden nicht mit modelliert. Sie können aber indirekt den RCPs zugeordnet werden.

Das „Klimaschutz-Szenario“ (RCP2.6) basiert auf Annahmen, die der Zwei-Grad-Obergrenze entsprechen. Ziel ist eine Welt, in der im Jahr 2100 die globale Erwärmung nicht mehr als 2°C im Vergleich zum Jahr 1860 beträgt. Dafür wird ein Szenarien-Verlauf angenommen, der mit einer sehr starken und sehr schnellen Reduktion der Emission von Treibhausgasen gegenüber dem heutigen Zustand verbunden ist.

Das „Weiter-wie-bisher-Szenario“ (RCP8.5) beschreibt eine Welt, in der die Treibhausgase weiterhin ungebremst in die Atmosphäre ausgestoßen werden. Damit geht ein stetiger Anstieg des Strahlungsantriebes bis hin zum Jahr 2100 einher.

Eine Ensemble-Analyse (siehe Anhang C) hilft Bandbreiten von erwarteten Klimaveränderungen zu ermitteln. Letztendlich werden die realen Veränderungen wahrscheinlich innerhalb dieser Bandbreite liegen.

5.4 Ursachen für Bandbreiten der Klimaprojektionen

Wie im Klimanavigator [12] beschrieben sind Unsicherheiten oder besser Bandbreiten von Klimaprojektionen zurückzuführen auf:

- die **Annahmen von Szenarien**, die einer Klimaprojektion zu Grunde liegen. In diesen Klimaszenarien wird z. B. eine Abschätzung der zukünftigen Emission bzw. Konzentration von klimawirksamen Treibhausgasen und Aerosolen vorgenommen. Um dies zu ermöglichen, wurden Szenarien entwickelt, die Annahmen zur zukünftigen Entwicklung der Weltbevölkerung, der Weltwirtschaft und des technologischen Fortschritts zu Grunde legen. Sie liefern die Randbedingung, die für Klimaprojektionen benötigt werden.
- die **natürliche Klimavariabilität** des Klimasystems, die systemimmanent ist. Die vielfachen Wechselwirkungen – Rückkopplungsmechanismen – zwischen den Komponenten des Klimasystems sind nicht linear wie z. B. die Wechselwirkungen zwischen Ozean und Atmosphäre oder auch externe Einflüsse wie Schwankungen der Solarstrahlung. Nichtlinearität bedeutet hier, dass schon sehr geringe Änderungen im Ausgangszustand große Auswirkungen haben können. Das bedeutet für die Klimamodellierung, dass die natürliche, interne Variabilität abgeschätzt werden kann, indem mehrere Simulationen durchgeführt werden, die

sich nur in ihren Anfangsbedingungen, d. h. den Werten der Komponenten des Klimasystems zum Startzeitpunkt der Modellsimulation, etwas unterscheiden. Die Ergebnisse solcher Simulationen liegen dann innerhalb einer gewissen Bandbreite.

- die **Methode der Klimamodellierung**, denn einige Prozesse des Klimasystems werden nur unzureichend erfasst oder beispielsweise werden kleinräumige Prozesse nur näherungsweise berücksichtigt. Obwohl den meisten Klimamodellen dieselben physikalischen Prinzipien zu Grunde liegen und die für das Wetter und das Klima relevanten Prozesse berücksichtigen werden, gibt es doch Unterschiede in den mathematischen Beschreibungen dieser Prozesse sowie in den verwendeten, mathematischen Lösungsverfahren. Für regionale Klimamodelle spielen beispielsweise zusätzlich Größe, Gitterauflösung und Lage des Modellgebiets eine wesentliche Rolle und bei einer Kombination aus globalem Klimamodell und regionalem Klimamodell kann die Unsicherheiten sowohl aus dem globalen als auch aus dem regionalen Klimamodell stammen. Um die Größe der Modellunsicherheit bestimmen zu können, werden die Ergebnisse unterschiedlicher und möglichst unabhängig voneinander entwickelter Klimamodelle als Ensemble analysiert und die Bandbreite der Ergebnisse bestimmt (siehe Anhang C).

Modelle sind grundsätzlich grobe Vereinfachungen und Näherungen der Realität. Ein Effekt kann dabei sein, dass die Unsicherheiten umso größer werden, je feiner die zeitliche und räumliche Auflösung wird.

5.5 Reduzierung von Unsicherheiten

Unsicherheiten der Klimaprojektionen werden durch geeignete Maßnahmen, die in Anhang C beschrieben und erläutert werden, begrenzt und einschätzbar gemacht. Damit wird eine Basis zur Anpassung der Normen an die Folgen an den Klimawandel bereitgestellt (siehe Abschnitt 6).

6 Planung und Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen

6.1 Grundsätze

Die Anpassung von Normen an den Klimawandel ist vielschichtig und komplex und deshalb mit einem längeren Prozess verbunden. Wenn eine Norm vom Klima beeinflussbare Kennzahlen heranzieht, ist in der Regel die Ermittlung veränderter Kennwerte, möglicherweise unter Berücksichtigung von Bandbreiten, notwendig. Mit diesen geänderten Kennwerten kann der konkrete Handlungsbedarf mit Hilfe einer Vulnerabilitätsbewertung ermittelt werden.

Zur gezielten Ableitung wirksamer Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel sind zudem gesellschaftliche Vereinbarungen zu Schutzziele (6.2) erforderlich, wenn gesetzliche Vorgaben hierfür nicht bestehen oder nicht ausreichen. Zum Beispiel kann die Szenario-Technik zum Risikomanagement (6.3) oder die Nutzung von Wirkmodellen als Grundlage zur Auslegung von Maßnahmen herangezogen werden. Ein stufenweises Vorgehen (6.4) zur Berücksichtigung der relevanten klimatischen Veränderungen ist ein weiterer Baustein zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels.

ANMERKUNG Als Schutzziel wird ein festgelegtes Niveau oder ein vereinbarter Zustand der Resilienz bzw. Sicherheit bezeichnet, welches sich auf eine bestimmte Gefahrenquelle bezieht welches mindestens erreicht werden soll.

Bei der Planung von Anpassungsmaßnahmen sollte sowohl die Resilienz eines Systems (z. B. einer Infrastruktur) als auch die Resilienz einzelner Elemente des Systems (z. B. einer baulichen Anlage) betrachtet werden.

Technische Maßnahmen für ein betroffenes System können im Rahmen eines Konzeptes zur Anpassung an den Klimawandel vielfach maßgeblich zur Erhöhung der Systemresilienz bzw. zur Reduzierung der Systemvulnerabilität beitragen (siehe Abschnitt 4). Demnach ist eine Anpassung normativer Festlegungen für die relevanten technischen Maßnahmen sinnvoll.

Mit Blick auf die andauernden klimatischen Veränderungen sollte die Anpassung an den Klimawandel als eine wiederkehrende Aufgabe und somit als ein fester Bestandteil der Fortschreibung normativer Festlegungen betrachtet werden.