



LAWA

Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser

Mustertexte „Klimawandel“ für die Bewirtschaftungspläne nach Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) und für den Anhörungstext für die wichtige Frage der Gewässerbewirtschaftung „Berücksichtigung der Folgen des Klimawandels“

beschlossen auf der 158. LAWA-Vollversammlung
am 18./19. September 2019 in Jena

Ständiger Ausschuss „Klimawandel“ der LAWA (LAWA-AK)

Ständiger Ausschuss „Klimawandel“ der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA-AK)

Bearbeitet durch die LAWA-Expertengruppe „Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft“ / LAWA-Kleingruppe Mustertexte:

Baumgarten, Corinna	Umweltbundesamt
Blatter, Andrea	Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg
Emde, Franz August	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
Fink, Dr.-Ing. Gabriel	Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg
Gratzki, Dr. Annegret	Deutscher Wetterdienst
Hintermeier, Dr.-Ing. Karlheinz	Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz
Hofstede, Dr. Jacobus	Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung Schleswig-Holstein
Kluge, Gabriela	Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Energie Sachsen-Anhalt
Holl, Claudia	Behörde für Umwelt und Energie Hamburg
Joneck, Dr. Michael	Bayerisches Landesamt für Umwelt
Kohlhas, Eckhard	Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern
Lienau, Gerhild	Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz
Maurer, Dr.-Ing. Thomas	Bundesanstalt für Gewässerkunde
Mehlig, Bernd	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen
Scupin, Cornelia	Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz

Unter Mitwirkung von:

Henneberg, Simon, Oderkoordination, Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft des Landes Brandenburg

Abgestimmt mit LAWA-AG, LAWA-AH, LAWA-AO und den Flussgebietsgemeinschaften.

Impressum

Titel der Druckschrift:

Mustertexte „Klimawandel“ für die Bewirtschaftungspläne nach Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) und für den Anhörungstext für die wichtige Frage der Gewässerbewirtschaftung „Berücksichtigung der Folgen des Klimawandels“

Herausgeber:

Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)
Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz
Beethovenstraße 3
99096 Erfurt

© Erfurt, im September 2019

Bearbeitung/Text/Konzept/Redaktion:

LAWA-Expertengruppe „Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft“ / LAWA-Kleingruppe Mustertexte

Stand:

29.07.2019

Zitiervorschlag:

LAWA (2019): Mustertexte „Klimawandel“ für die Bewirtschaftungspläne nach Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) und für den Anhörungstext für die wichtige Frage der Gewässerbewirtschaftung „Berücksichtigung der Folgen des Klimawandels“. Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA).

Vorwort

Die Bund-Länder Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) hat in der 156. Vollversammlung die „Kleingruppe Mustertexte“ des LAWA-AK mit der Ausarbeitung von einheitlichen Mustertexten für die Berichterstattung nach WRRL, MSRL und HWRM-RL beauftragt. Hiermit wurde eine entsprechende Empfehlung der Europäischen Kommission zur Harmonisierung aufgegriffen.

Grundlage für die Erstellung der Mustertexte ist der Bericht „Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft - Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder“, der durch eine LAWA Expertengruppe erstellt und 2017 von der LAWA in deutscher und englischer Sprache veröffentlicht wurde (nachfolgend: LAWA Klimawandel-Bericht 2017). Mehr ins Detail gehende Informationen zu den hier komprimiert dargestellten Zusammenhängen können diesem Bericht entnommen werden. Bei der Erstellung der nachfolgenden Mustertexte wurden auch die Deutsche Anpassungsstrategie (DAS) und das Leitliniendokument „Flussgebietsgemeinschaften im Klimawandel“ der Common Implementation Strategy (CIS) der EU-Mitgliedstaaten beachtet.

Die Mustertexte für die WRRL wurden in Abstimmung mit den deutschen Flussgebietsgemeinschaften erstellt; unter anderem wurde 2018 ein gemeinsamer Workshop zur Abstimmung der erforderlichen Textbausteine durchgeführt. Der Mustertext für die HWRM-RL wurde in enger Zusammenarbeit mit der KG HWRM-Pläne des LAWA-AH erstellt und zur 157. LAWA VV vorgelegt. Die ursprünglich geplanten Mustertexte für die MSRL werden in Abstimmung zwischen der KG und dem Koordinierungsrat Meeresschutz von dort erstellt.

Die Mustertexte und der um eine klimarelevante Beurteilung ergänzte LAWA-BLANO Maßnahmenkatalog geben eine Arbeitshilfe zu einer einheitlichen Anwendung des LAWA Klimawandel-Berichts 2017.

Wichtiger Anwendungshinweis

Zweck der erarbeiteten Mustertexte und Bearbeitungshinweise ist die Unterstützung der Berichterstattung nach WRRL. Sie stellen den allgemeinen Stand des Wissens zu den Klimafolgen für Deutschland in generalisierter Form dar. Systematische, flächendeckende Aussagen für die einzelnen Bearbeitungsgebiete bzw. Regionen sind aufgrund der regional teilweise sehr unterschiedlichen Klimawandel-Folgen nicht möglich. Zur Illustration werden teilweise jedoch Beispiele angegeben sowie an geeigneter Stelle Bearbeitungshinweise angeboten. Der LAWA Klimawandel-Bericht 2017 ist als Hintergrunddokument für diese Mustertexte zu verwenden und liegt zu diesem Zweck auch in englischer Übersetzung vor. Darüber hinaus sollten regionale und lokale Studien und Berichte zu den Folgen des Klimawandels einbezogen werden. Dazu liefert der LAWA Klimawandel-Bericht 2017 im Anhang I eine Literatur- und Linkzusammenstellung der Länder und des Bundes.

Es gibt Themen, zu denen der LAWA Klimawandel-Bericht 2017 keine Aussagen trifft, weil es sich entweder um weitergehende Schlussfolgerungen handelt (z. B. ökonomische Analysen) oder um noch nicht ausreichend erforschte Zusammenhänge. Hier werden von der KG Mustertexte keine Vorschläge zur Herangehensweise angeboten.

I Textbausteine zum Klimawandel in den WRRL-Bewirtschaftungsplänen (BWP)

1 Einführungskapitel „Klimawandel und dessen Auswirkungen auf die WRRL“ (Kapitel 2.3 BWP-Mustergliederung (Stand 28.01.2019))

Der Klimawandel und seine Folgen sind eine der großen Herausforderungen der heutigen Zeit. Insbesondere extreme Wetterereignisse wie Starkregenereignisse, die zu lokalen Überschwemmungen mit erheblichen Schäden (z. B. Braunsbach und Simbach 2016) führten, langanhaltende Niederschlagsereignisse wie 2003 und 2013, die an den großen Gewässern Donau und Elbe massive Hochwasserschäden verursacht haben oder die Trockenperiode 2018, bei der regional ganze Flussabschnitte trockengefallen sind, machen uns mögliche Auswirkungen bewusst. Durch die Auswertung der Messreihen vergangener Jahre wurde immer deutlicher, dass der Klimawandel den Wasserhaushalt von Flussgebieten zurzeit stärker beeinflusst als das Mitte des vergangenen Jahrhunderts noch der Fall war und solche Ereignisse häufiger werden. Veränderungen der Wasserhaushaltsgrößen sowie der Wasserqualität sind gegenwärtig jedoch noch nicht präzise vorhersagbar. Trotzdem müssen die Auswirkungen des Klimawandels im Rahmen der Bewirtschaftungsplanung angemessen berücksichtigt werden.

Bereits im Jahr 2010 hat die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) das Strategiepapier „Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft – Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder“ veröffentlicht (LAWA 2010). Dieses Strategiepapier wurde 2017 aktualisiert (LAWA 2017). Mittlerweile sind nicht nur die Erkenntnisse zum Klimawandel, seinen Folgen und möglichen Gegen- und Anpassungsmaßnahmen fortgeschritten, auch die klimapolitischen Entwicklungen auf internationaler und nationaler Ebene haben zu ersten Ergebnissen geführt. Basierend auf dem Fünften Sachstandsbericht des Weltklimarats (IPCC 2014; IPCC-DE 2016) hat sich die internationale Staatengemeinschaft auf dem Klimagipfel in Paris 2015 Ziele für die Eindämmung des Klimawandels und zur Anpassung an seine unvermeidlichen Folgen gesetzt.

Parallel dazu hat die Europäische Kommission 2013 eine Anpassungsstrategie (Europäische Kommission, 2013) aufgestellt, während auf Bundesebene in Abstimmung mit den Bundesländern die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS, Bundesregierung 2008) veröffentlicht und mit dem Aktionsplan Anpassung (APA, Bundesregierung 2011) und dem Fortschrittsbericht (APA II, Bundesregierung 2015) fortgeschrieben wurde. Darüber hinaus haben die Länder zahlreiche eigene Aktivitäten entwickelt und auf ihre spezifische Betroffenheit abgestellte Klimamodelle sowie eigene Klimaanpassungsstrategien erarbeitet.

Hinweis: Zum Zeitpunkt der Bearbeitung dieser Textbausteine wurde auf Seiten des Bundes an einer Fortschreibung der Deutschen Anpassungsstrategie gearbeitet, sofern diese zum Zeitpunkt der Endredaktion der BWP veröffentlicht ist, sollten die Ergebnisse hier berücksichtigt werden.

Zum Einfluss des Klimawandels auf Gewässer wurden in Deutschland zahlreiche Studien durchgeführt. Grundlage dieser Studien sind Klimaprojektionen, mit denen das Klima der Zukunft abgeschätzt wird.

