

Umwelt  
Bundes  
Amt

Für Mensch und Umwelt



KomPass  
Kompetenzzentrum  
Klimafolgen u. Anpassung



Anpassung an den Klimawandel  
**HOCHWASSERSCHUTZ**

Das Klima ändert sich und mit ihm das Umfeld für Mensch und Umwelt. Grund ist der vom Menschen verursachte Anstieg der Treibhausgase in der Atmosphäre. Unser Klimasystem reagiert träge, viele Folgen der Emissionen vergangener Jahre spüren wir erst in den kommenden Jahrzehnten. Deutschland nimmt bei der Reduzierung der Treibhausgasemissionen, der Förderung der Energieeffizienz und dem Ausbau der erneuerbaren Energien eine Vorreiterrolle ein. Gleichzeitig müssen wir aber davon ausgehen, dass die bereits eingetretenen und sich abzeichnenden Veränderungen des Klimasystems soziale, ökologische und ökonomische Folgen haben werden – auch in Deutschland. Neben den Anstrengungen zur Reduzierung der Emission von Treibhausgasen wird es zunehmend wichtig, uns auch an die nicht mehr vermeidbaren Folgen des Klimawandels anzupassen: Mit umfassenden Strategien, die vor Ort umzusetzen sind und mit denen wir rechtzeitig beginnen müssen.

---

## KLIMAWANDEL & KLIMAFOLGEN IN DEUTSCHLAND

---

Der Klimawandel zeigt seine Folgen auch bei uns in Deutschland. So ist die Jahresmitteltemperatur bereits in den letzten beiden Jahrzehnten messbar angestiegen und wird auch zukünftig weiter zunehmen. Die Szenarien der Klimaforschung erwarten – abhängig vom verwendeten Klimamodell – zwischen rund 1 und 2,5 Grad Celsius (°C) Temperaturzunahme für den Zeitraum 2021 bis 2050 gegenüber dem Zeitraum von 1961 bis 1990. Für den Zeitraum 2071 bis 2100 liegen die Szenarien mit 1,5 bis 3,7°C sogar noch deutlich höher. Sehr wahrscheinlich ist eine Erwärmung um 2 bis 3°C bis zum Ende dieses Jahrhunderts. Dabei prägt sich der Klimawandel regional und jahreszeitlich sehr unterschiedlich aus. Insgesamt wird es weniger Frosttage und mehr heiße Tage mit Höchsttemperaturen über 30°C geben. Auch wird die Zahl der Tropennächte steigen, d. h. Nächte, in denen die Temperaturen nicht unter 20°C sinken. Weiterhin ist mit mehr und längeren Trockenperioden zu rechnen. Die Niederschläge könnten im Sommer um bis zu 30 Prozent abnehmen.

Szenarien zur zukünftigen Entwicklung von Häufigkeit und Intensität extremer Wetterereignisse wie Trocken- und Dürreperioden, Starkniederschläge, Stürme, Hagel und Gewitter sind im Vergleich zur zukünftigen Temperatur- und Niederschlagsentwicklung weniger genau. Für alle diese Ereignisse werden jedoch bereits in den nächsten drei Jahrzehnten mit hoher bis sehr hoher Wahrscheinlichkeit Zunahmen erwartet. Lediglich die Zunahme von Stürmen ist weniger gewiss.

Niederschläge und Abflussgeschehen in den Flusseinzugsgebieten sind die maßgebenden Faktoren für die Höhe und Dauer von Hochwasserereignissen. Folgen des Klimawandels für das Auftreten von Hochwasser resultieren vor allem aus einem veränderten Niederschlagsgeschehen mit jahreszeitlich und regional



unterschiedlicher Niederschlagsverteilung und einer Zunahme in der Häufigkeit und Intensität von Extremniederschlägen. Auch werden höhere Temperaturen z. B. die Abflussverhältnisse in von Schnee und Gletschern beeinflussten Gebieten verändern. Neben der Erhöhung der Abflussspitzen durch häufiger auftretende extreme Niederschlagsereignisse, vor allem im Sommer und für kleine Einzugsgebiete unter 100 Quadratkilometer, wird die veränderte Niederschlagsverteilung auch zu einer Erhöhung der Eintrittswahrscheinlichkeit hochwasserrelevanter Wasserstände führen. Die häufigeren und stärkeren Hochwasserereignisse können zu hohen ökonomischen, sozialen und ökologischen Schäden führen. Die erwartete Zunahme von Starkregenereignissen kann auch eine Überlastung städtischer Entwässerungssysteme mit vielfältigen Folgen verursachen.

