



Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft

Der diesjährige „[Monitoringbericht zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel](#)“ zeigt: Steigende Temperaturen, feuchtere Winter und häufigere Wetterextreme wirken sich zunehmend auf die deutsche Gesellschaft aus. Betroffen sind u. a. die Energieversorgung, die Landwirtschaft und die Gesundheitsvorsorge. Im vorliegenden Beitrag wird insbesondere aufgezeigt, welche Auswirkungen der Klimawandel auf die Wasserwirtschaft und die [Trinkwasserversorgung](#) hat.

von: Dr. Petra van R uth (Umweltbundesamt)

Die Temperatur und das Niederschlagsgeschehen sind die wichtigsten Triebfedern des natürlichen Wasserkreislaufs, im globalen wie im regionalen Maßstab.  ndern sich die klimatischen Verhältnisse, ändern sich in der Folge auch der Wasserhaushalt und damit der Rahmen für die Wasserbewirtschaftung. Seit Ende des 19. Jahrhunderts ist das Jahresmittel der Lufttemperatur im Flächenmittel von Deutschland statistisch gesichert um 1,2 Grad angestiegen. Veränderungen bei den Niederschlägen werden ebenfalls beobachtet, sie weisen jedoch jahreszeitliche und räumlich deutliche Unterschiede auf. Die mittleren Regenmengen sind im Sommer weitgehend unverändert geblie-

ben, die Winter sind hingegen signifikant feuchter geworden.  ber ganz Deutschland betrachtet ergibt sich in der Summe seit 1881 ein Anstieg der mittleren jährlichen Niederschlagsmengen von 10,6 Prozent, wobei sich große räumliche Unterschiede zeigen [1].

Anpassung neben Klimaschutz wichtiges zweites Standbein zum Umgang mit dem Klimawandel

Die Anpassung an den Klimawandel wurde bereits in den ersten Berichten des Weltklimarats (IPCC) 2001 als wichtiger Baustein für den Umgang mit dem Klimawandel beschrieben.

Inzwischen besteht weitestgehend Konsens, dass sowohl Klimaschutz als auch Klimaanpassung nötig sind, um mit den Herausforderungen des Klimawandels umzugehen. Im Dezember 2008 wurde die „Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel“ (DAS) durch die Bundesregierung beschlossen. Die DAS zielt darauf ab, die Vulnerabilität (Verwundbarkeit) gegenüber den Folgen des Klimawandels zu mindern und die Anpassungsfähigkeit natürlicher, ökonomischer und gesellschaftlicher Systeme zu erhalten oder zu steigern. Für Ende 2015 ist der erste Fortschrittsbericht zur DAS vorgesehen.

Monitoring zur deutschen Anpassungsstrategie

Als erster Teil des Fortschrittsberichts wurde im Mai 2015 der Monitoringbericht zur DAS [2] veröffentlicht, der die Öffentlichkeit und Entscheidungsträger in allen Bereichen des gesellschaftlichen Lebens über beobachtete Folgen des Klimawandels in Deutschland und die begonnene Anpassung informieren möchte (Abb. 1). An der Entwicklung eines mit allen Bundesressorts abgestimmten Indikatorensets waren Experten und Expertinnen aus jeweils zuständigen Bundes- und Landesbehörden einbezogen. Mit den ausgewählten Indikatoren werden Themen dargestellt, für die wissenschaftliche Erkenntnisse darauf hindeuten, dass mit Veränderungen im Zuge des Klimawandels zu rechnen ist. Bei vielen Indikatoren lässt sich der spezifische Beitrag des Klimawandels zu beobachtbaren Veränderungen in der Umwelt, Gesellschaft oder Wirtschaft nicht oder nur schwer bestimmen, da Veränderungsprozesse vielfältig beeinflusst werden. Einige Datenreihen im Erstbericht zeigen diese Veränderungen (noch) nicht an. Hier werden die vierjährlich geplanten Folgeberichte zeigen, wie die weitere Entwicklung verläuft.

In den Indikatoren für das Handlungsfeld Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, Küsten- und Meeresschutz werden die Themen aufgegriffen, mit der sich die

Wasserwirtschaft in Deutschland schon seit vielen Jahren beschäftigt (z. B. mengenmäßiger Zustand von Grundwasser, Abflussparameter deutscher Flüsse, Wassertemperaturen, Meeresspiegel, Intensität von Sturmfluten, Wassernutzungsindex, Gewässerstruktur, Investitionen in den Küstenschutz).

