

Bezeichnung: Einschätzung der Auswirkungen des Klimawandels auf Flussgebiete und Ermittlung geeigneter Anpassungsmaßnahmen

Stichwörter:

Anpassung an den Klimawandel; integrierte Hochwasserschutzplanung, Hochwasservorsorge; Schadenspotenzial; Kosten-/Nutzenanalyse; Konfliktmanagement; Kommunikationsstrategie

Zielgruppe:

Umweltbehörden; regionale und lokale Wasserbehörden und Hochwasserschutzexperten

Empfehlungen aus der ESPACE-Strategie, auf die der Leitfaden sich bezieht:

| | | | | | | |
|------|------|-------|-------|-----|-------|-------|
| 1. X | 2. | 3. X | 4. X | 5. | 6. | 7.X |
| 8. X | 9. X | 10. X | 11. X | 12. | 13. X | 14. X |

Inhalte der Strategieempfehlungen, die der Leitfaden aufgreift:

- Der Leitfaden, den das LfU entwickelt hat, umfasst u.a. Verfahren zum Risikomanagement im Rahmen von Nachhaltigkeitsprüfungen und Strategischen Umweltprüfungen, die sich in regionale Hochwasserschutzpläne integrieren lassen (z.B. in den Hochwasseraktionsplan Main).
- Der Leitfaden des LfU nutzt sowohl Prozesse des Risikomanagements als auch Kosten-/Nutzenanalysen.
- Der Leitfaden des LfU erläutert, dass innerhalb des Evaluierungs- und Entscheidungsfindungsprozesses verschiedene Organisationen effektiv zusammenarbeiten müssen.
- Das wichtigste Ziel des Leitfadens des LfU ist die Bewertung möglicher Lösungswege innerhalb raumbezogener Planungen im Hinblick auf den Klimawandel.
- Der Leitfaden des LfU zielt auf die Suche nach möglichst effektiven und effizienten Anpassungsmaßnahmen.
- Kernelement des Leitfadens des LfU ist die Ableitung von zuverlässigen „Klimawandelfaktoren“ für die Entwicklung von Hochwasserschutzmaßnahmen.
- Anhand des Leitfadens des LfU lassen sich die Grenzen des technischen Hochwasserschutzes unter Berücksichtigung des Klimawandels zuverlässig aufzeigen. Gleichzeitig stellen sie die Maßnahmen zur Eigenvorsorge dar, die die Bevölkerung ergreifen sollte.
- Der Leitfaden des LfU ermöglicht die Entwicklung langfristiger Lösungen durch eine konkrete Unterstützung von Entscheidungsprozessen auf der Grundlage von Kosten-/Nutzenberechnungen und die anschauliche Darstellung empfindlicher Gebiete und Schutzgüter anhand von Karten (Planungshorizont 80 Jahre).
- Der Leitfaden des LfU bietet Orientierungshilfen bei der Vorbereitung von Entscheidungen und Maßnahmen, die sich langfristig auswirken. Getreu dem Prinzip „Vorsorge statt Nachsorge“ soll Schäden vorgebeugt werden, anstatt nur auf extreme