---

## BETROFFENHEIT UND HERAUSFORDERUNGEN FÜR DEN HOCHWASSERSCHUTZ

---

In den vergangenen zwei Jahrzehnten beliefen sich die volkswirtschaftlichen Schäden durch extreme Hochwasserereignisse in Deutschland auf über 13 Milliarden Euro. Allein das Hochwasser im Einzugsgebiet der Elbe im August 2002 verursachte Schäden in Höhe von über 11 Milliarden Euro. Die wetter- und klimabedingten Risiken und Schäden könnten zukünftig für große Teile der Gesellschaft, betroffene Menschen, Kommunen und Wirtschaftssektoren weiter steigen. Für die Schadenshöhe ist neben dem Ausmaß des Hochwasserereignisses auch die Anfälligkeit der Region von Bedeutung. Diese wird bestimmt durch verschiedene Faktoren – wie die Art der Bebauung von Hochwasserrisikogebieten, der Bevölkerungsstruktur, dem Bewusstsein über die Hochwassergefahren oder dem Reaktionsvermögen der Fachverwaltungen und Katastrophenschutzbehörden.

Verändern sich infolge des Klimawandels die auftretenden Abflussvolumina und damit die Wahrscheinlichkeit von Hochwasserereignissen, verringern sich die Sicherheiten technischer Hochwasserschutzeinrichtungen oder es erhöht sich de-





ren Versagenswahrscheinlichkeit. Zusätzlich nimmt das Schadensrisiko mit einer zunehmend intensiveren Nutzung der Hochwasserrisikogebiete weiter zu. Die Fähigkeit der Gesellschaft, mit solchen Risiken umgehen zu können, hängt u. a. vom Handeln der wasserwirtschaftlichen Fachverwaltungen, des Katastrophenschutzes, der Stadtentwicklung und der beteiligten Akteure der Politik sowie dem Risikobewusstsein und der Eigenvorsorge der Bevölkerung ab. Die sich hieraus ergebende Vulnerabilität ist zum Teil auch deshalb als „hoch“ zu bewerten, weil in der Bevölkerung eine starke Sicherheitserwartung an den Staat und ein geringes Bewusstsein für die eigene Betroffenheit existieren. Das Bewusstsein über Hochwasserrisiken steigt erst allmählich durch die kontinuierlich veröffentlichten Informationen zu Hochwassergefahren und Hochwasserrisikokarten, die auch Versagensszenarien enthalten. Zusätzlich können soziale Veränderungen, z. B. der demografische Wandel, Multikulturalisierung und Individualisierung, die Art und den Grad der Gefährdung der Bevölkerung verändern. So ist es beispielsweise viel schwieriger, ältere Menschen und kleine Kinder zu evakuieren als junge, tendenziell mobilere Menschen.

Insgesamt ist der Kenntnisstand zum Umgang mit Hochwasserereignissen hoch, die finanziellen und organisatorischen Ressourcen sind vorhanden und die Forschungsanstrengungen im Hochwasserbereich sind umfangreich. Bereits heute sind vielfältige Strategien und rechtliche Rahmenbedingungen der Hochwasservorsorge und des Hochwasserrisikomanagements vorhanden, z. B. das Gesetz zur Verbesserung des vorbeugenden Hochwasserschutzes der Bundesregierung sowie die EG-Richtlinie über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken. Zur Anpassung an klimabedingt veränderte Hochwasserereignisse müssen die Anrainerländer geplante Hochwasserschutz- und Hochwasservorsorgemaßnahmen konsequent umsetzen. Zusätzlich sollten sie prüfen, inwieweit die Maßnahmen vor dem Hintergrund des Klimawandels zu ergänzen sind, z. B. mit der Einführung eines „Lastfalls Klimaveränderung“ bei der Bemessung neuer Hoch-