Signifikante Änderungen in den Meeren

Die Zeitreihen im Handlungsfeld Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, Küsten- und Meeresschutz weisen bislang allein in Bezug auf die Wassertemperatur der Nordsee und der Meeresspiegel von Nord- und Ostsee signifikante Veränderungen auf. Messungen im Stationsnetz des Bundesamts für Seeschifffahrt und Hydrographie zeigen für die letzten Jahre eine Tendenz zu höheren Wassertemperaturen in der Nord- und Ostsee. Die gemittelte jährliche Oberflächentemperatur der Nordsee zeigt seit Ende der 1960er-Jahre bis heute einen signifikanten Anstieg (Abb. 2). Die bisher höchste Mitteltemperatur von 11,0 °C wurde im Jahrhundertssommer 2003 erreicht. Im ebenfalls warmen Sommer 2006 lag die Temperatur mit 10,96 °C nur geringfügig darunter.

Die unmittelbare physikalische Folge steigender Wassertemperaturen ist eine Ausdehnung des Meerwassers, was wiederum eine der Ursachen des Meeresspiegelanstiegs ist. Berechnungen zufolge lassen sich global 39 Pro-



Abb. 1: Monitoringbericht 2015 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel

zent des zwischen 1993 und 2010 beobachteten Meeresspiegelanstiegs auf die thermische Ausdehnung des Meerwassers zurückführen [3].

Die an ausgewählten Pegeln der Nord- und Ostsee gemessenen und über zehn Jahre gleitend gemittelten Wasserstände illustrieren den Meeresspiegelanstieg auch für Deutschland. Der ansteigende Meeresspiegel bedeutet für Küstenregionen, vor allem für Flussdeltas und tiefliegende Küstenebenen, zunächst eine höhere Gefährdung durch Sturmfluten, die häufiger und



Abb. 2: Steigende Wassertemperaturen der Nordsee wirken sich auf den Meeresspiegelanstieg aus.

in höherer Intensität auftreten können. Für das nächste Jahrzehnt werden Landverluste an den deutschen Küsten von Experten nicht als Problem gesehen. Bis Ende des Jahrhunderts ist die Einschätzung der Situation allerdings unterschiedlich. Befürchtet werden vor allem die Auswirkungen erhöhter Sturmintensitäten auf die Außen-deichflächen, die von dauerhaften Überflutungen betroffen sein könnten. Derzeit wird damit gerechnet, dass sich größere Landverluste mit Hilfe von technischen Küstenschutzanlagen und Pumpenanlagen vermeiden lassen. Eine weitere Folgewirkung des ansteigenden Meeresspiegels ist die voranschreitende Küstenerosion, die vor allem sandige Brandungsküsten betrifft und damit auch viel besuchte Strände, die die Basis für die touristische Entwicklung an der Nord- und Ostsee sind. Allein die Sandaufspülungen an der Westküste von Sylt haben in den letzten zwanzig Jahren Kosten in Höhe von mehr als 133 Millionen Euro verursacht.

Die Entwicklung der Sturmfluten an der Nord- und Ostseeküste zeigt an den berücksichtigten Pegeln keine eindeutigen Trends. Obwohl der Meeresspiegel gestiegen ist, hat dies bisher keine statistisch nachweisbaren Auswirkungen auf die Intensität von Sturmfluten.

Guter mengenmäßiger Zustand des Grundwassers

In Deutschland wies im Jahre 2010 die überwiegende Anzahl der ca. 1.000 Grundwasserkörper einen mengenmäßigen guten Zustand auf, d. h., die Grundwasserneubildungsrate lag über der Wasserentnahme aus dem Grundwasser. Gegenüber der Bestandsaufnahme 2004 hat sich der Anteil der Grundwasserkörper mit einem guten quantitativen Zustand bereits von 95 auf 96 Prozent leicht erhöht. Da die Grundwasserneubildung durch den Niederschlag sowie den oberirdischen Abfluss und das Verdunstungsgeschehen bestimmt ist, könnten aus veränderten klimatischen Rahmenbedin-



Abb. 3: Niedrigwasserereignisse, wie hier am Rhein bei Köln, können die ökologische Qualität der Gewässer beeinflussen.

