



LAWA

Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser

Musterkapitel „Klimawandel“ für die Hochwasserrisikomanagementpläne

beschlossen auf der 146. LAWA-VV am 26. / 27. September 2013 in Tangermünde

Ständiger Ausschuss der LAWA "Hochwasserschutz und Hydrologie (AH)"

Obmann: Lothar Nordmeyer, Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern

Bearbeitet im Auftrag des LAWA-AH von:

Corinna Baumgarten, Umweltbundesamt

Meike Gierk, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Dr. Jens Götzinger, Ministerium für Umwelt und Verbraucherschutz Saarland

Dr. Jacobus Hofstede, Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein

Bernd Katzenberger, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden - Württemberg (Federführung)

Gerhild Lienau, Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz

Dr. Thomas Maurer, Bundesanstalt für Gewässerkunde

Johann Weber, Bayerisches Landesamt für Umwelt

Jens Wunsch, Senator für Umwelt, Bau und Verkehr Bremen

X. Berücksichtigung des Klimawandels

Im Rahmen der Common Implementation Strategy (CIS) zur Unterstützung der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) in den Mitgliedsstaaten wurde ein Leitlinien-Dokument „Flussgebietsmanagement im Klimawandel“ erarbeitet¹. Dieses Dokument beleuchtet hauptsächlich die Verknüpfung zwischen WRRL und Klimawandel, berücksichtigt aber auch die Themen Hochwasserrisikomanagement, Küstenschutz, Wasserknappheit und Dürren sowie ihre mutmaßliche Betroffenheit durch den Klimawandel. Anhand von Leitprinzipien beschreibt das Dokument, mit welchen fachlichen Überlegungen/Aspekten der Klimawandel im Hochwasserrisikomanagementplan berücksichtigt werden kann. Diese Leitprinzipien bilden die Grundlage für die Strukturierung des folgenden Kapitels.

X.1 Klimaentwicklung in Deutschland

Seit Beginn des letzten Jahrhunderts ist die Jahresmitteltemperatur (mittlere Lufttemperatur) in Deutschland um etwa 1°C² angestiegen. Dieser Befund ist das deutlichste Anzeichen für den Klimawandel; augenfällig sichtbar wird dies beispielsweise am Rückgang der Alpengletscher.

Im selben Zeitraum ist der mittlere jährliche Niederschlag in Deutschland im großräumigen Mittel um etwa 10 %³ angestiegen; dabei gibt es aber große regionale Unterschiede innerhalb Deutschlands. Der Anstieg des Niederschlags fand bisher weitgehend im Winterhalbjahr statt (teilweise über 20 % Zunahme). Im Sommer ergibt sich für Deutschland als Ganzes kein einheitlicher Trend. Die Zunahme des Winterniederschlags wird regionalspezifisch durch die Abnahme des Sommerniederschlags in einigen Gebieten annähernd ausgeglichen.

Die bisherigen Untersuchungen des Langzeitverhaltens von meteorologischen und hydrologischen Zeitreihen belegen, dass die Trends von Kenngrößen des Niederschlags und des Abflusses in einzelnen Einzugsgebieten (im Gegensatz zur eindeutigen Zunahme der Lufttemperatur) sehr unterschiedlich sein können. Regionale Detailuntersuchungen auf Flussgebietsebene sind daher notwendig.

Der bisherige Klimawandel hat den Wasserhaushalt von Flussgebieten bereits beeinflusst. Diese Auswirkungen sind jedoch überwiegend nicht direkt offensichtlich, da auf den Wasserhaushalt durch die Bewirtschaftung bereits seit Jahrhunderten zunehmend Einfluss genommen wird. Der Einfluss des Klimawandels auf die ober- und unterirdischen Gewässer lässt sich nur dann vom stetigen Veränderungsprozess des zeitlich und räumlich variablen Wasserdargebots aufgrund anthropogener Tätigkeiten zwecks Anpassung an gesellschaftliche Bedürfnisse getrennt erkennen, wenn das Langzeitverhalten von möglichst unbeeinflussten Messreihen statistisch signifikante trendhafte Veränderungen zeigt.