wasserschutzanlagen oder der Ausweisung von Überschwemmungsgebieten. Hier sind noch weitere Anstrengungen zur Berücksichtigung des Klimawandels erforderlich. Eine erfolgreiche Anpassung erfordert eine stärkere Auseinandersetzung mit der entscheidenden Frage, welche Risiken zukünftig gesellschaftlich toleriert werden und gegen welche Risiken sich jeder selbst abzusichern hat; dazu ist ein gesellschaftlicher Diskurs erforderlich.

---

## WIE ANPASSEN? – ANPASSUNGSMASSNAHMEN UND IHRE POTENZIALE

---

Die Bundesregierung bündelt die Anpassungsaktivitäten in der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS). Die Strategie legt den Grundstein für einen mittelfristigen Prozess, in dem die entsprechenden Ziele definiert sowie mögliche Anpassungsmaßnahmen entwickelt und umgesetzt werden sollen.

Hochwasserschutz und Hochwasservorsorge haben in Deutschland eine lange Tradition. Es liegen umfangreiche Erfahrungen vor, an die bei der Entwicklung von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel anzuknüpfen ist.

Maßnahmen zum Wasserrückhalt in der Fläche, z. B. Deichrückverlegung, Rücknahme von Entwässerungsmaßnahmen im ländlichen Raum und die Versickerung von Regenwasser stützen den lokalen Wasserhaushalt und haben eine positive Wirkung bei Trockenheit und Hochwasser.

Durch raumplanerische Maßnahmen können Rückhalteflächen gesichert und durch Bebauungsplanung kann Einfluss auf die Siedlungsentwicklung genommen werden. Technische Lösungen kommen für dicht besiedelte urbane Gebiete in Frage. Hier können die Kommunen zentral handeln, z. B. durch mobile Schutzelemente. Auch alle Hausbesitzerinnen und Hausbesitzer können mit der technischen Ausgestaltung ihres Wohnumfeldes zur Schadensreduzierung beitragen, z. B. indem sie keine wertvollen Geräte im Keller aufbewahren.

Grundsätzlich ist die Kooperation zwischen Unter- und Oberlieger an einem Fluss weiter zu verbessern. Beispielsweise können Polderlösungen im ländlichen Raum für eine Stadt oder Siedlung weiter flussabwärts die Hochwasserspitzen entscheidend kappen. Aber auch vorsorgende Maßnahmen im Einzugsgebiet eines Flusses haben entscheidende Wirkung auf den Verlauf eines Hochwassers im Hauptstrom.

Erkenntnis vergangener schadensträchtiger Hochwasserereignisse ist aber auch, dass technischer Hochwasserschutz nur begrenzt wirksam ist und ein Restrisiko bleibt. Entscheidungsträger kommunizieren diese Restrisiken häufig nicht ausreichend.



Anpassung im Umgang mit Hochwasserereignissen kann mit folgenden Maßnahmen erfolgen:

