

# Hochwasserschutz und Klimawandel – die bayerische Anpassungsstrategie



## Hochwasserschutz-Aktionsprogramm 2020 – Hochwasser-Aktionsplan Main – Berücksichtigung der Klimaänderung

Die großen Hochwasser von 1999 und 2005 in Südbayern sowie 2003 in Nordbayern haben schmerzhaft die Notwendigkeit zum verstärkten Handeln gezeigt. Der Klimawandel wird die bestehenden Verhältnisse noch deutlich verschärfen. Der Freistaat Bayern hat deshalb seine Hochwasserschutzstrategie mit dem Hochwasserschutz-Aktionsprogramm bis zum Jahr 2020 fortgeschrieben. Die ausgewogene Kombination von natürlichem Rückhalt, technischem Hochwasserschutz und Hochwasservorsorge ermöglicht einen zukunftsweisenden Hochwasserschutz: Flüsse und Bäche erhalten wieder mehr Raum, technische Rückhalteeinrichtungen dämpfen zusätzlich Hochwasserspitzen und Siedlungsbereiche werden mit Deichen und Mauern geschützt. Darüber hinaus sollen Gemeinden und Bürger rechtzeitig über Gefahren informiert und in ihrer Eigenverantwortung gestärkt werden.

doch zunächst keine Berücksichtigung. Deshalb wurde als ein erster Schwerpunkt im bayerischen ESPACE-Beitrag die Auswirkung des Klimawandels auf den Wasserhaushalt im Maingebiet ermittelt und damit die notwendige Grundlage für eine Anpassung betroffener wasserwirtschaftlicher Aktivitäten geschaffen. In einem zweiten

Schwerpunkt wurde eine Methodik zur Anpassung von Hochwasserschutzplanungen an den Klimawandel entwickelt. Pilotgebiet ist die Fränkische Saale mit ihren konkreten Problemstellungen.

Grundlage für die Bemessung von Hochwasserschutzanlagen ist in Bayern der  $HQ_{100}$  – ein Abfluss, der im statistischen Mittel einmal in 100 Jahren erreicht oder überschritten wird. Dieses „Jahrhunderthochwasser“ wird sich durch den Klimawandel erhöhen. Dieses „Jahrhunderthochwasser“ wird sich durch den Klimawandel erhöhen. Damit die Hochwasserschutzanlagen den Belastungen von morgen gerecht werden, wird bereits heute ein Sicherheitszuschlag eingeplant. Der so genannte „Klimaänderungszuschlag“ berücksichtigt eine voraussichtliche Zunahme des bisherigen  $HQ_{100}$  um 15%. Modellrechnungen im Rahmen von ESPACE haben diesen Zuschlag für das Maingebiet bestätigt.



Hochwasserschutz-Aktionsprogramm 2020: Die drei Handlungsfelder

Die Hochwasserschutzstrategie ist für das rd. 23.000 km<sup>2</sup> umfassende bayerische Maingebiet im Hochwasseraktionsplan Main konkretisiert und fasst die staatlichen und kommunalen Aktivitäten zusammen. Ziel ist es, Schadensrisiken zu mindern, Hochwasserstände zu minimieren, das Hochwasserbewusstsein zu stärken und den Informationsfluss zu verbessern. Der Klimawandel fand hier je-



Der Klimaänderungsfaktor: Ein Zuschlag von 15 % auf den hundertjährigen Hochwasserabfluss ( $HQ_{100}$ ) bei der Bemessung von Hochwasserschutzanlagen berücksichtigt den möglichen Einfluss des Klimawandels

## Impressum

**Herausgeber:**  
Bayerisches Landesamt für Umwelt  
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160  
96179 Augsburg  
Eine Behörde im Geschäftsbereich des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz

**Konzept und Gestaltung:**  
Bayerisches Landesamt für Umwelt,  
Referat B1  
Müller Fotosatz&Druck, Selbitz

**Bildnachweis:**  
Bayerisches Landesamt für Umwelt,  
WWA Kronach, WWA Bad Kissingen,  
Müller Fotosatz&Druck

**Druck:**  
Müller Fotosatz&Druck, 95152 Selbitz

**Auflage:**  
1. Auflage, Juni 2007

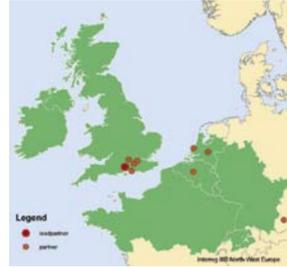
© Bayerisches Landesamt für Umwelt,  
Augsburg, Juni 2007  
Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck und  
Wiedergabe – auch auszugsweise –  
nur mit Genehmigung des Herausgebers.