Der mittlere Meeresspiegel an den deutschen Küsten steigt seit Beginn des letzten Jahrhunderts um durchschnittlich etwa 1,5 mm pro Jahr an, wobei Phasen mit stärkerem und geringerem Anstieg sich abwechseln. Ein Hinweis auf den Klimawandel kann aus dem bis-

¹ CIS – Guidance Document No 24 River Basin Management in a Changing Climate

² DWD – 27.04.2010 - Pressekonferenz des Deutschen Wetterdienstes zum Klimawandel in Deutschland, www.dwd.de/presse

³ Vgl. Nr. 2

herigen Verlauf nicht abgeleitet werden. Die bisherige Entwicklung der für den Küstenschutz wichtigen Sturmflutwasserstände zeigt große regionale Unterschiede, auch hier ist bisher kein Klimasignal erkennbar. Ein besonders starker Anstieg wurde zwischen 1960 und 1990 an der Westküste von Schleswig-Holstein und in der Tideelbe beobachtet.

Auch in Zukunft wird die Änderung des Klimas in Deutschland mit Folgen für die Wasserwirtschaft weitergehen, da sich nach den Erkenntnissen der Klimaforschung der Temperaturanstieg fortsetzen wird. Insgesamt wird tendenziell von folgenden Effekten bezogen auf den Hochwasserschutz ausgegangen:

- Erhöhung der Niederschläge im Winter,
- Zunahme der Starkniederschlagsereignisse, sowohl in der Häufigkeit als auch in der Intensität,
- Anstieg der Häufigkeit von Hochwasser
- beschleunigter Meeresspiegelanstieg und
- höhere Sturmflutwasserstände.

Dabei wird allgemein auch erwartet, dass neben der langfristigen Veränderung der bisherigen mittleren Zustände auch die Häufigkeit und Intensität von Extrema, sowohl für Temperatur, Niederschlag, als auch für Sturmflutwasserstände, zunehmen werden. Höhere, länger andauernde Abflüsse können nicht nur vereinzelt und großräumig zu großen Katastrophen, sondern vermehrt zu kleineren und mittleren Überschwemmungen führen. Diese treten häufig nur regional auf.

Allerdings werden die Auswirkungen regional unterschiedlich verteilt sein, so dass eine flussgebietsbezogene Betrachtung, in großen Einzugsgebieten gegebenenfalls auch eine Betrachtung von Teilgebieten entsprechend den länderspezifischen Gegebenheiten, notwendig wird. Angesichts der bestehenden Unsicherheiten der Klimamodelle, die sich in teilweise noch erheblichen systematischen Abweichungen bei Modellrechnungen für eine bekannte Referenzperiode, insbesondere beim Niederschlag manifestieren (Plausibilität, statistische Unsicherheiten), können Aussagen für die mögliche Entwicklung von Extremwerten des Niederschlags und davon abhängig der Hochwassersituationen bislang nur mit erheblichen Bandbreiten getroffen werden. Die Unsicherheiten werden umso größer, je kleiner die betrachtete Region ist und je seltener das jeweils betrachtete Extremereignis auftritt. Ähnliches gilt für die regionale Entwicklung der Sturmflutwasserstände entlang den Küsten.

...hier Einfügung flussgebietsspezifischer Detailaussagen zur Entwicklung klimatischer und hydrologischer Kenngrößen.....

Das Ausmaß des Klimawandels und die davon abhängenden Auswirkungen auf den Wasserkreislauf/Wasserhaushalt sind nur mit Simulationsrechnungen zu quantifizieren. Die bisherigen Ergebnisse weisen jedoch Unsicherheiten insbesondere im Hinblick auf die zukünftige Veränderung der Niederschläge auf. Diese sind in erster Linie ein Ausdruck der großen Variabilität des Niederschlages, von Tag zu Tag, Monat zu Monat, Jahr zu Jahr und sogar auf der dekadischen Zeitskala. Hinzu kommen modellbedingte Unsicherheiten, da der Niederschlag zu kleinräumig und komplex ist, um exakt modelliert zu werden. Diese Modellunsicherheiten werden durch die Kombination von globalen und regionalen Modellen sowie unterschiedlichen Emissionsszenarien noch verstärkt. Die Unsicherheiten pausen sich bei Anwendung der Klimaprojektionen in nachgeschalteten Simulationsmodellen (z.B. Wasserhaushaltsmodelle, Meeresspiegelmodelle) auf deren Ergebnisse durch.