- Flächenfreihaltung z. B. zur Bereitstellung und Reservierung möglicher Überflutungsflächen (sogenannter Retentionsflächen) sowie Vermeidung nicht angepasster Bebauung und Nutzung in Hochwasserrisikogebieten, Ausweisung von Überschwemmungsgebieten
- Verbesserung des Informationsstandes und des Bewusstseins der Bevölkerung über die Hochwassergefahren, um individuelle Vorsorge und die Umsetzung persönlicher Schutzhandlungen im Ereignisfall zu befördern. Hier sind auch die weitere Optimierung von Warnsystemen, die eine möglichst frühzeitige Warnung und eine möglichst optimale Erreichbarkeit der betroffenen Bevölkerung gewährleisten müssen, zu nennen – ebenso Gefahren- und Risikokartierungen, aber auch Versicherungen oder ökonomischer Ausgleich in Flusseinzugsgebieten
- technische Maßnahmen, z. B. Verstärkung oder Neubau von Hochwasserschutzanlagen, Erhöhung der Durchgängigkeit der Gewässer für hohe Abflussspitzen, Anlage von Überflutungspoldern, hochwassersichere Bauweise von Gebäuden und Infrastruktur, mobile Schutzwände sowie Objektschutz
- Maßnahmen mit ökologischer Ausrichtung, z. B. Deichrückverlegung, Wiederansiedlung von Auwäldern, Wasserrückhalt in der Fläche durch Rücknahme von Entwässerungsmaßnahmen und Regenwasserversickerung vor Ort
- Maßnahmen des Katastrophenschutzes, z. B. Notfall- und Evakuierungspläne sowie Pläne zur Sicherung von Industrieanlagen.

Bei all diesen Maßnahmen sind auf einem Risikomanagement aufbauende Kommunikations- und Partizipationsstrategien von Vorteil. Durch frühzeitige Einbeziehung aller Akteure erleichtert sich die Realisierung zukünftig notwendiger Anpassungsmaßnahmen und die Umsetzung rechtlicher Anforderungen – wie das Hochwasserschutzgesetz der Bundesregierung und die EG-Richtlinie zur Bewertung und zum Management von Hochwasserrisiken.

Mit dem Klimawandel verändert sich die Eintrittswahrscheinlichkeit von Hochwasserereignissen, ohne dass heute schon mit Sicherheit gesagt werden kann, in welcher Höhe. Dies wirft die Frage auf, wie sich veränderte Wahrscheinlichkeiten und Unsicherheiten für die Planung im Hochwasserrisikomanagement dennoch abbilden lassen und wie trotz Unsicherheiten Planungen und Investitionen für lange Zeithorizonte vorgenommen werden können. Hierbei ist auf die Flexibilität von Maßnahmen zu achten. Alle Planungsgrundlagen sind in regelmäßigen Abständen zu sichten. Nur so können aktuelle Ergebnisse aus der Klimaforschung zeitnah berücksichtigt werden. Die EG-Hochwasserrisikomanagementrichtlinie geht diesen Weg bereits.

Obwohl für die Umsetzung der Anpassungsmaßnahmen zukünftig ein höherer finanzieller Aufwand notwendig sein wird, führen Anpassungsmaßnahmen vielfach zu so genannten „win-win“-Situationen. Der internationale Austausch über hochwasserbezogene Gefahren und der Umgang mit ihnen erweitert das Methoden- und Strategiespektrum eines nachhaltigen Hochwasserschutzes für die beteiligten Fachverwaltungen. Der grenzüberschreitende Charakter von Hochwasseraktionsplänen in großen Flusseinzugsgebieten fördert die internationale Zusammenarbeit. Die Umsetzung geeigneter nachhaltiger Anpassungsmaßnahmen und eine verbesserte Integration von hochwasserbezogenen Informationen in alle relevanten Entscheidungsprozesse kann eine nachhaltige Entwicklung von Hochwasserrisikogebieten fördern. Eine ökologische Aufwertung und Verbesserung der Gewässersysteme bietet sowohl Chancen zum Rückhalt von Hochwasser als auch Synergien bei der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie.