BAYERN DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung.  
Unter Tel. (01801) 20 10 10 (3,9 Cent pro Minute aus dem Festnetz der Deutschen Telekom) oder per E-Mail unter direkt@bayern.de erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen Staatsregierung.

## ESPACE

ESPACE (European Spatial Planning: Adapting to Climate Events, 2003 bis 2007) ist ein europäisches Gemeinschaftsprojekt. Ziel war es, Strategien und Handlungsempfehlungen für angepasste räumliche Planungen auf lokaler, regionaler, nationaler und europäischer Ebene zu entwickeln sowie die Bevölkerung für den Klimawandel und dadurch notwendige Anpassungsmaßnahmen zu sensibilisieren. Die Arbeiten bezogen sich vor allem auf wasserwirtschaftliche Belange.



Die ESPACE-Partner aus den vier beteiligten Ländern untersuchten in einer Reihe von Fallstudien verschiedenste Aspekte aus dem Bereich Klimawandel und Raumplanung. Die drei wichtigsten gemeinsamen Kernaussagen für eine erfolgreiche Anpassungsstrategie lauten:

- Die Berücksichtigung des Klimawandels muss ein zentrales Anliegen in der räumlichen Planung sein.
- Planungen müssen so flexibel gestaltet werden, dass sie Optionen für schrittweise Anpassungen auch in der fernen Zukunft offen halten.
- Eine erfolgreiche Anpassung an die unvermeidbaren Folgen des Klimawandels muss sowohl durch Verhaltensänderung aufgrund von Bewusstseinsbildung als auch durch Risikoquantifizierung und -management geschehen. Dies setzt eine Anpassung bestehender Strukturen in Verwaltung, Recht und Gesellschaft voraus.

Weitere Informationen zu den Ergebnissen des Interreg-III-B-Projektes ESPACE finden sich im Internet:

Zum Pilotprojekt Fränkische Saale:  
[www.klimawandel-hochwasser.bayern.de](http://www.klimawandel-hochwasser.bayern.de)

Zum Gesamtprojekt ESPACE:  
[www.klimaprojekt-espace.bayern.de](http://www.klimaprojekt-espace.bayern.de)  
[www.espace-project.org](http://www.espace-project.org)



Bayerisches Landesamt für Umwelt



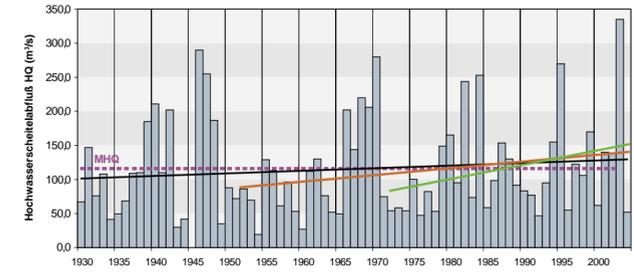
Wasserwirtschaftsamt  
Bad Kissingen



# Klimawandel und Flussgebietsplanung – das bayerische Teilprojekt in ESPACE

## ESPACE - ein europäisches Gemeinschaftsprojekt

Der Klimawandel ist heute schon spürbare Realität. Den negativen Entwicklungen muss neben konsequenteren Bemühungen zum Klimaschutz auch durch Anpassungsmaßnahmen vor Ort begegnet werden. Dies ist vor allem bei allen räumlichen Planungen eine neue fachliche Herausforderung. Allerdings fehlten die dazu benötigten methodischen Instrumente noch weitgehend. Hier setzte das europäische Kooperationsvorhaben ESPACE an, das von zehn Projektpartnern aus Belgien, Deutschland, den Niederlanden und Großbritannien getragen wird. Das Bayerische Landesamt für Umwelt, einziger deutscher Projektpartner, untersuchte die Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt im Maingebiet, dem zweitgrößten Zuflussgebiet zum Rhein. In der Fränkischen Saale, einem Teilgebiet des Mains, wurden zusätzlich konkrete Aussagen für einen angepassten Hochwasserschutz erarbeitet. Das Projekt ESPACE liefert somit Handlungsempfehlungen, die eine sachgerechte Anpassung an den Klimawandel für den Bereich räumlicher Planungen unterstützen.