Auch bei weiteren Fortschritten der Klima-Forschung werden diese Unsicherheiten bestehen bleiben. Es ist daher von besonderer Bedeutung, diese soweit wie möglich zu quantifizieren. Bevorzugt gelingt dies durch einen Vergleich von Modellergebnissen mit Messdaten für einen längeren Kontrollzeitraum (Referenzperiode), um so die Modellgüte zu bewerten. Allerdings wird dies auch zukünftig noch für längere Zeit mangels ausreichender Datenlage für verschiedene interessierende Kenngrößen nicht ohne Weiteres möglich sein. Da außerdem unterschiedliche Modelle für verschiedene interessierende Kenngrößen uneinheitliche Ergebnisse zeigen, wird es weiterhin von besonderer Bedeutung sein, mit Hilfe eines Ensemblesatzes, d.h. durch Verwendung verschiedener Modelle und Modellkombinationen oder durch Variation der Modellparameter, die Unsicherheiten über eine Ergebnisbandbreite zu erfassen.

X.2 Wasserwirtschaftliche Auswirkungen

Durch den projizierten Klimawandel ist auf lange Sicht auch in Deutschland von signifikanten Veränderungen im Niederschlags- und Verdunstungsregime (langfristige Veränderungen des mittleren Zustandes, der saisonalen Verteilung, des Schwankungs- und Extremverhaltens) sowie von einer Beschleunigung des Meeresspiegelanstiegs auszugehen. Es ist daher künftig mit weiteren Auswirkungen auf den Grund- und Bodenwasserhaushalt sowie den oberirdischen Abfluss zu rechnen.

Je nach Ausmaß kann dies eine unmittelbare Auswirkung auf das Hochwasserrisikomanagement mit sich bringen, dabei insbesondere auf

- den Küstenschutz - höhere Temperaturen bewirken ein Abschmelzen der auf Land gebundenen Eismassen und eine Ausdehnung der oberen Wasserschichten in den Ozeanen und Meeren; das Meeresspiegelniveau hebt sich. Beschleunigter Meeresspiegelanstieg und – in der Folge – höhere Sturmflutwasserstände haben direkte Auswirkungen für den Küstenschutz, in dem mit höheren hydrologischen Belastungen der Küsten und Küstenschutzanlagen und damit eine Zunahme des Risikos zu rechnen ist.
- den Hochwasserschutz im Binnenland durch die Veränderung der Höhe, Dauer und Häufigkeit von Hochwasserabflüssen und durch die sich hierdurch ggf. ergebende Veränderung des Hochwasserrisikos.

Die Wasserwirtschaftsverwaltungen widmen entsprechend dem Vorsorgeprinzip der neuartigen Fragestellung "Klimaveränderung und Auswirkungen auf das Hochwasserrisikomanagement (einschl. Meeresspiegel)" auf regionaler Ebene erhöhte Aufmerksamkeit. Es ist deshalb dringend erforderlich, die wissenschaftlichen wie fachlichen Grundlagen und Erkenntnisse zur Beobachtung und Berechnung der Auswirkungen der Klimaveränderung auf den gesamten Wasserhaushalt kontinuierlich weiterzuentwickeln. Mit den fortschreitenden Erkenntnissen kann der Umfang der Auswirkungen zukünftig noch besser abgeschätzt werden. Notwendige Vorkehrungen und wasserwirtschaftliche Anpassungsmaßnahmen können so rechtzeitig in die Planungen und ihre Umsetzung einfließen. Der sachgerechte Maßstab sind im Kontext der HWRM-RL die Planungsräume.

X.2.1 Monitoring für die Wasserwirtschaft unter den Bedingungen des Klimawandels

Monitoring hat unterschiedliche Ausrichtungen; Einmal als Bestandsaufnahme des Ist-Zustandes und seiner weiteren Entwicklung, aber auch als Erfolgskontrolle für die Auswirkung von Maßnahmen. 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.

Das so genannte Klimamonitoring erfordert die Zusammenschau von meteorologischen und hydrologischen Kenngrößen. Für die quantitative Seite des Wasserhaushalts werden deshalb zumindest die Kenngrößen Lufttemperatur und Niederschlag sowie Abfluss und Wasserstand zunächst als Basisauswertung für die zurückliegenden Jahrzehnte (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.