1.1 Klimaprojektionen Allgemein

Das Klima der Zukunft wird mit Klimaprojektionen abgeschätzt. Klimaprojektionen sind mögliche Entwicklungen des zukünftigen Klimas, die unter anderem auf der Grundlage von Szenarien zukünftiger Treibhausgasemissionen oder -konzentrationen mit Hilfe von Klimamodellen berechnet werden. Eine Klimaprojektion ist keine Klimavorhersage, da sie das zukünftige Klima nicht exakt vorhersagt, sondern einen möglichen und plausiblen Zukunfts-Zustand des Klimasystems beschreibt.

1.2 Emissions- und Konzentrationsszenarien

Die zukünftigen Emissionen und Konzentrationen von Treibhausgasen sind von den technologischen und sozioökonomischen Entwicklungen der Menschheit abhängig. Diese möglichen Entwicklungen werden über eine Spannweite von Emissions- oder Konzentrationsszenarien abgebildet.

Die im 5. Sachstandsbericht des Weltklimarates 2013 genutzten Szenarien beschreiben an die Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre gekoppelte repräsentative Pfade des Strahlungsantriebs in W/m^2 (Representative Concentration Pathways, RCP). Das Szenario RCP4.5 steht dabei für einen global gemittelten Strahlungsantrieb von $4,5 \text{ W/m}^2$ im Jahre 2100 gegenüber 1850.

Das RCP8.5 Szenario entspricht einer Welt, in der keinerlei Maßnahmen zum Klimaschutz unternommen werden und das Wirtschaftswachstum weiterhin auf der Verbrennung fossiler Energieträger fußt („Weiter-wie-bisher“-Szenario). RCP4.5 spiegelt eine moderate, ressourcenschonende Entwicklung wider. RCP2.6 zeichnet ein optimistisches Bild („Klimaschutz“-Szenario), dessen Emissionspfad nur durch eine schnelle und starke Reduktion aller Treibhausgasemissionen zu erreichen wäre und entspricht in etwa dem sogenannten 2-Grad-Ziel der UN-Vereinbarung von Paris.

1.3 Klimamodelle Allgemein

Für die Berechnung des vergangenen und zukünftig möglichen Klimas bilden Klimamodelle die Prozesse der Atmosphäre, Ozeane, des Bodens, der Biosphäre und der Kryosphäre nach. Dabei wird die Erde mit einem dreidimensionalen Gitternetz überzogen. Die Auflösung (Gitterpunktabstand) globaler Klimamodelle ist sehr grob, damit sie innerhalb einer akzeptablen Rechenzeit über einen langen Modellierungszeitraum gerechnet werden können. Obwohl diese Modelle die grundlegende großräumige Variabilität des Klimas ausreichend beschreiben, reicht die Auflösung nicht aus, um Unterschiede in den Ausprägungen des Klimawandels einer bestimmten Region der Erde (z. B. Deutschland) detailliert darzustellen. Hierfür werden höher aufgelöste regionale Klimamodelle eingesetzt, die in die globalen Klimamodelle eingebettet sind. Aus den Berechnungen mehrerer, verschiedener Klimamodelle (Klimamodellensemble) ergeben sich Bandbreiten von Ergebnissen (Unsicherheiten), die aus den verschiedenen Klimaszenarien und aus anderen Faktoren wie Modellungenauigkeiten und interner Variabilität des Klimas herrühren.

1.4 Effekte des Klimawandels in Deutschland

1.4.1 Lufttemperatur

Die Jahresdurchschnittstemperatur (Referenzperiode: 1961–1990) beträgt für Deutschland rund 8,2 °C. Sie ist seit 1881 bis 2015 im Mittel um ca. 1,4 °C angestiegen und liegt damit über der globalen mittleren Zunahme von ca. 1 °C. Der Anstieg war mit ca. 0,5 °C in den letzten drei Dekaden besonders stark und geht auf die überdurchschnittlich hohen Jahresmitteltemperaturen der letzten Jahre zurück. Seit 1881 wurde 2018 als das bisher wärmste Jahr (Mitteltemperatur 10,5 °C) in Deutschland beobachtet. Zehn der 16 wärmsten Jahre liegen im 21. Jahrhundert. In der Folge des Anstiegs der Lufttemperatur sind auch häufiger Tage mit sehr hohen Temperaturen und Hitzeperioden aufgetreten.

Für die nahe Zukunft (2021–2050) wird ein Anstieg der Jahresmitteltemperatur um 1–2 °C im Vergleich zu 1971–2000 projiziert. Bis 2100 gibt es dann deutliche Unterschiede zwischen den Szenarien. Beim „Klimaschutz“-Szenario (RCP2.6) zeigt sich eine Stabilisierung auf eine Erwärmung von ca. 1–2 °C. Beim „Weiter-wie-bisher“-Szenario (RCP8.5) wird eine deutschlandweite mittlere Erwärmung von im Mittel 3–4 °C projiziert. Generell zeigen die Modellberechnungen eine in der südöstlichen Hälfte Deutschlands stärkere Erwärmung als im Nordwesten.

Aufgrund der weiter fortschreitenden Erwärmung ist es sehr wahrscheinlich, dass hohe Temperaturen häufiger auftreten und mit langanhaltenden Hitzeperioden verbunden sein werden.

1.4.2 Niederschlag

In Deutschland fallen im Durchschnitt (1961–1990) 789 mm Niederschlag pro Jahr. In den nordöstlichen und zentralen Teilen Deutschlands sind mittlere jährliche Niederschlagshöhen von unter 600 mm, in den höheren Lagen der Alpen und des Schwarzwaldes von über 1.500 mm normal. Die deutschlandweite jährliche Niederschlagshöhe nahm von 1881 bis 2015 um 77 mm bzw. 10 % des Mittelwertes der Referenzperiode 1961–1990 zu. Allerdings sind die Jahr-zu-Jahr-Variabilität in der Zeitreihe und die regionalen Unterschiede in den Trends stark ausgeprägt. Die Auswertungen zur Verteilung des Niederschlags auf das Sommer- und Winterhalbjahr oder auch die Jahreszeiten zeigen, dass die mittleren Niederschlagshöhen im Winterhalbjahr um ca. 25 % deutlich zugenommen haben, während sie im Sommerhalbjahr gleichbleibend bis leicht rückläufig sind.

Bis zur Mitte des Jahrhunderts werden im Mittel über Deutschland kaum Änderungen in der mittleren Jahressumme des Niederschlags projiziert. Für die ferne Zukunft ergeben die Klimarechnungen eine moderate Zunahme des Jahresniederschlags, wobei mit regionalen Unterschieden zu rechnen ist. Für die Wintermonate zeigen beide Zeithorizonte eine Tendenz einer Zunahme der Niederschlagsmenge. Dabei sind mittlere Zunahmen von 5–20 % für die nahe Zukunft (2021–2050) zu erwarten. Für den Sommer sind die Entwicklungen in der nahen Zukunft nicht eindeutig. Es gibt aber Tendenzen zu trockeneren Sommern in der fernen Zukunft (2071–2100). Es muss damit gerechnet werden, dass extreme Situationen zunehmen.

Bearbeitungshinweis:

Weitere Auswirkungen des Klimawandels auf Temperatur und Niederschlag sind in Kap. 3 des LAWA Klimawandel-Berichts 2017 beschrieben. Für räumlich genauere Charakterisierungen der Flussgebiete bzw. deren Teilgebiete können flussgebietsspezifische Detailaussagen eingefügt werden, z. B. aus regionalen Untersuchungen der Länder oder der Flussgebietsgemeinschaften.

1.4.3 Wind (nur für BWP mit Küstenanteil)

An den deutschen Küsten sind beobachtete Änderungen im winterlichen Sturmklima insbesondere wegen der damit verbundenen Änderungen in den Sturmflutwasserständen von Bedeutung. Die Sturmintensität in der Periode 1986–2015 lag rein rechnerisch um etwa 1 % höher als in der Klimareferenzperiode 1961–1990. Diese Änderung kann nicht als signifikante Zunahme der Sturmaktivität interpretiert werden. An der Nordseeküste fiel die Zunahme etwas stärker, an der Ostseeküste etwas geringer aus.

Nach dem aktuellen Stand der Forschung ist die Änderung der Sturmintensität im Winter in Norddeutschland bis Ende des 21. Jahrhunderts (2071–2100) im Vergleich zu heute (1961–1990) unklar. Einige Modelle zeigen eine Zu-, andere eine Abnahme, die Spannbreite der möglichen Änderung liegt zwischen -8 % und +10 %.

Insgesamt wird gegenwärtig tendenziell von folgenden Effekten ausgegangen:

- Weitere Zunahme der mittleren Lufttemperatur,
- Erhöhung der Niederschläge im Winter,
- Abnahme der Zahl der Regenereignisse im Sommer,
- Zunahme der Starkniederschlagsereignisse, sowohl in der Häufigkeit als auch in der Intensität,
- längere und häufigere Trockenperioden.

1.5 Wasser – Auswirkungen des Klimawandels

Die Änderung des Klimas wirkt sich auf die hydrologischen Kenngrößen aus. Sogenannte Wirkmodelle (z. B. Wasserhaushaltsmodelle) quantifizieren diese Auswirkungen. Dabei erzeugt ein Ensemble von Klimaszenarien ein entsprechendes Ensemble möglicher Auswirkungen auf die Wasserwirtschaft. Klimawandelbedingte Änderungssignale lassen sich aus dem Vergleich von simuliertem Ist-Zustand (Referenzperiode) und berechneter Zukunft ableiten.

Bearbeitungshinweis:

Weitere Auswirkungen des Klimawandels auf wichtige hydrologische Kenngrößen sind in generalisierender Form in Kap. 4.1.1 (Oberirdischer Abfluss) und Kap. 4.2.1 (Grundwasserneubildung) des LAWA Klimawandel-Berichts 2017 beschrieben. Für räumlich genauere Charakterisierungen der Flussgebiete bzw. deren Teilgebiete sollten flussgebietsspezifische Detailaussagen eingefügt werden, z. B. aus regionalen Untersuchungen der Länder oder der Flussgebietsgemeinschaften. Dazu liefert der LAWA Klimawandel-Bericht 2017 im Anhang I eine Literatur- und Linkzusammenstellung der Länder und des Bundes.