Trendanalyse der jährlichen Höchstabflüsse [m³/s] von 1931 - 2000  
Fränkische Saale, Pegel Bad Kissingen

## Klimawandel im Maingebiet

**Wissen was war:**  
Langjährige klimatologische Messreihen für das Maingebiet zeigen, dass der Klimawandel insbesondere im Winterhalbjahr erkennbar ist. Im Laufe der letzten Jahrzehnte stieg die durchschnittliche Temperatur um etwa 1 °C an. Neben zunehmenden Niederschlagsmengen ist auch eine Zunahme von Extremereignisse auffallend: So nahmen die Starkniederschläge um bis zu 30 % zu. Die bisherige Klimaveränderung hat damit schon heute einen merklichen Einfluss auf das Abflussgeschehen im Maingebiet. So zeigen die Hochwasserstatistiken der meisten Pegel eine Zunahme auf.

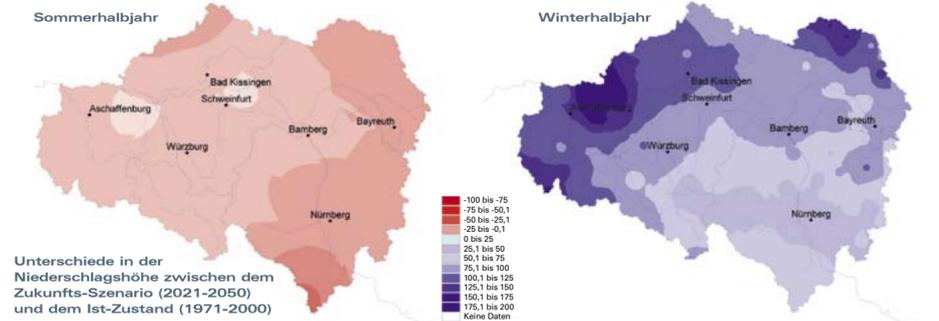
**Abschätzen was sein wird:**  
Künftige klimatische Veränderungen im Maingebiet wurden durch die Regionalisierung der Ergebnisse globaler Klimamodelle berechnet. Die Untersuchungen bis zum Jahr 2050 zeigen eine Fortsetzung der bereits beobachteten Entwicklungen: Im Winter könnte sich die durchschnittliche Temperatur um ca. 2 °C und im Sommer um etwa 1,3 °C erhöhen. Noch deutlicher sind die Niederschlagsveränderungen: Während im Sommerhalbjahr die Niederschläge wohl bis zu 20 % zurückgehen und damit auch die Dürregefahr wächst, könnten die Niederschläge im Winter bis zu 35 % zunehmen – bei einer zunehmenden Häufigkeit von Starkregenereignissen. Dadurch wächst die Hochwassergefahr erheblich.

# Klimawandel und Flussgebietsplanung

Die Hochwasserschutzplanung an der Fränkischen Saale: ein europäisches Pilotprojekt



Der bayerische Beitrag zum EU-Projekt ESPACE  
(European Spatial Planning: Adapting to Climate Events)



Unterschiede in der Niederschlagshöhe zwischen dem Zukunfts-Szenario (2021-2050) und dem Ist-Zustand (1971-2000)

# Hochwasserschutz an der Fränkischen Saale

## Klimawandel und seine Berücksichtigung in der Hochwasserschutzplanung

Das Einzugsgebiet der Fränkischen Saale mit 2.765 km<sup>2</sup> liegt überwiegend im Mittelgebirge Rhön. Das teilweise starke Gefälle begünstigt die schnelle Entstehung von Hochwasserspitzen. Insbesondere die ausgeprägten Winterhochwasser verursachen immer wieder große Schäden. Spätestens das Hochwasser im Januar 2003 hat gezeigt, dass der bestehende Hochwasserschutz vielerorts nicht ausreichend war. Das Wasserwirtschaftsamt Bad Kissingen prüfte daher technische Möglichkeiten, um für die Siedlungen entlang der Fränkischen Saale den Hochwasserschutz zu optimieren. Dazu wurden verschiedene Planungsoptionen betrachtet:

- Örtlicher Schutz durch Maßnahmen wie Deiche und Schutzmauern
- Überörtlicher Schutz durch Hochwasserrückhaltebecken
- Kombination örtlicher und überörtlicher Schutzmaßnahmen.