## WAS SCHON GETAN WIRD: BEST-PRACTICE-BEISPIELE

Ein Beispiel zur Berücksichtigung des Klimawandels im Hochwasserschutz stellen die Erkenntnisse des Verbundvorhabens „KLIWA“ dar. Das Projekt analysiert die Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt von Bayern und Baden-Württemberg und die sich daraus ergebenden Veränderungen für verschiedene Bereiche der Wasserwirtschaft. Die Ergebnisse regionaler Klimamodelle werden auf vorhandene Wasserhaushaltsmodelle übertragen und ermöglichen so Aussagen über die Entwicklung des Hochwassergeschehens in den nächsten 50 Jahren. Dadurch können die Länder – neben einer Abschätzung der Erhöhung von Abflüssen bestimmter Wahrscheinlichkeiten – auch mögliche Gefahren und Risiken erkennen und wasserwirtschaftliche Handlungsstrategien und Konzepte festlegen. Resultat ist die Benennung eines regional differenzierten Klimaänderungsfaktors („Lastfall Klimaveränderung“), der auf die bisherigen Bemessungshochwasser aufgeschlagen und beim Neubau technischer Hochwasserschutzanlagen schon heute berücksichtigt wird. So kann bereits bei der Planung neuer Hochwasserschutzanlagen die projizierte Erhöhung von Hochwasserabflüssen einfließen.

Beispiele für integrierte Betrachtungen wasserwirtschaftlicher Belange und der Stadtplanung sind die Forschungsaktivitäten der Projekte „KlimaNet“ und „Urban Water“. Hier wird für Städte und urbane Gebiete betrachtet, wie in dicht bebauten Stadtteilen ein dezentrales Wassermanagement die abzuführenden Niederschlagsmengen verringert, wie eine Vernetzung der innerstädtischen Grünflächen zur Ableitung und Zwischenspeicherung von Niederschlägen dienen kann, welche Möglichkeiten es für die Integration von Wasserwirtschaft, Ökologie, Naherholung und Stadtentwicklung gibt und wie vorhandene Industriebrachen und andere nicht genutzte Flächen so umgewandelt werden können, dass die

abzuleitenden Niederschlagswassermengen sich reduzieren und der natürliche Wasserkreislauf gestärkt wird. Ziel dieser Anpassungsmaßnahmen ist die Reduzierung der Wassersensibilität urbaner Gebiete durch eine angepasste Stadtentwicklung und die Bildung von Netzwerken aus den Akteuren der regionalen Siedlungswasserwirtschaft und der Stadtplanung, um eine nachhaltige Anpassung an Klimatrends und Extremwetter zu gewährleisten.

**Grundlage für dieses Themenblatt ist die Auswertung einer Reihe von Forschungsprojekten und Literaturquellen. Die wichtigsten Projekte und Quellen sind:**

KLIWA – Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft: <http://www.kliwa.de>

INNIG – Integriertes Hochwasserrisikomanagement in einer individualisierten Gesellschaft: <http://www.innig.uni-bremen.de>

KlimaNet – Anpassung der regionalen Siedlungswasserwirtschaft an Klimatrends und Extremwetter: <http://www.isa.rwth-aachen.de/klimanet>

Urban Water – Sustainable Water Management in Urban Space: <http://www.urban-water.org>

URBAS – Urbane Sturzfluten: Vorhersage und Management von Sturzfluten in urbanen Gebieten: <http://www.urbanesturzfluten.de>

VERIS-Elbe – Veränderung und Management der Risiken extremer Hochwasserereignisse in großen Flussgebieten am Beispiel der Elbe: <http://www.veris-elbe.ioer.de>

WASKlim – Wasserwirtschaftliche Anpassungsstrategien an den Klimawandel: <http://www.wasklim.de>

Hochwasserbroschüre des Umweltbundesamtes: <http://www.umwelt Daten.de/publikationen/fpdf-l/3019.pdf>

.....  
Weitere Projekte können Sie im Projektkatalog des Kompetenzzentrums Klimafolgen und Anpassung (KomPass) unter: <http://www.anpassung.net/projektkatalog> recherchieren.  
.....

**Autoren:**  
BioConsult Schuchardt & Scholle GbR, [www.bioconsult.de](http://www.bioconsult.de)  
Corinna Hornemann, Umweltbundesamt, Fachgebiet II.2.1

**Herausgeber:**  
Umweltbundesamt  
Fachgebiet I 1.7  
Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung  
(KomPass)  
[www.anpassung.net](http://www.anpassung.net)

**Stand: August 2011**