1.5.1 Auswirkungen auf mittlere Abflüsse und das Abflussregime

Der Klimawandel wirkt sich auf die Abflüsse und Abflussregime in Deutschland regional unterschiedlich aus.

Bearbeitungshinweis:

Generalisierte Textbausteine können aus Kap. 4.1.1.1 (Mittlerer Abfluss und Abflussregime) des LAWA Klimawandel-Berichts 2017 entnommen werden. Für die Flüsse Rhein, Elbe und Donau finden sich dort auch zusammengefasste Ergebnisse aus dem Forschungsprogramm KLIWAS. Nachfolgend sind einige Beispiele aufgeführt, denen das Emissionsszenario A1B des SRES zugrunde liegt.

Textbaustein für den Flusslauf des Rheins

Für den Rhein (ohne Nebenflüsse) zeigt die überwiegende Zahl der Projektionen in der nahen Zukunft (2021–2050) ansteigende mittlere Jahresabflüsse, wobei der Anstieg bei uneinheitlichen Veränderungen im Sommerhalbjahr vor allem durch Anstiege im Winterhalbjahr bedingt ist.

In der fernen Zukunft (2071–2100) verstärkt sich am Rhein der Unterschied der mittleren Jahresabflüsse zwischen Sommer- und Winterhalbjahr, wobei im Jahresmittel für Ober- und Mittelrhein leichte Abnahmen und Zunahmen etwa gleich häufig projiziert wurden, für den Niederrhein hingegen nur Zunahmen.

Textbaustein für den Flusslauf der Elbe

An der Elbe verändern sich die mittleren Jahresabflüsse in der nahen Zukunft (2021–2050) kaum. Betrachtet man Sommer und Winter differenziert, so ist im Sommerhalbjahr eine Tendenz zu abnehmenden Abflüssen zu erkennen, während für das Winterhalbjahr uneinheitliche Veränderungen projiziert werden.

In der fernen Zukunft (2071–2100) verstärkt sich an der Elbe der Unterschied zwischen Sommer- und Winterhalbjahr. Dann zeigen sowohl die Projektionen der mittleren Jahresabflüsse und mehr noch die des Sommerhalbjahres überwiegend eine Tendenz zu abnehmenden Abflüssen. Für das Winterhalbjahr gibt es auch in der fernen Zukunft keine ausgeprägte Richtung des Ensembles, jedoch vergrößert sich die Bandbreite.

Textbaustein für den Flusslauf der Donau

An der deutschen Donau verändern sich in der nahen Zukunft (2021–2050) die mittleren Jahresabflüsse kaum. Betrachtet man Sommer und Winter differenziert, so werden im Winterhalbjahr überwiegend uneinheitliche Veränderungen projiziert, mit Ausnahme für den Inn und die Donau unterstrom der Innmündung, wo eher ansteigende Abflüsse projiziert werden. Im Sommerhalbjahr ist allgemein eine Tendenz zu abnehmenden Abflüssen zu erkennen.

In der fernen Zukunft (2071–2100) verstärkt sich an der deutschen Donau für die mittleren Jahresabflüsse der Unterschied zwischen Sommer- und Winterhalbjahr, wobei im Jahresmittel dann überwiegend Abnahmen und weniger Zunahmen projiziert werden. Nur der Inn selbst wird dann im Winter eher höhere Abflüsse aufweisen.

Bearbeitungshinweis:

Der folgende Textbaustein ist dem Projekt KLiBiW, Phase 4, September 2017 entnommen. Er ist ein Beispiel für flussgebietsspezifische Detailaussagen aus regionalen Untersuchungen des Landes Niedersachsen, dem das Emissionsszenario A1B des SRES zugrunde liegt.

Textbaustein für den Flusslauf der Weser

Für die Weser sind Zunahmen der Jahresmittelwerte des Abflusses und der mittleren Abflüsse im Winter in beiden Zukunftszeiträumen zu erwarten (gegenüber dem Referenzzeitraum 1971-2000). Auf Basis der betrachteten Klimamodellensembles setzen sich die beobachteten abnehmenden Trends im Sommer nicht fort. Stattdessen sind, vor allem in der fernen Zukunft (2071–2100), nur schwache, teils uneinheitliche Veränderungen der Abflüsse im Sommerhalbjahr zu erwarten.

1.5.2 Niedrigwasser

Der Klimawandel wirkt sich auf die Niedrigwasserabflüsse in Deutschland regional unterschiedlich aus.

Bearbeitungshinweis:

Generalisierte Textbausteine können aus Kap. 4.1.1.2 (Niedrigwasser) des LAWA Klimawandel-Berichts 2017 entnommen werden. Für die Flüsse Rhein, Elbe und Donau finden sich dort auch zusammengefasste Ergebnisse aus dem Forschungsprogramm KLIWAS. Nachfolgend finden sich einige Beispiele, denen das Emissionsszenario A1B des SRES zugrunde liegt. Für den Rhein findet sich zusätzlich eine zusammenfassende Übersicht unter Einbeziehung weiterer Studien im IKSR-Bericht Nr. 248 (2018).

Textbaustein für den Flusslauf des Rheins

Am Rhein werden Niedrigwassersituationen in der nahen Zukunft zunächst eher etwas seltener auftreten (gegenüber dem Referenzzeitraum 1971-2000), bevor sich diese Entwicklung zum Ende des Jahrhunderts umkehrt.

Textbaustein für den Flusslauf der Elbe

An der Elbe zeigt das Ensemble hinsichtlich des Auftretens von Niedrigwassersituationen in der nahen Zukunft zunächst keine ausgeprägte Entwicklungsrichtung. Gegen Ende des Jahrhunderts überwiegen Projektionen mit häufigeren bzw. langanhaltenderen Niedrigwasserperioden.

Textbaustein für den Flusslauf der Donau

An der deutschen Donau sind Niedrigwassersituationen bereits in der nahen Zukunft etwas häufiger zu erwarten, mit steigender Tendenz zum Ende des Jahrhunderts. Dies gilt mit Ausnahme des Inns und der vom Inn beeinflussten Pegel, wo uneinheitliche Verhältnisse zu erwarten sind.

Bearbeitungshinweis:

Der folgende Textbaustein ist dem Projekt KLiBiW, Phase 4, September 2017 entnommen. Er ist ein Beispiel für flussgebietsspezifische Detailaussagen aus regionalen Untersuchungen des Landes Niedersachsen, dem das Emissionsszenario A1B des SRES zugrunde liegt.

Textbaustein für den Flusslauf der Weser

Die Veränderungen an der Weser zeigen sich in der nahen Zukunft noch etwas heterogen, wobei tendenziell eher mit einer leichten Verschärfung der Niedrigwasserverhältnisse zu rechnen ist. Gegen Ende des Jahrhunderts sind die Entwicklungstendenzen eindeutiger und es kommt zu stärker ausgeprägten und länger anhaltenden Niedrigwasserperioden.

1.5.3 Hochwasser

Der Klimawandel wirkt sich auf die Hochwasserabflüsse in Deutschland regional unterschiedlich aus.

Bearbeitungshinweis:

Generalisierte Textbausteine können aus Kap. 4.1.1.3 (Hochwasser) des LAWA Klimawandel-Berichts 2017 entnommen werden. Wichtig ist es, zwischen Aussagen zu mittleren jährlichen Hochwassern einerseits und ungewöhnlichen Hochwasserabflüssen im Sinne der Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (HWRM-RL) andererseits zu unterscheiden. Für die Flüsse Rhein, Elbe und Donau finden sich für die mittleren jährlichen Hochwasser zusammengefasste Ergebnisse aus dem Forschungsprogramm KLIWAS. Nachfolgend finden sich einige Beispiele, denen das Emissionsszenario A1B des SRES zugrunde liegt.

Textbaustein für den Flusslauf des Rheins

Am Rhein werden jährlich auftretende Hochwasser im Mittel in der nahen Zukunft eher leicht und in der fernen Zukunft etwas stärker ansteigen. Dies bedeutet eine häufigere Überschreitung kritischer Schwellenwerte.

Textbaustein für den Flusslauf der Elbe

An der Elbe werden sich jährlich auftretende Hochwasser gemäß den Projektionen je nach Pegel teilweise eher uneinheitlich und teilweise eher leicht abnehmend entwickeln. Dies trifft sowohl für die nahe als auch für die ferne Zukunft zu.

Textbaustein für den Flusslauf der Donau

An der deutschen Donau werden jährlich auftretende Hochwasser gemäß den Projektionen an Pegeln oberhalb der Innmündung eher stagnieren und die Häufigkeit an den vom Inn beeinflussten Pegeln eher abnehmen. Diese Tendenzen verstärken sich gegen Ende des Jahrhunderts.

Bearbeitungshinweis:

Der folgende Textbaustein ist dem Projekt KLiBiW, Phase 4, September 2017 entnommen. Er ist ein Beispiel für flussgebietsspezifische Detailaussagen aus regionalen Untersuchungen des Landes Niedersachsen, dem das Emissionsszenario A1B des SRES zugrunde liegt.

Textbaustein für den Flusslauf der Weser

Im Einzugsgebiet der Weser sind für die nahe Zukunft die Veränderungen der Scheitelabflüsse von Hochwasserereignissen nur schwach und heterogen ausgeprägt. Nur im Sommerhalbjahr zeigen sich einheitlich zunehmende Tendenzen. In der fernen Zukunft kommt es zur Zunahme der Scheitelabflüsse von Hochwasserereignissen, wobei stärkere Zunahmen im Sommer als im Winter zu erwarten sind.