gungen Auswirkungen auf die Grundwasserneubildung verbunden sein. Dabei ist zu berücksichtigen, dass Grundwasser im Vergleich zu Oberflächengewässern eher träge auf sich verschiebende Niederschlagsmengen reagieren. In Deutschland stammen etwa zwei Drittel des Trinkwassers aus Grundwasser. Die mengenmäßig ausreichende Neubildung qualitativ hochwertigen Grundwassers ist daher eine grundlegende Voraussetzung für eine nachhaltige Trinkwasserbereitstellung. Dies gilt verstärkt unter den Bedingungen des Klimawandels, wenn der Bedarf nach Trink- und Brauchwasser zusammen mit steigenden Lufttemperaturen sowie häufigeren und intensiveren Hitzeperioden zunimmt. Wie sehr die Intensität der Nutzung für die Trink- oder Brauchwasserentnahme (z. B. für die landwirtschaftliche Bewässerung) die betroffenen Grundwasserkörper beeinflusst, hat die zweite Hälfte des 20. Jahrhunderts gezeigt. Seit den 1960er- bis in die 1980er-Jahre hinein stiegen die Grundwasserentnahmen als Folge des Bevölkerungs- und des Wirtschaftswachstums (insbesondere im produzierenden Gewerbe) an. In den 1980er-Jahren kam es dann zu großräumigen Grundwasserabsenkungen durch gestiegene Grundwasserentnahmen und witterungsbedingte Trockenperioden.

Neben den klimatischen Einflussfaktoren ist das Ausmaß der Wassernutzung eine wichtige steuernde Größe für die Wasserverfügbarkeit. Als nachhaltig gilt eine Wasserentnahme dann, wenn sie die Marke von 20 Prozent des verfügbaren Wasserdargebots nicht überschreitet. Die 20-Prozentschwelle ist dabei ein international gültiger Orientierungswert. Übersteigt die Wassernutzung diese Marke, gilt dies als Zeichen von Wasserstress. Ab 40 Prozent wird von starkem Wasserstress ausgegangen. Zur Überschreitung der Marke kann es sowohl in Folge einer verstärkten Wasserentnahme als auch einer Verknappung des natürlichen Wasserdargebots kommen. Durch einen Rückgang der Wassernutzung in Deutschland werden seit dem Jahr 2004 weniger als 20 Prozent des Wasserdargebots genutzt und damit die 20-Prozentschwelle unterschritten, womit das Maß der Wassernutzung in Deutschland nach den international gültigen Orientierungswerten als nachhaltig angesehen werden kann. Zu diesem Rückgang haben sowohl eine rückläufige gewerbliche als auch private Wassernutzung beigetragen. So benötigte im Jahr 2010 jede Bürgerin bzw. jeder Bürger täglich 121 Liter und damit 23 Liter weniger als noch 1991. Noch deutlicher war im gleichen Zeitraum der Rückgang um 33 Prozent bei der Wassernutzung

Quelle: Martin Jakubowski - Fotolia.com

durch Energieerzeuger, Industrie- und Bergbauunternehmen, die mit mehr als 80 Prozent den deutlich überwiegenden Teil der Wassernutzung ausmachen.

Abflussgeschehen

Auch das natürliche Abflussgeschehen in Fließgewässern wird vor allem von der Menge und der jahreszeitlichen Verteilung der Niederschläge in den jeweiligen Einzugsgebieten bestimmt. Ändern sich diese Bedingungen zukünftig mit dem fortschreitenden Klimawandel, so wird sich das auch in Veränderungen des Abflussgeschehens niederschlagen. Bislang zeigen die Daten hinsichtlich des mittleren jährlichen Abflusses sowie von Hoch- und Niedrigwasserabflüssen noch keine signifikanten Trends. Allerdings schlagen sich großflächigere Hochwasserereignisse, in denen mehrere Regionen in Deutschland von Hochwässern betroffen waren, wie in den Jahren 1970, 1981, 2002 und 2013 deutlich in der Zeitreihe nieder. Die Analyse von 21 ausgewählten Pegeln in den Flussgebieten von Donau, Elbe, Ems, Oder, Rhein und Weser zeigt, dass markante Niedrigwassersituationen seit den 1950er-Jahren signifikant abnehmen. Zu dieser Entwicklung trägt z. B. die Nutzung von Stauseen und Talsperren zur Abflussregulierung bei. Auch verbesserte Wassernutzungspraktiken, die dazu führen, dass dem Wasserkreislauf weniger Wasser für menschliche Aktivitäten entzogen wird, haben einen Anteil an dieser Entwicklung. Die Folgen von Niedrigwasserereignissen beeinflussen sowohl die ökologische Qualität der Gewässer als auch deren Nutzung (Abb. 3). Durch die niedrigeren Fließgeschwindigkeiten bei Niedrigwasser erwärmt sich das Wasser schneller. Dies hat ein stärkeres Pflanzenwachstum vor allem von Algen zur Folge, was zu niedrigeren Sauerstoffkonzentrationen vor allem in Flusseen führt. Reduzieren sich die Abflüsse, werden Einträge in die Gewässer weniger verdünnt, was zu höheren Nährstoff- bzw. Schad-