Der örtliche Hochwasserschutz für Bad Kissingen und weiterer Ortschaften ist mittlerweile fertig gestellt. Bei einer Reihe anderer, wie Aura, Euerdorf, Diebach, Morlesau und Westheim, fehlt noch ein angemessener Schutz.

Im Rahmen von ESPACE wurde die Einbeziehung des Klimawandels in die Planungen initiiert. Ein methodisches Konzept zeigt am Beispiel der Fränkischen Saale, wie die einzelnen Planungsschritte konkret anzupassen sind. Die Komplexität der Zusammenhänge verlangt dabei eine Betrachtung verschiedener Bereiche, wie im Kreisdiagramm vereinfacht dargestellt:

- Festlegung der Ziele der Hochwasserschutzplanung, Schaffung der Daten- und Bemessungsgrundlagen, Ermittlung der maßgeblichen Klimaänderungsfaktoren für die Bemessung der bautechnischen Anlagen

**Die ganzheitliche Betrachtung von physischer, ökonomischer, ökologischer und sozialer Betroffenheit**

Ein klimabedingter Anstieg der Hochwassergefahr erfordert unter Anderem die Beantwortung folgender Fragen:

- Welche Flächen und Nutzungen sind zusätzlich betroffen? (physische Betroffenheit)
- Welche Schäden werden an Sachwerten, Personen, Umwelt und Kulturgütern zusätzlich verursacht? (ökonomische, ökologische, soziale Betroffenheit)
- Wie wird die zusätzliche Gefahr wahrgenommen und in Handeln umgesetzt? (Bewusstseinsbildung, Verhaltensänderung)

Diese werden auch durch den integrativen Ansatz des EU Projektes ESPACE aufgegriffen. Er stellt beispielhaft das Vorgehen für eine nachhaltige Berücksichtigung des Klimawandels in der Hochwasserschutzplanung dar.

- Konzeption der möglichen Planungsoptionen, Ermittlung der überschwemmungsgefährdeten Bereiche und kosten-nutzen-analytische Projektbewertungen
- Kommunikation des Planungsprozesses, Beteiligung von Entscheidungsträgern, Betroffenen und interessierter Öffentlichkeit, Entscheidungsfindung mit nachfolgender Umsetzung.



Methodik zur Einbeziehung des Klimawandels in den bisherige Hochwasserschutzplanung

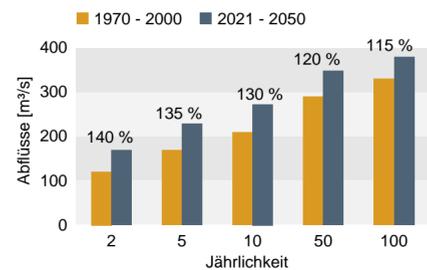
Der bereits spürbare Klimawandel führt zu einer Verschärfung der Hochwassergefahr. Der Hochwasserschutz von heute muss den Belastungen von morgen gerecht werden.

# Betroffenheit von Flächen und Nutzungen

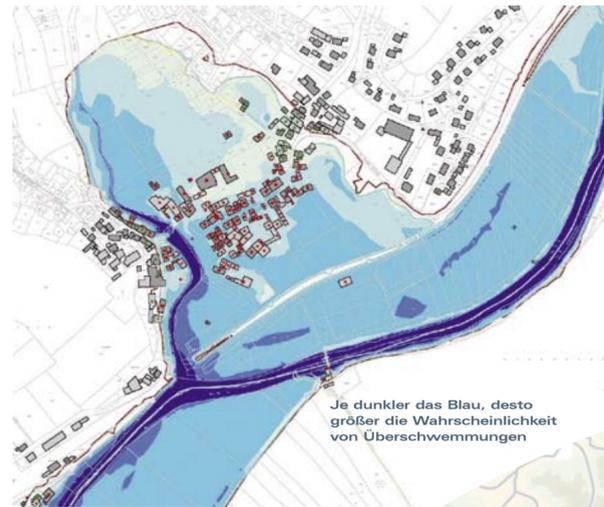
## Veränderungen im Abflussgeschehen:

Um die Folgen für die Anwohner abschätzen zu können, müssen die veränderten Hochwasserabflüsse in mehreren Schritten möglichst genau bestimmt werden. Dazu werden zunächst mit Hilfe regionaler Modelle die klimatischen Veränderungen ermittelt. Die nachfolgende Wasserhaushaltsmodellierung liefert als Ergebnis alle wesentlichen Änderungen im natürlichen Wasserkreislauf. Über statistische Verfahren ergeben sich dann die Hochwasserabflüsse als Eingangsgrößen für die hydraulischen Berechnungen. Ergebnisse dieses letzten Berechnungsschritts sind die zu erwartenden Hochwasserstände und andere schadensrelevante Informationen. Beispielsweise bedeutet eine klimabedingte Zunahme des 100-jährlichen Hochwassers bis 2050 für die Stadt Hammelburg einen Anstieg des Wasserspiegels um ca. 30 cm. Noch deutlicher wirkt sich der Klimawandel auf die kleineren Hochwasserereignisse aus.

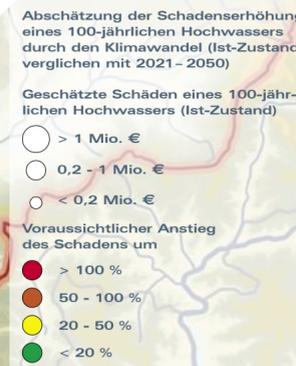
Für die konkrete Erfassung der physischen Betroffenheit wurden in Abhängigkeit von den berechneten Wasserständen die überschwemmungsgefährdeten Flächen ermittelt. Daraus wird erkennbar, welche Grund-



Erhöhung der Hochwasserabflüsse unterschiedlicher Jährlichkeiten durch den Klimawandel (Pegel Bad Kissingen)



stücke und Siedlungen durch ein bestimmtes Hochwasserereignis überflutet werden. Für die Fränkische Saale wurden 274 Karten erstellt, die leicht verständlich zeigen, welche Bereiche bei unterschiedlichen Hochwasserjährligkeiten gefährdet sind. Sie können unter [www.klimaprojekt-espace.bayern.de/hochwassergefahr](http://www.klimaprojekt-espace.bayern.de/hochwassergefahr) eingesehen werden.



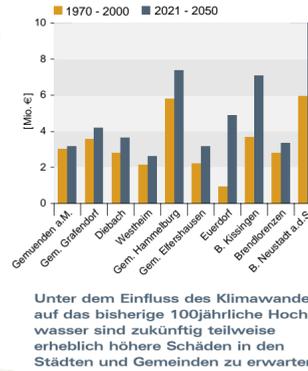
Die Abflüsse des 100-jährlichen Hochwassers nehmen voraussichtlich regional bis 2050 um rund 15% zu. Die Überflutungshöhen nehmen dadurch in einzelnen Siedlungsbereichen über 30 cm zu.

# Ökonomische, ökologische und soziale Betroffenheit

## Schadensausmaße und Anpassungsmöglichkeiten

Aus den Überflutungen und der Schadensanfälligkeit der Nutzungen wurden für unterschiedliche Jährlichkeiten mit und ohne Klimawandel Schadenspotentiale ermittelt. Im Pilotprojekt Fränkische Saale hat sich gezeigt, dass die Berechnung der Schadenspotentiale wesentlich realistischer ist, wenn sie an tatsächlichen Verhältnissen vor Ort geeicht wird. Dazu sind Ortsbegehungen und Umfragen bei den Betroffenen nötig. So war festzustellen, dass in Gebieten mit häufigen Überflutungen eine wesentlich wirksamere Eigenvorsorge betrieben wird. Deutlich wurde auch, dass vielerorts die Schadenspotentiale bei Überschreiten des bisherigen HQ100 überproportional anwachsen. Ohne Anpassungsmaßnahmen würde der Klimawandel eine unverhältnismäßig starke Zunahme der Schäden verursachen. Die Untersuchungen in ESPACE haben hierzu interessante Erkenntnisse geliefert.

Hochwasserschäden lassen sich durch einen angepassten und optimierten Hochwasserschutz eingrenzen. Dem stehen jedoch die Kosten für Bau und Unterhaltung der Schutzbauten gegenüber. Mit einer Kosten-Nutzen-Betrachtung lässt sich feststellen, ob die Schadensminderungen in einem vertretbaren Verhältnis zu den Kosten stehen. Diese Untersuchungen liefern damit einen wertvollen Beitrag zu einer fundierten Bewertung der verschiedenen Planungsoptionen. Erste Abschätzungen für die Fränkische Saale haben gezeigt, dass die bisher untersuchten Planungsoptionen mit überörtlichen Speicherbecken erhebliche Kosten verursachen würden und daher weitere Überlegungen erforderlich machen.