1.5.4 Sturzfluten

Vor dem Hintergrund des Klimawandels ist eine Zunahme von Starkregenereignissen und damit eine Verschärfung der daraus resultierenden Risiken auch hinsichtlich lokaler Sturzfluten wahrscheinlich. Die Projektionen von seltenen Extremereignissen sind mit starken Unsicherheiten behaftet und zurzeit noch nicht hinreichend belastbar. Insoweit sind quantitative Aussagen zur Veränderung lokaler Sturzfluten nicht möglich.

Bearbeitungshinweis:

Generalisierte Textbausteine können aus Kap. 4.1.1.4 (Sturzfluten) des LAWA Klimawandel-Berichts 2017 sowie der LAWA-Strategie für ein effektives Starkregenrisikomanagement (2018) entnommen werden.

1.5.5 Auswirkungen auf die hydromorphologischen Qualitätskomponenten

Von den im Anhang V Nummer 1.1.1 der EG-WRRL genannten hydromorphologischen Qualitätskomponenten (QK) kann nur die Komponente „Abfluss und Abflussdynamik“ (auch Wasserhaushalt genannt) vom Klimawandel unmittelbar beeinflusst werden.

Seit Jahrhunderten hat der Mensch auf die Gestalt und die Wasserführung von Gewässern eingegriffen. Daher ist es in der Praxis sehr schwierig, klimabedingte Veränderungen des Wasserhaushaltes zu messen. Die Modelle sagen längere und extremere Dürreperioden aber auch häufigere Hochwassersituationen nach extremen Niederschlägen voraus. Wie die anderen hydromorphologischen QK wird der Wasserhaushalt als unterstützende QK herangezogen, um die Befunde bei der biologischen Bewertung besser verstehen oder erklären zu können. Ob und wie sich das Artenspektrum in und am Gewässer auf die zu erwartenden Veränderungen einstellen wird, sollte in Zukunft näher untersucht werden.

1.5.6 Auswirkungen auf diffuse / punktuelle Nähr- und Schadstoffeinträge

Mit dem Klimawandel und der für die Zukunft projizierten Erwärmung steigt grundsätzlich das Potential für höhere Niederschlagsmengen und damit auch das Risiko für häufigere und extremere Niederschlagsereignisse. Gemäß den Projektionen regionaler Klimamodelle ist nach derzeitigem Stand für Deutschland davon auszugehen, dass sich der Anstieg von Starkniederschlägen der Dauerstufe 24 Stunden im Winterhalbjahr bis zum Jahre 2100 weiter fortsetzen wird (s. LAWA-Klimawandelbericht 2017 S. 27).

Bei erhöhten Niederschlägen insbesondere in Kombination mit der veränderten Landnutzung können somit mehr Feinsedimente sowie Nähr- und Schadstoffe aus der Fläche in die Gewässer eingetragen werden.

Nach Auerswald (2018) hat die Regenerosivität bereits von 1971 bis heute um mehr als 35% zugenommen und wird sich bis 2050 gegenüber dem Referenzzeitraum 1971-2000 etwa

nochmals verdoppeln. Damit verdoppeln sich auch die Bodenabträge, sofern keine wesentlichen Gegenmaßnahmen ergriffen werden. Mit den prognostizierten höheren Niederschlägen im Winter wird auch das Risiko steigen, dass in dieser Jahreszeit höhere Mengen an Nitrat ausgewaschen werden.

Bearbeitungshinweis:

Änderungen der Stoffeinträge infolge des Klimawandels und des damit zusammenhängenden veränderten Niederschlagsregimes werden als Sekundärfolgen eingestuft. Hinsichtlich dieser Sekundärfolgen besteht noch Forschungsbedarf, weswegen hierzu keine belastbaren Aussagen getroffen werden können. Weitere Ausführungen finden sich in Kap. 7.2 (Einfluss des Klimawandels auf Zielgrößen der Gewässergüte), 4.1.2 (Ökologie der Fließgewässer) sowie 5.7 (Gewässerökosystemschutz) des LAWA Klimawandel-Berichts 2017.

1.5.7 Grundwasserneubildung

Durch den Klimawandel ist sowohl eine Zu- oder Abnahme der jährlichen Grundwasserneubildung als auch eine Veränderung der Grundwasserneubildung im innerjährlichen Verlauf möglich. Die sich einstellenden Veränderungen werden sich auf das Grundwasserdargebot (Grundwassermenge) und die Grundwasserstände auswirken. Anthropogene Eingriffe in das Grundwasserregime können die klimatischen Auswirkungen auf Grundwasserdargebot und Grundwasserstände abschwächen oder verstärken.

1.5.8 Grundwasserqualität

Steigende Lufttemperaturen und ein sich veränderndes Niederschlagsregime, aber auch mit dem Klimawandel einhergehende Nutzungsänderungen (z. B. Intensivierung der Landwirtschaft) können Veränderungen der chemischen, physikalischen und biologischen Prozesse im Grundwasser auslösen und zu einer Veränderung der Grundwasserqualität führen.

Bearbeitungshinweis:

Generalisierte Textbausteine können aus Kap. 4.2 (Grundwasser) des LAWA Klimawandel-Berichts 2017 entnommen werden.

1.5.9 Auswirkungen auf die biologischen Qualitätskomponenten

Natürliche und naturnahe Gewässerabschnitte sind aufgrund ihrer Strukturvielfalt deutlich stabiler und damit widerstandsfähiger gegenüber Veränderungen im Wasserhaushalt als stark veränderte Gewässerbereiche. Klimabedingte Veränderungen der physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten können sich auf die Lebensbedingungen von Fauna und Flora auswirken.

Als Folge ergibt sich eine Kette von Prozessen, die sich letztlich auf Pflanzen und Tiere im Gewässer auswirken können: Manche Arten werden seltener oder sterben aus, andere Arten wandern ein (Neobiota). Die Lebensgemeinschaften von Gewässern und die Funktionsweise des Naturhaushalts ändern sich. Aber nicht jedes Gewässer reagiert in gleicher Weise auf Veränderungen. So kommt es z. B. in Bächen weniger schnell zu Sauerstoffdefiziten als in langsam fließenden Mittel- und Unterläufen oder in Seen.

Einige aquatische Lebensräume werden sich infolge des Klimawandels in ihrer räumlichen Ausdehnung verschieben oder verändern. So ist eine Verschiebung von Fischregionen innerhalb eines Fließgewässers in Richtung Quelle zu erwarten. Weitere direkte Reaktionen auf ansteigende Wassertemperaturen und deren Folgen können die Verschiebung von Wander- und Laichzeiten, Abwanderung von gewässerspezifischen Arten oder Störungen in der Nahrungskette sein.

Bereits kurzzeitige Extremtemperaturen, die zu physiologischem Stress und erhöhten Stoffwechselraten führen, können sich negativ auf Fischpopulationen auswirken. Eine Aufkonzentrieren der Nähr- und Schadstoffe infolge von Trockenperioden kann zudem vermehrten Stress für die Wasserorganismen bedeuten.

1.5.10 Auswirkungen: Übersicht

Die Veränderungen der Komponenten des Wasserkreislaufs können je nach Ausmaß regional unterschiedlich unmittelbare Auswirkungen auf wesentliche Teilbereiche der Wasserwirtschaft haben, das sind:

- Hochwasserschutz bzw. Hochwasserrisikomanagement – durch Veränderung der mittleren Abflüsse und der Hochwasserabflüsse sowie Zunahme von Starkregenernissen und damit die Verschärfung der Risiken von Sturzfluten;
- Gewässerzustand – durch die Änderung der jahreszeitlichen Abfluss- und Temperaturverhältnisse mit Auswirkung auf den Stoffhaushalt der Flüsse und Seen und die Biozönose, insbesondere bei ausgeprägten Niedrigwasser-/Hitzeperioden;
- Gewässerentwicklung – durch die Änderung der Dynamik der Fließgewässer und Seen, ihrer morphologischen Verhältnisse sowie ihres Wärmehaushaltes;
- Grundwasservorkommen und Wasserversorgung – durch die Änderung der Grundwasser-Neubildung, der Grundwasser-Beschaffenheit und der Grundwasser-Bewirtschaftung;
- Weitere Nutzung der Gewässer – z. B. Wärmeeinleitungen, Wasserentnahmen, Wasserspeicherung.

2 Auswirkung auf die Aufstellung/Durchführung von Monitoringprogrammen (Kapitel 4 BWP-Mustergliederung (Stand 28.01.2019))

Das Monitoring hat unterschiedliche Ausrichtungen. Zum einen dient es der Bestandsaufnahme des Ist-Zustandes und seiner weiteren Entwicklung (Impact-Indikatoren), aber auch als Erfolgskontrolle für die Auswirkung von Maßnahmen (Response-Indikatoren). In allen Fällen sind eine Erfassung und Analyse von sachgerechten Kenngrößen oder Indikatoren im Vergleich zu einem Referenzzustand über vorhandene Messstationen/Messnetze unumgänglich. Die Ausrichtung des Monitorings kann die Weiterentwicklung von Messnetzen erfordern, um die vorliegenden Fragestellungen beantworten zu können.