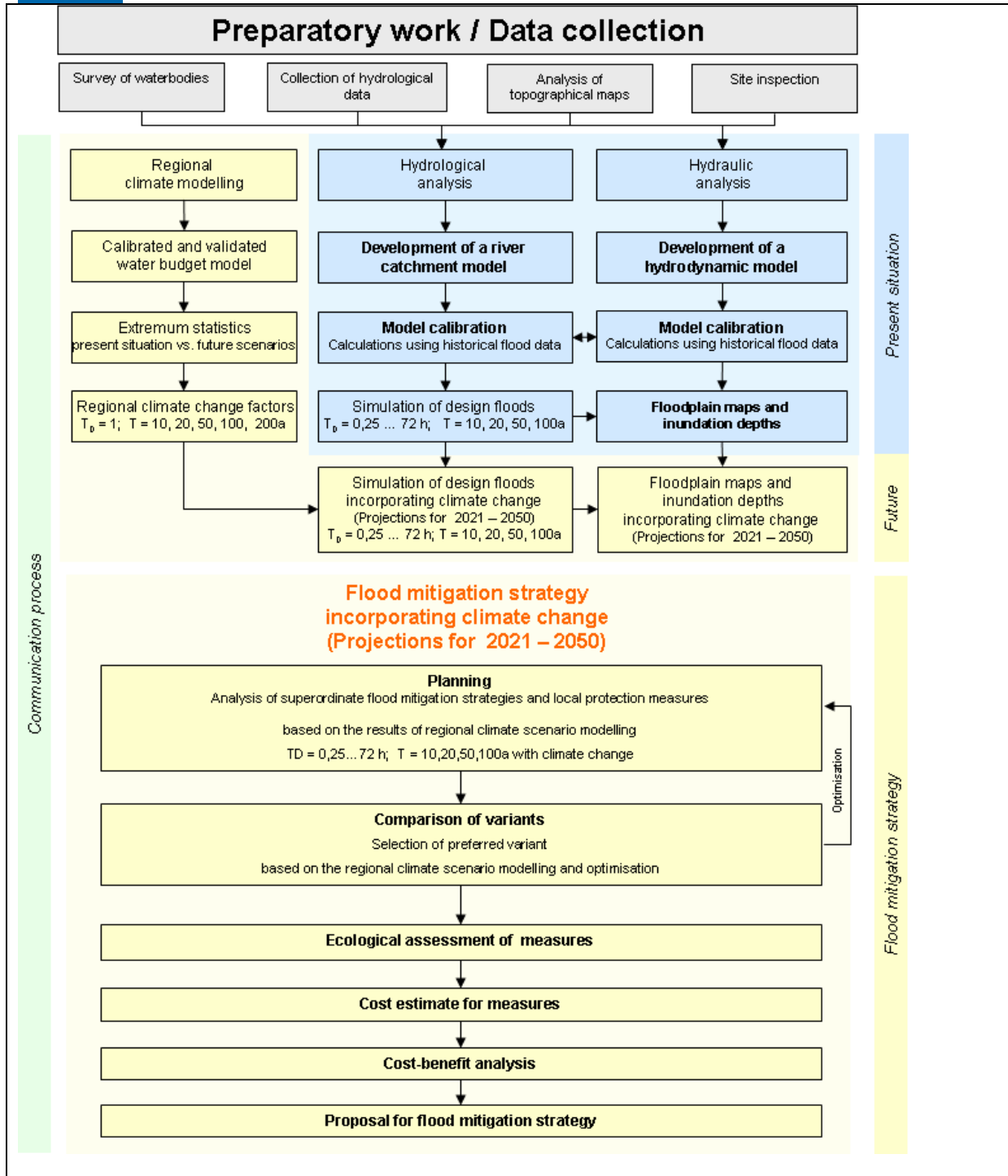
Naturereignisse der Vergangenheit zu reagieren.

14. Der Leitfaden des LfU berücksichtigt die Tatsache, dass der Klimawandel ein hochdynamischer Prozess ist. Damit verpflichtet sich das für Wasserwirtschaft zuständige Bayerische Landesamt zur regelmäßigen Überarbeitung und Aktualisierung.

Überblick:

Der Leitfaden ist eine Art „Rezept“, mit dem sich die Auswirkungen des Klimawandels in einem Flussgebiet abschätzen lassen. Anschließend können die effizientesten Maßnahmen zum Hochwasserschutz ergriffen werden. Dieser Prozess beginnt mit der Entwicklung quantitativer Informationen über den Klimawandel und die Konsequenzen auf die regionalen Wasserhaushalte. Dabei werden die klimawandelbedingten Auswirkungen auf die Wasserhaushalte und die sich daraus ergebenden physischen Auswirkungen auf die unterschiedlichen Formen der Flächennutzung analysiert. Parallel dazu werden die wirtschaftlichen, ökologischen und soziokulturellen Folgen bewertet. Das wichtigste Ergebnis des Prozesses besteht in der Berechnung so genannter Klimawandelfaktoren. Sie bilden die Grundlage für die Effizienzanalyse der einzelnen Planungsvarianten. Die Kommunikation mit allen Beteiligten orientiert sich an den einzelnen Prozessphasen. So entsteht ein optimaler Mix aus Minderungs- und Anpassungsmaßnahmen im Zusammenhang mit den Folgen des Klimawandels.