Unter dem Einfluss des Klimawandels auf das bisherige 100-jährliche Hochwasser sind zukünftig teilweise erheblich höhere Schäden in den Städten und Gemeinden zu erwarten.



Die klimabedingte Verschärfung der Hochwasserabflüsse führt teilweise zu einer überproportionalen Zunahme von Schäden. Die Zunahme kleinerer Hochwässer kann eine Nutzungsanpassung landwirtschaftlicher Flächen erfordern.

# Restrisiko, Bewusstseinsbildung, Verhaltensänderung

## Hochwasserschutz und Restrisiko

Hochwasserschutzanlagen bieten nur einen begrenzten Schutz, da das Bemessungshochwasser bei selteneren Ereignissen überschritten wird und ein Versagen der Schutzeinrichtungen ganz ausgeschlossen werden kann. Für Personen und Vermögenswerte in überschwemmungsgefährdeten Gebieten verbleibt folglich eine Gefährdung, die mehr oder weniger zutreffend als „Restrisiko“ bezeichnet wird. Dieses verbleibende Risiko steigt mit fortschreitenden Auswirkungen des Klimawandels. Es ist also wichtig, dass sich die Betroffenen ihrer Gefährdung bewusst sind. Nur so können sie, durch private Eigenvorsorge, Hab und Gut zusätzlich schützen. Grundlage dafür ist die Kenntnis der potentiellen Überflutungsbereiche und der Risikodialog mit der öffentlichen Verwaltung. In ESPACE wurden entsprechende Informationen in einem Internetauftritt bereitgestellt: [www.klimaprojekt-espace.bayern.de/hochwassergefahr](http://www.klimaprojekt-espace.bayern.de/hochwassergefahr)



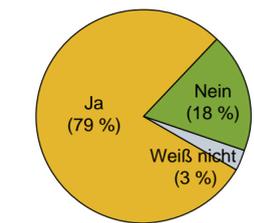
Bewusstseinsbildung

Wie präsent das Thema „Hochwassergefahr und Klimawandel“ in der Bevölkerung ist, wurde durch eine Umfrage im Rahmen des Pilotprojektes Fränkische Saale untersucht. Das Ergebnis zeigt, dass in den hochwasserbetroffenen Gebieten die Vorsorgebereitschaft groß ist und die zunehmende Gefährdung durch den Klimawandel erkannt wird. Über die Zusammenhänge besteht jedoch Ungewissheit. Die große Mehrheit der Befragten möchten weiter informiert werden – vorzugsweise in Informationsveranstaltungen und Gesprächen mit Fachleuten.



Verhaltensänderung

Schadenserzeugende Hochwasser bringen das Problem mit sich, dass sie auf Grund ihrer Seltenheit nach relativ kurzer Zeit aus dem Bewusstsein verschwinden. Zusätzlich stellt der Klimawandel eine schleichend wachsende Gefahr dar. Es gilt also, durch dauerhafte Bewusstseinsbildung eine angepasste und nachhaltige Hochwasservorsorge zu fördern. In ESPACE wurde daher eine Kommunikationsstrategie entwickelt, die dem Dialog zwischen Fachinstitutionen, den Entscheidungsträgern und den Betroffenen dient. Ihm kommt im zukunftsorientierten Hochwasserschutz eine zunehmende Bedeutung zu, da die Eigenvorsorge angesichts des Klimawandels künftig einen höheren Stellenwert einnimmt.



Ergebnis einer Befragung, ob durch den Klimawandel eine Erhöhung der Hochwassergefahr zu erwarten ist (Gemeinde Hammelburg)

Grenzen staatlichen Handelns: Eigenvorsorge ist unverzichtbarer Bestandteil des Hochwasserschutzes. Information und Risikodialog unterstützen Bewusstseinsbildung und Akzeptanz und wirken dem Vergessen entgegen.

BAYERN I DIREKT Tel.: 0180 1 201010  
3,9 ct/min aus dem deutschen Festnetz;  
max. 42 ct/min aus den Mobilfunknetzen.