Neben dem WRRL-Monitoring werden Veränderungen infolge des Klimawandels im sogenannten Klimamonitoring beobachtet. Das Klimamonitoring erfordert die Zusammenschau von meteorologischen, hydrologischen, chemischen und ökologischen Kenngrößen. Synergieeffekte zwischen den beiden Messnetzen werden genutzt. Für die quantitative Seite des Wasserhaushalts werden zumindest die Kenngrößen Lufttemperatur und Niederschlag sowie Abfluss und ggf. Wasserstand zunächst als Basisauswertung für die zurückliegenden Jahr-

zehnte (ausreichend lange Zeitperioden – möglichst 30 Jahre oder länger) erfasst. Die ausgewählten repräsentativen Messreihen von Teileinzugsgebieten/Planungsräumen wurden hinsichtlich natürlicher Variabilität und trendhafter Veränderungen für geeignete Kenngrößen ausgewertet und ggf. auch extremwertstatistisch untersucht. Entsprechendes gilt hinsichtlich des Küstenschutzes für die Kenngröße Meeresspiegel.

Die regelmäßige Wiederholung und der Vergleich mit der Referenzperiode machen mögliche (gemessene) Klimaänderungssignale zahlenmäßig fassbar. Die Ergebnisse sind auch eine notwendige Bewertungsgrundlage für die simulierten zukünftigen Änderungen.

Es wurde geprüft, inwieweit die bestehenden Monitoringprogramme ausreichen, um die Auswirkungen des Klimawandels belastbar zu erfassen und zu bewerten. Dort, wo durch die Folgen klimatischer Veränderungen die geplante Erreichung der Ziele der WRRL und der HWRM-RL in Gefahr gerät, kann bei Vorliegen ausreichender Erkenntnisse gezielt durch Anpassungsmaßnahmen gegengesteuert werden. Das Klimamonitoring spielt hier eine wichtige Rolle, um quantitative oder qualitative Trends frühzeitig zu identifizieren und darauf reagieren zu können.

Auswirkungen des Klimawandels auf wasserwirtschaftliche Parameter, z. B. die Gewassertemperatur oder das Abflussregime können ggf. dazu führen, dass bestehende WRRL-Referenz-Messstellen oder WRRL-Bewertungsverfahren eventuell nicht mehr oder nur noch modifiziert anwendbar sind. Auch Sekundärfolgen, z. B. das Auftreten von Neobiota können sich hier auswirken. Insoweit werden die möglichen Folgen des Klimawandels beim WRRL-Monitoring-Programm auch mit abgebildet. Ein ggf. vorhandenes Klimafolgenmonitoring unterstützt an dieser Stelle. Es ist zu prüfen, ob die WRRL-Bewertungsverfahren robust genug sind, diese Veränderungen mit zu berücksichtigen.

Bearbeitungshinweis:

Der vorstehende Mustertext ist ein Beispieltext und nicht allgemeingültig, er muss flussgebietsspezifisch geprüft und ggf. angepasst bzw. ergänzt werden. Dazu können ggf. detaillierte Informationen aus dem LAWA Bericht Klimaindikatoren 2017 entnommen werden. Darin wurde auf der Basis einer Länderabfrage ein Überblick über vorhandene (und geplante) Klima-Monitoring-Programme und Klima-Indikatoren mit wasserwirtschaftlichem Bezug in Deutschland erstellt. Dabei wurde zwischen Impact-Indikatoren (zur Überwachung der Änderung von wasserwirtschaftlichen Zustandsvariablen) und Response-Indikatoren (zur Überwachung der Auswirkung von handlungsfeldspezifisch ergriffenen Maßnahmen) unterschieden. Der Bericht enthält darüber hinaus Handlungsempfehlungen für weitere Aktivitäten zur bundesweiten Vereinheitlichung von Indikatorkonzepten und Anpassung von wasserwirtschaftlichen Monitoring-Programmen. Diese und die zwischenzeitlich fortgesetzte Arbeit der LAWA und des UBA an DAS-Klimaindikatoren bilden eine Grundlage, um daraus für Berichtstexte für spezifische Flussgebiete bzw. deren Teilgebiete und deren flussgebietsspezifischen Gegebenheiten zu schöpfen.

Weitere Textbausteine können ggf. aus den Empfehlungen in Kap. 6.2 (Betroffenheit - Klimawandel verstehen und beschreiben) des LAWA Klimawandel-Berichts 2017 abgeleitet werden.

2.1 Hinweise zu Klimaimpaktanalysen

Zum Einfluss des Klimawandels auf Gewässer wurden in Deutschland zahlreiche Studien durchgeführt. Eine umfassende Darstellung des aktuellen Wissensstandes zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft bietet der gleichnamige Bericht der LAWA aus dem Jahre 2017. Eine eigens von der LAWA eingerichtete Expertengruppe hat in dieser Arbeit eine Bestandsaufnahme zu Klimafolgen durchgeführt sowie Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder aufgezeigt. Im Anhang 1 des 2017 veröffentlichten Berichtes sind die Studien, die einzelne Bundesländer oder der Bund durchgeführt haben, sowie Studien verschiedener Forschungsinstitutionen aufgelistet.

Bearbeitungshinweis:

Ein Beispiel ist das Projekt KLIWA, das für den süddeutschen Raum den Einfluss des Klimawandels auf die Hydrologie, die Hydrogeologie und die Ökologie untersucht und die Ergebnisse bereits in zahlreichen Berichten veröffentlicht hat (www.kliwa.de).

Andere, länderspezifische oder regionale Studien sollten hier genannt werden.

3 Auswirkungen des Klimawandels auf die überregionalen Strategien zur Erreichung der Bewirtschaftungsziele (Kapitel 5.1 BWP-Mustergliederung (Stand 28.01.2019))

Der Klimawandel hat einen erkennbaren Einfluss auf die Zielerreichung nach EG WRRL. Durch die Änderung der jahreszeitlichen Abfluss- und Temperaturverhältnisse ergeben sich auch Auswirkungen auf den Stoffhaushalt der Flüsse und Seen und die Biozönose. Hier ist ein Zusammenhang zwischen Niedrigwasserphasen, Veränderung des Starkregens, veränderte Entlastungen aus den Sonderbauwerken der Kanalisation und Auswirkungen auf die Gewässerqualität zu nennen, der sich sowohl hinsichtlich der Veränderung der morphologischen, als auch der stofflichen und biologischen Belastung, abzeichnet.

Hinweis:

Der Klimawandel ist eine wichtige Frage der Gewässerbewirtschaftung. An dieser Stelle wird jedoch nur der Einfluss des Klimawandels auf die anderen wichtigen Fragen der Gewässerbewirtschaftung behandelt.

3.1 Gewässerstruktur, Durchgängigkeit und Wasserhaushalt

Die nachteiligen Veränderungen der Gewässerstruktur und der Durchgängigkeit sind Ausdruck der Bewirtschaftung durch den Menschen. Im Vergleich dazu haben Veränderungen, die auf den Klimawandel zurückzuführen sind, nur untergeordnete Bedeutung. Nur die Teilkomponente „Wasserhaushalt“ bzw. „Abfluss und Abflussdynamik“ kann vom Klimawandel unmittelbar beeinflusst werden. Die Veränderungen von Abflussmenge und –dynamik sowie längere Niedrigwasserperioden sind deshalb bei Ausbau und Unterhaltung sowie der Maßnahmenplanung an Gewässern zu berücksichtigen.

Natürliche und naturnahe Gewässerabschnitte sind aufgrund ihrer Strukturvielfalt (z. B. Kolke, Niedrigwasserprofile, Entwicklungskorridor) deutlich stabiler und damit widerstandsfähiger gegenüber Auswirkungen des Klimawandels als stark veränderte Gewässer. So mildern Ge-

wässer mit langsamen Fließgeschwindigkeiten und längeren beruhigten Bereichen, Altarmen oder anderen Retentionsräumen Hochwasser ab. Durchlässige Gewässersohlen lassen einen besseren Austausch zwischen Oberflächen- und Grundwasser zu, was wiederum die negativen Folgen von Trockenperioden für Oberflächengewässer abpuffern kann. Bei Sohlentwicklungen und –gestaltungen (auch im Rahmen der Unterhaltung) ist auf das Niedrigwasserprofil zu achten.

Darüber hinaus ermöglichen Gewässer mit guter longitudinaler und lateraler Durchgängigkeit, variablen und aufgeweiteten hydromorphologischen Strukturen und bewachsenen, entwickelten Uferbereichen viele verschiedene Lebensräume mit variierenden Bedingungen. Dadurch entstehen Rückzugsmöglichkeiten für Stresssituationen und es besteht die Möglichkeit der Wiederbesiedelung nach Extremereignissen, wie dem Trockenfallen von einzelnen Flussabschnitten. Ufergehölze können durch Beschattung die sommerliche Erwärmung reduzieren. Damit werden die Sauerstoffminima abgepuffert. Dies wirkt sich positiv auf die Gewässerfauna aus. Negative Folgen der Temperaturerhöhung können abgemildert werden.

Bearbeitungshinweis:

Weitere generalisierte Textbausteine können aus Kap. 4.1.2 (Ökologie der Oberflächengewässer) und Kap. 5.7 (Gewässerökosystemschutz) des LAWA Klimawandel-Berichts 2017 entnommen werden.

3.2 Nähr- und Schadstoffeintrag

Der Klimawandel beeinflusst Stoffeinträge aus solchen punktförmigen Einleitungen, die von Regen und/oder Trockenheit im Herkunftsbereich beeinflusst werden können. Darunter fallen behandlungspflichtige Regenwassereinleitungen von versiegelten Flächen (z. B. Straßen mit hohem Verkehrsaufkommen, Industriegebiete). Bei Starkregen nach längerer Trockenzeit ist das Wasser z. T. stark belastet. Wenn die Rückhalte- oder Behandlungsanlagen die anfallenden Wassermengen nicht mehr aufnehmen/behandeln können, können sie hohe Schadstofffrachten in die Gewässer entlassen.