Abbildung 2: Flussdiagramm des Planungsprozesses zur Einbindung des Klimawandels



Beschreibung:

Eines der Ergebnisse des bayerischen Beitrags zum ESPACE-Projekt ist ein detaillierter Leitfaden zur Einschätzung der Auswirkungen des Klimawandels in Flussgebieten und zur Suche nach den effizientesten Hochwasserschutzmaßnahmen unter Berücksichtigung des Klimawandels. Dabei verfolgt das Bayerische Landesamt für Umwelt (LfU) einen ganzheitlichen Ansatz, in dessen Mittelpunkt die Quantifizierung der Auswirkungen des Klimawandels auf Flussgebiets- bzw. Teilflussgebietsebene steht. Dieser Ansatz berücksichtigt:

- die physischen Auswirkungen;
- die wirtschaftlichen Auswirkungen;
- die ökologischen und soziokulturellen Auswirkungen.

Das wichtigste Element dieses Leitfadens ist die schrittweise Anwendung des in Abbildung 2 dargestellten Verfahrens, das in eine passende Kommunikationsstrategie eingebettet ist. Dieses Verfahren kann gewissermaßen als allgemeines „Rezept“ dienen.

Der Planungsprozess folgt dem Flussdiagramm in Abbildung 2. Bei der Einschätzung der quantitativen Auswirkungen des Klimawandels auf wasserwirtschaftliche Themen ist es wichtig, verschiedene Szenarien „mit und ohne Klimawandel“ miteinander zu vergleichen. Der Einfluss des Klimawandels wird durch die Ableitung von Klimawandelfaktoren geschätzt (gelbe Textfelder). Die blauen Textfelder beschreiben die detaillierten Analysen der hydrologischen und hydraulischen Eigenschaften des Flussgebiets. Die Kombination der Ergebnisse gestattet die Berechnung des Schadenspotenzials in einem „Mit“-Szenario (gelb). Diese Berechnung fließt in die Kosten-/Nutzenanalyse ein, die später die Grundlage für die Entscheidungsfindung bildet.

1. Datenbank

Zunächst einmal muss jedoch eine adäquate Datenbank erstellt werden, um eine zuverlässige Grundlage für die folgenden Schritte zu schaffen. Wichtige Datenquellen sind beispielsweise Studien der Wasserbehörden und hochwassergefährdeter Talregionen, hydrologische Daten, detaillierte topographische Daten und Vor-Ort-Studien.

2. Verarbeitung:

a) Regionales Klimamodell:

Da die optimale Methode zur Entwicklung regionaler Klimamodelle noch nicht gefunden ist, sollten im Idealfall mehrere Downscaling-Methoden auf unterschiedliche GCMs (Global Circulation Models) angewendet werden, die auf mehreren verschiedenen Emissionsszenarien beruhen. So entsteht ein breiter Fächer verschiedener regionaler Klimamodelle. Im zweiten Schritt kann ein regionales Klimamodell ausgewählt werden, dessen Daten als Input für die anschließende Modellierung der Wasserbilanz dienen.

b) Modellierung der Wasserbilanz und Extremwertstatistiken:

Die Erstellung von Wasserbilanzmodellen für die derzeitigen Klimabedingungen anhand gemessener Klimadaten ist eine Grundvoraussetzung für die Bewertung der Auswirkungen des Klimawandels auf die einzelnen Komponenten des Wasserhaushalts. Die Anforderungen an die Modelle sind hoch: Prognosemodelle müssen auf physikalischen Prozessbeschreibungen beruhen. Statistiken über Extremereignisse dienen zur Ermittlung von Hochwasserabflüssen auf der Grundlage der Ergebnisse der modellierten Wasserbilanzen. Typische Hochwasserereignisse mit unterschiedlichen Wahrscheinlichkeiten sind eine wichtige Information für Raumplaner beim Hochwasserschutz in Flussgebieten.

c) Hydraulische Modelle und Modellierung von Schadenspotenzialen

Diese Berechnungen ermöglichen Schätzungen über:

- die physischen Auswirkungen;
- die wirtschaftlichen Auswirkungen infolge eines erhöhten Schadenspotenzials;

- die ökologischen und soziokulturellen Auswirkungen.