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

X.3 Auswirkungen auf die Maßnahmen der Hochwasserrisikomanagementpläne

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

Entsprechende Maßnahmenprogramme tragen den zu erwartenden Herausforderungen des Klimawandels insoweit bereits Rechnung.

Trotz großer Unsicherheiten über das Ausmaß und die Auswirkungen des Klimawandels gibt es viele Maßnahmen und Handlungsoptionen, die für das Hochwasserrisikomanagement und für die Verbesserung des Hochwasserschutzes 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 werden schon heute so konzipiert, 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.

X.3.1 Klimacheck und Hinweise zur Maßnahmenauswahl

Ein Klimacheck der Maßnahmen des LAWA-Maßnahmenkatalogs wurde vorgenommen (s. Tab. 1 im Anhang). Ziel des Klimachecks war es, die Anpassungsfähigkeit der Maßnahmen zu untersuchen. Dazu wurde zunächst deren Sensitivität gegenüber den primären und sekundären Auswirkungen des Klimawandels abgeschätzt, einschließlich der Möglichkeit, die Maßnahmen so zu verändern, dass sie auch unter veränderten klimatischen Bedingungen ihren Zweck erfüllen.

Von den Maßnahmen des Hochwasserrisikomanagements sind keine relevanten regionalen bzw. überregionalen Auswirkungen auf das Klima zu erwarten. Darüber hinaus entstehen bei allen mit materiellem Aufwand verbundenen Tätigkeiten Emissionen von Treibhausgasen. Diese können jedoch als untergeordnet eingeschätzt werden. Aus dem Klimacheck leiten sich wichtige Hinweise für die Maßnahmenauswahl ab. So gibt es eine Reihe von Maßnahmenkategorien, die nicht signifikant auf den Klimawandel reagieren oder mittelfristig an die Auswirkungen angepasst werden können. In anderen Maßnahmengruppen ist eher mit einer negativen Beeinflussung durch den Klimawandel zu rechnen. In diesen Maßnahmengruppen und insbesondere bei langlebiger Infrastruktur wurden die Maßnahmen bevorzugt, die unter einer weiten Bandbreite möglicher Klimaveränderungen effektiv sind. Wenn möglich werden naturnahe Verfahren eingesetzt und positive Nebeneffekte ausgenutzt.

Die Auswirkungen der Klimaschutz- und Anpassungspolitik außerhalb des Wassersektors wurden soweit wie möglich berücksichtigt, um negative Folgewirkungen auf das Hochwasserrisiko frühzeitig abzumindern. Bei der Umsetzung der Maßnahmen entstehen wie bei allen mit materiellem Aufwand verbundenen Tätigkeiten Treibhausgasemissionen, die jedoch so gering wie möglich gehalten werden. Negative Nebeneffekte in allen betroffenen Sektoren wurden im Planungsprozess erkannt und sind möglichst weitgehend vermindert worden. Maßnahmengruppen, bei denen die Verknüpfung zu anderen Sektoren besonders deutlich wird, sind z.B. die Maßnahmen mit Relevanz für die Wasserrahmenrichtlinie.

Bei der Maßnahmenauswahl vor Ort spielen neben der Wirksamkeit der Maßnahme und der Umsetzbarkeit auch wirtschaftliche Aspekte eine Rolle. Die Bedeutung des Klimawandels insgesamt wird im Rahmen der wirtschaftlichen Analyse der Maßnahmen berücksichtigt.

Von den Maßnahmen des Hochwasserrisikomanagements sind keine relevanten regionalen bzw. überregionalen Auswirkungen auf das Klima zu erwarten.

Generell leisten alle Maßnahmen des Hochwasserrisikomanagements letztlich auch einen Beitrag zur Anpassung an den Klimawandel. Sie dienen dazu, neue Risiken zu vermeiden, bestehende Risiken sowie die nachteiligen Folgen während und nach einem Hochwasserereignis zu verringern. Damit tragen die Maßnahmen auch dazu bei, die Folgen der durch den Klimawandel möglichen verschärften Hochwasserereignisse und Sturmfluten zu begrenzen.