Wenn Niedrigwassersituationen und damit einhergehende Wasserqualitätsprobleme zukünftig häufiger auftreten, so ist davon auszugehen, dass die Wasserqualitätsanforderungen schwieriger zu erfüllen sind. Dies bedeutet neben einer hierdurch notwendigen zusätzlichen Reduzierung der Schadstofffrachten aus diffusen und punktuellen Quellen auch eine Anpassung der Abflussregulierung. Einer häufigeren Niedrigwassersituation kann mit einer Optimierung der Wassermengenbewirtschaftung, d. h. mit einem stets ausreichend vorhandenem Verdünnungspotential, begegnet werden.

In Gebieten, in welchen erhöhter Winterniederschlag zu verstärkter Grundwasserneubildung führt, kann dies mit erhöhtem winterlichem Stoffeintrag einhergehen. So ist z. B. davon auszugehen, dass sich die Nitratproblematik verstärkt, da Nitrat während trockener Phasen im Sommer von Pflanzen schlecht aufgenommen und im Winter entsprechend stärker ausgewaschen wird. Kommt es durch Extremereignisse zu Missernten oder zur Vernichtung des Pflanzenaufwuchses, so werden Düngemittel nicht von den Pflanzen aufgenommen oder verbleiben in Pflanzenresten auf den Flächen, sodass es ebenfalls zu erheblichen Nitratreinträgen in Grund- und Oberflächenwasser kommen kann.

Pflanzenschutzmittel sowie ihre Metaboliten gelangen ebenfalls über die Bodenpassage in Grund- und Oberflächengewässer. Mit zunehmenden Starkniederschlägen insbesondere in der Vegetationsperiode, nimmt das Risiko zu, nicht abgebaute Wirkstoffe mit der Bodenerosion in die Gewässer einzutragen.

Bearbeitungshinweis:

Änderungen der Stoffeinträge infolge des Klimawandels und des damit zusammenhängenden veränderten Niederschlagsregimes werden als Sekundärfolgen eingestuft. Hinsichtlich dieser Sekundärfolgen besteht noch Forschungsbedarf. Weitere Ausführungen finden sich in Kap. 7.2 (Einfluss des Klimawandels auf Zielgrößen der Gewässergüte) 4.1.2 (Ökologie der Fließgewässer) sowie 5.7 (Gewässerökosystemschutz) des LAWA Klimawandel-Berichts 2017.

3.3 Bergbaufolgen

Der Rückgang des Wasserdargebotes in den relevanten Einzugsgebieten der Fließgewässer führt dazu, dass geplante Flutungszeiträume für Tagebaurestseen, insbesondere in den Braunkohlebergbaugebieten, nicht eingehalten werden können. Neben Problemen mit der Standsicherheit der Böschungen bewirkt dies auch nachhaltig eine Verschlechterung der Wasserbeschaffenheit (z. B. Eisen und Sulfat) im Restsee, im abströmenden Grundwasser und in den abströmenden Fließgewässern mit großräumiger Verfrachtung in die Unterliegerwasserkörper. Die erhöhte Verdunstung (höhere Temperaturen, mehr Wasserfläche) bewirkt, dass der Wasserhaushalt weiter angespannt wird.

Bearbeitungshinweis:

Bezüglich der Fragestellung, ab wann nicht nur die Maßnahmen zur Verbesserung der Gewässerqualität, sondern auch die Bewertungssysteme an die sich verändernden klimatischen Bedingungen anzupassen sind, besteht derzeit noch erheblicher Forschungsbedarf. Für die einzelnen Handlungsfelder können deshalb vorerst keine belastbaren Signifikanzkriterien angegeben werden.

Siehe auch Kap. 7.2 (Einfluss des Klimawandels auf Zielgrößen der Gewässergüte) des LAWA Klimawandel-Berichts 2017.

4 Ökonomische Auswirkungen des Klimawandels (Kapitel 6 BWP-Mustergliederung (Stand 28.01.2019))

In Deutschland sind bislang – außer in regionalen Einzelfällen – kaum Ressourcenkosten aufgrund von Wasserknappheit entstanden.

Die anhaltende Trockenheit im Sommer 2018 hat jedoch gezeigt, dass dies eine veränderliche Größe ist, die zukünftig mitbetrachtet werden muss. Neben der Wasserverfügbarkeit kann zukünftig auch die Qualität des Rohwassers, insbesondere bei der Förderung mittels Uferfiltrat oder der Nutzung von Oberflächengewässern für die Trinkwassergewinnung durch den Klimawandel beeinflusst sein (siehe auch Kap. 5.9.1 (Öffentliche Wasserversorgung - Betroffenheit) des LAWA Klimawandel-Berichts 2017).

4.1 Wasserdargebot allgemein

Hinweis:

Für dieses Thema ist die Kleingruppe Musterkapitel nicht der richtige Adressat.

Im Kap. 5 (Betroffenheit und Handlungsoptionen für Klimaanpassung) des LAWA Klimawandel-Berichts 2017 finden sich für die im Flussgebiet identifizierten maßgeblichen Handlungsfelder jeweils im ersten Unterpunkt des Kapitels detailliertere Beschreibungen der spezifischen Betroffenheit durch den Klimawandel.

Beispielhafte Überlegungen:

Der bisherige Klimawandel hat den Wasserhaushalt von Flussgebieten bereits beeinflusst. Diese Auswirkungen werden jedoch dadurch überlagert, dass seit Jahrhunderten mit einer intensiven Gewässerbewirtschaftung auf die Oberflächengewässer und das Grundwasser Einfluss genommen wird. Mit den Auswirkungen des Klimawandels ergeben sich für die Gewässerbewirtschaftung veränderte Randbedingungen, sodass der Klimawandel zwangsläufig besonders dort zu ökonomischen Auswirkungen führt, wo Gewässerbewirtschaftung gezielt für ökonomische Nutzungen (Schifffahrt, Wasserkraft) betrieben wird.

Ein Rückgang der Anzahl von Eis- und Frosttagen (Tagesminimum bzw. Minimum $\leq 0\text{ °C}$), eine Zunahme der Sommertage und heißen Tage (Tagesmaximum $\geq 25\text{ °C}$ bzw. 30 °C) sowie eine generelle Verschiebung des Temperaturregimes zu höheren Werten führen zu einer längeren Vegetationsperiode und zu einem höheren Wasserbedarf landwirtschaftlicher und forstwirtschaftlicher Anbauflächen. GW- /OW-Entnahmen zu Trinkwasserzwecken können mit Mindestwasserführung zu WRRL-Zwecken konkurrieren. Private Wasserentnahme für den Gemeingebrauch muss ggf. in längeren Trockenperioden reduziert werden, um den OW-Zustand zu sichern.

Längere und häufigere Trockenperioden erhöhen die Wahrscheinlichkeit von Dürreszenarien mit deutlichen ökonomischen Folgen sowohl für die Land- und Forstwirtschaft, als auch für Gewerbe und Industrie, soweit diese Produktionswasser und Kühlwasser benötigen. Die Schifffahrt wird zudem im Bereich der nicht staugeregelten Wasserstraßen durch Niedrigwasser längere und häufigere Einschränkungen erleben.

Eine Erhöhung der Niederschläge in den Wintermonaten kann ebenso wie die Zunahme von Starkniederschlagsereignissen zu höheren Schadenssummen bei Extremereignissen führen. Ökonomische Auswirkungen ergeben sich hier sowohl bei baulichen Aufwendungen für die Schadensvorsorge (Infrastruktur: Rückhaltebecken, Deichanlagen, Gewässerausbauten, baulichen Anpassung innerstädtische Regenwasserableitungen) als auch infolge kalkulatorischer Anpassungen bei der Versicherungswirtschaft.

Ein Sonderfall stellt die projizierte Beschleunigung des Meeresspiegelanstieges und dadurch steigende Sturmflutwasserstände dar. Im Falle eines Versagens von Küstenhochwasserschutzanlagen ist infolge größerer Überflutungstiefen mit höheren ökonomischen Schäden zu rechnen. Mögliche Schäden durch Küstenabbruch werden bei stärkeren Rückgangsraten ebenfalls zunehmen. Monetäre Aussagen sind in Anbetracht des stochastischen Auftretens einzelner Schadensereignisse nicht sinnvoll bzw. machbar.

4.2 Anpassungsmaßnahmen

Hinweis:

Für dieses Thema ist die Expertengruppe KW bzw. Kleingruppe Musterkapitel nicht der richtige Adressat.

Im Kap. 5 (Betroffenheit und Handlungsoptionen für Klimaanpassung) sowie im Anhang II des LAWA Klimawandel-Berichts 2017 finden sich grundsätzliche Informationen zu Handlungsoptionen, die ggf. hinsichtlich ökonomischer Gesichtspunkte ausgewertet werden können.

5 Auswirkungen des Klimawandels auf die Maßnahmenprogramme (Zusammenfassung - Kapitel 7 BWP Mustergliederung (Stand 28.01.2019))

5.1 Auswirkungen auf die Maßnahmenprogramme

Bewirtschaftungsmaßnahmen nach WRRL, wie die Verbesserung der Durchgängigkeit, die Verbesserung der Gewässermorphologie und die Reduzierung der Wärmebelastung, haben positive Wirkungen für die Lebensbedingungen und die Belastbarkeit der Gewässerökosysteme. Somit können Stresssituationen infolge extremer Ereignisse (insbesondere Hitze- und Trockenperioden) besser toleriert werden. Entsprechende Maßnahmenprogramme tragen den zu erwartenden Herausforderungen des Klimawandels insoweit bereits Rechnung.