stoffkonzentrationen führt. Beide Prozesse haben weitreichende Auswirkungen auf die Lebewesen in den Gewässern.

Für verschiedene Nutzungen der Gewässer ist ein ausreichender Abfluss bzw. eine ausreichende Wasserverfügbarkeit Grundvoraussetzung. Die Flussschifffahrt ist unterhalb einer jeweils flussspezifischen Mindestwasserführung nur eingeschränkt möglich. Außerdem kann bei geringem Abfluss die Wasserentnahme zu Kühlzwecken oder zur landwirtschaftlichen Beregnung gefährdet sein, oder es können mengenmäßige Beschränkungen für die Einleitung von Abwasser erlassen werden. In den zurückliegenden 20 Jahren treten besonders die Jahre 1991 und 2003 hervor. Im Jahr 1991 ist das extreme Niedrigwasser auf unterdurchschnittliche Niederschlagsmengen im Spätwinter und Frühjahr sowie von Juli bis Oktober zurückzuführen. Das Jahr 2003 war in ganz Deutschland von sehr hohen Temperaturen mit Hitzerekorden im Juni und August und unterdurchschnittlichen Niederschlägen im gesamten Zeitraum zwischen Februar und Oktober geprägt. Mit Ausnahme der Ems kam es an allen großen deutschen Flüssen zu lang anhaltenden Niedrigwasserperioden.

Die klimatischen Veränderungen werden nicht nur auf das Grund- und Oberflächenwasser und die daran gekoppelten Ökosysteme wirken, auch die Rahmenbedingungen für eine nachhaltige Nutzung der Ressource Wasser werden beeinflusst. Wasser ist ein wertvolles Lebensmittel, aber es ist auch, wie die genannten Beispiele zeigen, für viele wirtschaftliche Aktivitäten unverzichtbar, z. B. als Kühlmedium in der Energiewirtschaft, als Roh- und Betriebsstoff in der Industrie, als Verkehrsträger für die Schifffahrt, für die Bewässerung landwirtschaftlicher Flächen oder auch für Erholung und Freizeit. Um die unterschiedlichen Ansprüche erfüllen zu können, muss das Wasser bestimmten Anforderungen an Menge und Qualität genügen. Selbst

in einem grundsätzlich wasserreichen Land wie Deutschland kann es zukünftig regional und saisonal zu Problemen mit einer ausreichenden Wasserverfügbarkeit kommen. Ein schonender Umgang mit den Wasserressourcen und die Balance zwischen Wasserdargebot und -nutzung gehören daher ebenfalls zur Anpassung an den Klimawandel. ■

Literatur

- [1] Deuschländer, Thomas; Monika Rauthe, Karsten Friedrich (2015): Klimaentwicklung in Deutschland, in: Monitoringbericht 2015 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (S. 14 – 22).
- [2] <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/monitoringbericht-2015>
- [3] Intergovernmental Panel on Climate Change 2013: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Die Autorin

Dr. Petra van Rüth ist wissenschaftliche Mitarbeiterin im Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung im Umweltbundesamt und zuständig für Monitoring und Evaluierung der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel.

Kontakt:

Dr. Petra van Rüth
FG I 1.6 KomPass – Kompetenzzentrum
Klimafolgen und Anpassung
Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel.: 0340 2103-2127
E-Mail: petra.vanrueth@uba.de
Internet: www.uba.de



Wir bewerten...
...wasserwirtschaftliche Sachverhalte

iww-online.de
6 Kernthemen

IWW
IWW ZENTRUM WASSER