Trotz Unsicherheiten über das Ausmaß und die Auswirkungen des Klimawandels gibt es viele Maßnahmen und Handlungsoptionen, die für die Stabilisierung und Verbesserung des Gewässerzustands nützlich sind, unabhängig davon wie das Klima in der Zukunft aussehen wird. Dies sind insbesondere wasserwirtschaftliche Anpassungsmaßnahmen, die Bandbreiten tolerieren und außerdem

- flexibel und nachsteuerbar sind, d. h. die Maßnahmen können schon heute so konzipiert werden, dass eine kostengünstige Anpassung möglich ist, wenn zukünftig die Effekte des Klimawandels genauer bekannt sein werden. Die Passgenauigkeit einer Anpassungsmaßnahme sollte regelmäßig überprüft werden.
- robust und effizient sind, d. h. die gewählte Anpassungsmaßnahme ist in einem weiten Spektrum von Klimafolgen wirksam. Maßnahmen mit Synergieeffekten für unterschiedliche Klimafolgen sollten bevorzugt werden.

Der LAWA-BLANO Maßnahmenkatalog enthält eine Reihe von konkreten Maßnahmen, die der Klimaanpassung dienen bzw. den klimawandelbedingten nachteiligen Wirkungen entgegenwirken können. Der Maßnahmenkatalog enthält entsprechende Hinweise.

Bearbeitungshinweis:

Es ist fachlich geboten, bei der Planung von Maßnahmen die möglichen Auswirkungen des Klimawandels zu berücksichtigen.

Das Maßnahmenprogramm geht dabei grundsätzlich davon aus, dass bestimmte gewässerökologische Zielgrößen im Sinne eines guten ökologischen Zustandes erreicht werden sollen. Der erwartete Klimawandel wirkt sowohl auf einzelne relevante Bemessungsgrößen der Maßnahmen (beispielsweise Niederschlag, Abfluss und Temperatur) als auch in komplexer Weise auf das jeweilige klimaspezifische Artenspektrum von Fauna und Flora. Eine Verschiebung von Klimazonen kann insoweit auch die maßgeblichen gewässerökologischen Zielgrößen soweit verändern, dass eine Maßnahme perspektivisch überdacht werden muss. Dies soll jedoch nicht zur Absenkung der Ziele führen, sondern zu einer zielgerichteten Sensitivitätsanalyse.

5.2 Klimacheck und Hinweise zur Maßnahmenauswahl

Ein Klimacheck der Maßnahmen wurde auf der Ebene von Maßnahmenkategorien über Einschätzungen (Spalte XX ff.) im LAWA-BLANO Maßnahmenkatalog vorgenommen. Ziel des Klimachecks war es, die Anpassungsfähigkeit der Maßnahmen zu bewerten. Dazu wurde zunächst deren Sensitivität im Handlungsfeld gegenüber den direkten und indirekten Auswirkungen des Klimawandels abgeschätzt. Dies ist in Spalte (Spalte XX) dargestellt. Weiterhin wurden die Maßnahmen als Anpassungsmaßnahmen gekennzeichnet (Spalte XX), die speziell direkte Klimawirkungen adressieren und die nach Möglichkeit darüber hinaus so flexibel, nachsteuerbar und robust sind, dass sie auch unter veränderten klimatischen Bedingungen ihren Zweck erfüllen.

Die Auswirkungen der Klimaschutz- und Anpassungspolitik außerhalb des Wassersektors wurden soweit wie möglich berücksichtigt, um negative Folgewirkungen auf den Gewässerzustand frühzeitig abzumindern. Bei der Umsetzung der Maßnahmen wird versucht, die Treibhausgasemissionen so gering wie möglich zu halten. Negative Nebeneffekte in allen betroffenen Sektoren wurden im Planungsprozess erkannt und sind möglichst weitgehend vermindert worden.

Bearbeitungshinweis:

Aus dem Klimacheck leiten sich wichtige Hinweise für die Maßnahmenauswahl ab. So gibt es auch eine Maßnahmenkategorie, die voraussichtlich positiv auf den Klimawandel reagiert, d. h. die Wirksamkeit der Maßnahme kann sich erhöhen. Diese Maßnahme ist in der Spalte „Auswirkungen des Klimawandels auf die Wirksamkeit der Maßnahme“ mit „ja positiv“ gekennzeichnet. In anderen Maßnahmengruppen ist eher mit einer negativen Beeinflussung durch den Klimawandel zu rechnen, d. h. die Wirksamkeit der Maßnahme nimmt ab oder die zugrundeliegende Belastung steigt, z. B. bei Anlagen zum Rückhalt von Misch- und Niederschlagswasser infolge erhöhter Stoffeinträge durch vermehrte Starkregenereignisse. Diese Maßnahmen sind der Spalte „Auswirkungen des Klimawandels auf die Wirksamkeit der Maßnahme“ mit „ja negativ“ gekennzeichnet.

In diesen Maßnahmengruppen und insbesondere bei langlebiger Infrastruktur sollten die Maßnahmen bevorzugt werden, die unter einer weiten Bandbreite möglicher Klimaveränderungen effektiv sind. Wenn möglich werden naturnahe Verfahren eingesetzt und positive Nebeneffekte ausgenutzt. Maßnahmen, die darüber hinaus auf direkte Klimawirkungen zielen und flexibel und nachsteuerbar sind, sind in der Spalte „Maßnahme dient der Anpassung an den Klimawandel“ mit „ja“ als Anpassungsmaßnahme gekennzeichnet. Maßnahmen, bei denen Auswirkungen des Klimawandels unter bestimmten Voraussetzungen bzw. Fallkonstellationen möglich erscheinen oder die als Anpassungsmaßnahmen für indirekte Klimawirkungen infrage kommen, sind mit „möglich“ gekennzeichnet. Maßnahmen, bei denen kein Zusammenhang mit dem Klimawandel erkennbar ist, wurden mit „nein“ gekennzeichnet.

Kap 6.7 des LAWA Klimawandel-Berichts 2017 führt das Thema Zielkonflikte bei Klimaanpassungsmaßnahmen der Wasserwirtschaft mit z. B. der Land- und Forstwirtschaft, Fischerei oder Energiegewinnung weiter aus.

II Textbausteine für den Anhörungstext für die wichtige Frage der Gewässerbewirtschaftung „Berücksichtigung der Folgen des Klimawandels“

Berücksichtigung der Folgen des Klimawandels als Strategie für überregionale Bewirtschaftungsfragen

1 Kurzfassung

Die Folgen des Klimawandels und die notwendige Anpassung daran sind wichtige Fragen der Umweltpolitik und Anpassungsstrategie. Langfristige Veränderungen von Temperatur und Niederschlag beeinflussen das Abflussregime in den Flüssen, das Auftreten von Extremereignissen, aber auch den Landschaftswasserhaushalt und die Grundwasserneubildung. Auf den ökologischen und chemischen Zustand der Oberflächengewässer und den mengenmäßigen und chemischen Zustand des Grundwassers wirken sich klimatische Änderungen ebenso aus. Auswirkungen des Klimawandels können zwar im Flussgebiet variieren, sie erfordern dennoch ein gemeinsames strategisches Handeln. Auch bei unterschiedlichen Auswirkungen kann es eine breite Betroffenheit im Flussgebiet geben. Zusätzlich können Zielkonflikte mit anderen Sektoren auftreten, und eine Reihe von wasserwirtschaftlichen Maßnahmen besitzen einen sehr langfristigen Charakter. Die Berücksichtigung der Folgen des Klimawandels ist daher ein strategisches Handlungsfeld, das eine umfassende und über alle wasserwirtschaftlichen Handlungsfelder integrierende Betrachtungsweise notwendig macht. Ziel ist eine umfassende Berücksichtigung der potentiellen Auswirkung des Klimawandels bei der Maßnahmenauswahl einschließlich der ggf. infolge des Klimawandels veränderten Wirksamkeit der Maßnahme. Um den zu erwartenden Einfluss von Klimaänderungen auf Bewirtschaftungsmaßnahmen zu berücksichtigen, werden die Maßnahmen einem „KlimaCheck“ unterzogen.

2 Langfassung

2.1 Hintergrund / Bedeutung

Die Folgen des Klimawandels, Maßnahmen zum Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel sind wichtiger Bestandteil der Umweltpolitik. Die Staatengemeinschaft hat sich 2016 im internationalen Klimavertrag geeinigt, die globale Erwärmung im Vergleich zur vorindustriellen Situation auf unter 2 Grad zu begrenzen. Langfristige Änderungen von meteorologischen oder klimatischen Kenngrößen (Temperatur, Niederschlag, Wind, etc.) beeinflussen direkt oder indirekt den Landschaftswasserhaushalt. Dazu zählen z. B. das Abflussregime, Hochwasser- und Niedrigwasserereignisse sowie damit zusammenhängend die Gewässerstruktur und Grundwasserneubildung, ebenso wie physikalisch-chemische und biologische Eigenschaften von Oberflächenwasserkörpern und Grundwasserqualität.

2.2 Ziele

Die Berücksichtigung der Folgen des Klimawandels ist ein strategisches Handlungsfeld, in dem eine langfristige integrative Betrachtung notwendig ist. Diese wichtige Frage der Gewässerbewirtschaftung hat daher in ihrer Zielstellung eine Schnittmenge mit allen anderen wichtigen Frage der Gewässerbewirtschaftung der FGG xxx. Ziel ist eine umfassende Berücksichtigung der zukünftigen, potenziellen Auswirkungen des Klimawandels bei der Maßnahmenauswahl, so dass diese nachhaltig wirksam sind.

2.3 Zustand und Handlungsbedarf

Das Wissen über das aktuelle Klima und dessen historische Entwicklung beruht auf gemessenen Werten und weiteren Beobachtungen. Die Erderwärmung der letzten etwa hundert Jahre ist in den verschiedenen Regionen Deutschlands anhand empirischer Befunde belegbar. Die Jahresdurchschnittstemperatur ist seit 1881 bis 2016 im Mittel um ca. 1,4 °C angestiegen und liegt damit über der globalen mittleren Zunahme von ca. 1 °C. Der Anstieg war mit ca. 0,5 °C in den letzten drei Dekaden besonders stark. In Verbindung mit einer Zunahme der Winterniederschlagssummen und kaum geänderten Sommerniederschlagsmengen wirken sich diese Änderungen schon jetzt auf wichtige Kenngrößen für den Wasserhaushalt aus. Klimaszenarien zeigen auf, dass sich die mittleren Abflüsse in der nahen Zukunft im XXXeinzugsgebiet kaum ändern werden. Deutlich werden jedoch tendenziell geringere Abflüsse im Sommerhalbjahr und eine uneinheitliche Entwicklung im Winter. Die Unterschiede zwischen Sommer- und Winterhalbjahr werden sich den Modellberechnungen nach weiter verstärken (ferne Zukunft). Herausforderungen für die Wasserwirtschaft treten besonders dann auf, wenn es eine Aufeinanderfolge mehrerer Nass- oder Trockenjahre gibt, die sich erheblich auf Grundwasserstände und Quellschüttungen auswirken können. Der Klimawandel wird sich durch die Veränderung der innerjährlichen Niederschlagsverteilung auch direkt auf die Grundwasserstände und -beschaffenheit auswirken. Mit der Zunahme der Schwankungen der Grundwasserniedrig- und -höchststände kann es zu einem zeitgleichen Auftreten von Wasserdargebotsminderung und hohem Wassernutzungsbedarf kommen. Klimawandelbedingte erhöhte Temperaturen können den Stoffumsatz im Boden und Stofftransport in das Grundwasser beeinflussen. Auch die Küstengewässer sind durch die Veränderung der hydrologischen Parameter wie Meeresspiegel, Seegang etc. vom Klimawandel betroffen, mit Auswirkungen auf den Küstenschutz, die Entwässerung der Küstenniederungen und daraus folgend auch auf die Durchgängigkeit für wandernde Fische.

Bereits heute zeigen die Ergebnisse des Gewässermonitorings bei Extremereignissen, dass die WRRL-Ziele schwieriger zu erreichen sind. Dies macht neben einer zusätzlichen Reduzierung der Schadstofffrachten aus diffusen und punktuellen Quellen auch eine Anpassung der Gewässerstruktur notwendig. Wichtig wird, den Wasserrückhalt in der Landschaft zu verstärken, um sowohl Niedrigwassersituationen als auch Hochwassersituation besser begegnen zu können. Insbesondere bei Niedrigwassersituationen muss durch eine Optimierung der Wassermengenbewirtschaftung ein ausreichendes Verdünnungspotenzial gewährleistet werden.

2.4 Umsetzungsstrategie und Maßnahmenoptionen

Um zu zielführenden und belastbaren Aussagen zur Berücksichtigung der Folgen des Klimawandels in der Planung des dritten Bewirtschaftungszeitraums zu kommen, ist es erforderlich, die Grundlagen über die Klimawandelauswirkungen kontinuierlich weiter zu analysieren und den Stand der Forschung für konkrete Entscheidungsprozesse zu systematisieren. Dies wird vor allem durch einen neu eingerichteten LAWA-Ausschuss „Klimawandel“ gewährleistet. Neben der Berücksichtigung des Klimawandels bei der Bemessung von wasserwirtschaftlich-technischen Anlagen besteht eine Reihe von weiteren Handlungsoptionen. Dazu zählen im Einzugsgebiet der xxx insbesondere die Verbesserung der Gewässerstruktur und Dynamisierung der Auen sowie der ökologischen Durchgängigkeit, so dass die Resilienz des Gewässersystems gegenüber Klimaänderungen erhöht wird, aber auch der intensivierte Wasserrückhalt in der Landschaft und in den urbanen Gebieten durch die dezentrale Regenwasserbewirtschaftung und die Erweiterung von Stauräumen in Kanalnetzen zur Verminderung der Folgen von zunehmenden Starkregenereignissen. Darüber hinaus besteht Bedarf, die Kühlwassernutzung zu optimieren.

Bezüglich des Grundwassers ist eine Anpassung des Monitorings einschließlich einer vorausschauenden Berücksichtigung von Nutzungskonflikten bei seiner Bewirtschaftung notwendig.

Nach allgemeiner fachlicher Einschätzung können die Auswirkungen des Klimawandels wasserwirtschaftliche Planungsmaßnahmen beeinflussen. Deshalb ist es fachlich geboten, bei der Planung von Maßnahmen die möglichen Auswirkungen des Klimawandels zu berücksichtigen.

Die Hitze- und Trockenperioden der vergangenen Jahre haben gezeigt, dass die Maßnahmen der WRRL wie die Verbesserung der Durchgängigkeit und die Verbesserung der Gewässermorphologie positive Wirkungen für die Lebensbedingungen und die Belastbarkeit der Ökosysteme haben. Somit können Stresssituationen infolge extremer Ereignisse besser toleriert werden. Im Bereich des Grundwassers kann auf die Erfahrungen mit der Steuerung von Grundwasserentnahmen und Infiltration zurückgegriffen werden und u. a. Maßnahmen zum Wasserrückhalt und der Grundwasserneubildung entwickelt werden. Die Maßnahmenprogramme tragen den zu erwartenden Herausforderungen des Klimawandels insoweit bereits Rechnung.

Um den zu erwartenden Einfluss von Klimaänderungen auf Bewirtschaftungsmaßnahmen zu berücksichtigen, wurden die Maßnahmen im LAWA-BLANO Maßnahmenkatalog bereits für den zweiten Bewirtschaftungszeitraum einem „KlimaCheck“ unterzogen. Dabei wurden folgende Aspekte bewertet:

- Kann die Wirkung der Maßnahme durch Klimaveränderungen positiv oder negativ beeinflusst werden? Welche Klimaveränderungen wirken sich dabei aus (generelle Auswirkungen, Niederschlagszunahme, -abnahme oder Temperaturanstieg)?
- Leistet die Maßnahme einen Beitrag zur Anpassung des Wasserhaushalts an die Wirkungen des Klimawandels?

Das bedeutet, dass bei den konkreten Planungen von Verbesserungsmaßnahmen gemäß WRRL, eine Bewertung regional differenziert erfolgen muss und potenzielle Auswirkungen des Klimawandels berücksichtigt werden.

2.5 Ausblick

Der Kenntnisstand in der Klimaforschung entwickelt sich ständig weiter, dennoch bleiben Unsicherheiten, vor allem bei der Quantifizierung der Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt. Diese Auswirkungen werden zudem regional unterschiedlich verteilt sein, so dass neben einer flussgebietsbezogenen Betrachtung auch zunehmend eine Betrachtung der regionalen Gegebenheiten von Teilgebieten notwendig wird. Angesichts der bestehenden Unsicherheiten der Klimamodelle können Aussagen für die mögliche Entwicklung von Extremwerten bislang nur mit erheblichen Bandbreiten getroffen werden. Die Unsicherheiten werden umso größer, je kleiner die betrachtete Region ist und je seltener das jeweils betrachtete Ereignis auftritt. Die Verbesserung der statistischen Abschätzung möglicher Klimaänderungen und Auswirkungen auf den Wasserhaushalt auf regionaler Ebene stellt daher ebenfalls eine wesentliche Herausforderung dar. Dazu liefern und laufen auf unterschiedlichen Ebenen und Skalen im xxx-gebiet vielfältige Forschungsprojekte, die weitergeführt werden. Die bisherigen Erkenntnisse aus den Untersuchungen bilden zunehmend die Grundlage für das Erkennen von Vulnerabilitäten und Klimarobustheiten der geplanten Maßnahmen. Daher ist die Entwicklung von flexiblen und klimaänderungsrobusten Maßnahmenkonzepten von Bedeutung. Ebenso muss das komplexe Themenfeld breiter kommuniziert werden, um Entscheidungen für alle Akteure transparent zu gestalten.

Literatur

- Auerswald, K.; Fischer, F.; Kistler, M.; Treisch, M.; Maier, H.; Brandhuber, R. (2018): Behavior of farmers in regard to erosion by water as reflected by their farming practices. In: Science of the Total Environment (613-614), S. 1–9. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.09.003>.
- Bundesregierung (2008): Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel.
- Bundesregierung (2011): Aktionsplan Anpassung der Deutschen Anpassungsstrategie. Vom Bundes-kabinet am 31. August 2011 beschlossen.
- Bundesregierung (2015): Fortschrittsbericht zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel.
- DWD Deutscher Wetter Dienst (2010): Pressekonferenz des Deutschen Wetterdienstes zum Klimawandel in Deutschland vom 27.04.2010. Deutscher Wetterdienst (DWD). Von www.dwd.de/pressekonferenzen abgerufen.
- Europäische Kommission (2013): Eine EU-Strategie zur Anpassung an den Klimawandel (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52013DC0216&from=EN>)
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2014): Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland. ISBN: 978-92-9169-143-2.
- IPCC-DE – Intergovernmental Panel on Climate Change - Deutsche Übersetzung (2016): Klimaänderung 2014: Synthesebericht. Beitrag der Arbeitsgruppen I, II und III zum Fünften Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (IPCC) [Hauptautoren, R.K. Pachauri und L.A. Meyer (Hrsg.)]. IPCC, Genf, Schweiz. Deutsche Übersetzung durch Deutsche IPCC-Koordinierungsstelle, Bonn. ISBN: 978-3-89100-047-2.
- LAWA – Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (2010): Strategiepapier "Auswirkungen des Klima-wandels auf die Wasserwirtschaft" - Bestandsaufnahmen und Handlungsempfehlungen. LAWA, Dresden.
- LAWA – Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft – Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder (LAWA Klimawandel-Bericht 2017).