Auf der Grundlage dieser Ergebnisse können im Rahmen einer „integrierten Hochwasserschutzplanung“ Maßnahmen durchgeführt werden, die die Folgen des Klimawandels berücksichtigen bzw. nicht berücksichtigen. Ein wichtiges Ergebnis ist in diesem Zusammenhang die Einführung so genannter „Klimawandelfaktoren“.

3. Einschätzung der klimawandelbedingten Zunahme der Vulnerabilität und der Konsequenzen für den Hochwasserschutz

Mit dem oben beschriebenen Ansatz können nun Informationen über die zunehmende klimawandelbedingte Vulnerabilität von Gebieten zusammengetragen werden. Dabei ist jeweils von einem Szenario „mit Klimawandel“ und einem Szenario „ohne Klimawandel“ auszugehen. Wichtigster Unterschied zu Beginn der Prozesskette sind die verschiedenen hydrologischen Merkmale. Wenn sich die Abflussbedingungen verschlechtern, steigt die hydrologische Belastung. Die Flächennutzung gerät zunehmend unter Druck und damit wächst das Schadenspotenzial.

Welche Konsequenzen aber hat diese Erkenntnis?

Die Hochwasserereignisse der vergangenen Jahre haben die Grenzen des technischen Hochwasserschutzes aufgezeigt. Bei extremen Hochwasserereignissen spielt der auf natürliche Retentionseffekte ausgerichtete Hochwasserschutz eine untergeordnete Rolle. Daher konzentriert sich die Optimierung der einzusetzenden Maßnahmen auf das Substitutionsproblem zwischen bautechnischer Infrastruktur und weitergehender Eigenvorsorge, das heißt, bis zu welchem Schutzgrad Infrastrukturmaßnahmen zu rechtfertigen sind. Da dies ganz wesentlich von den jeweiligen Gegebenheiten abhängt, sind situationsspezifische Einzelentscheidungen notwendig. Die Sachverhalte über die ökonomische Effizienz spielen dabei eine Schlüsselrolle. Die Ergebnisse einer Kosten-/Nutzenanalyse können jedoch unter Umständen anders ausfallen, als es die gängige „Good Practice“ vorsieht. Neben der Qualität sollten die Planungsinhalte daher auch die Informationen berücksichtigen, die für einen transparenten und klaren Beschlussfassungs- und Kommunikationsprozess erforderlich sind.

Bei den vorhandenen Schutzsystemen steht zunächst die Anlagenzuverlässigkeit und -sicherheit im Vordergrund. Die Notwendigkeit von Anpassungsmaßnahmen ergibt sich dabei aus den Forderungen der anerkannten Regeln der Technik. Hierbei können eine Reihe unterschiedlicher Situationen auftreten. Die günstigsten Gegebenheiten liegen vor, wenn die Anlage sowohl in Hinblick auf den zu gewährleistenden Sicherheitsstandard als auch auf den durch sie bewirkten Hochwasserschutzgrad in wirtschaftlich effizienter Weise nachgerüstet werden kann. Wesentlich ungünstiger ist der Fall, in dem die sicherheitstechnische Anpassung zu Lasten des Schutzgrades geht. Das größte Problem entsteht schließlich, wenn aus Effizienzgründen die klimabedingte Belastungszunahme nicht kompensiert werden kann.

Da der Proportionalitätsgrundsatz eine zunehmend wichtige Rolle bei der Auswahl von Maßnahmen spielt, ist es unerlässlich, die Eigenvorsorge weiter zu fördern. Hierzu ist bessere Aufklärung über die verbleibenden Risiken erforderlich - eine Aufgabe, die in der Vergangenheit sträflich vernachlässigt wurde.

4. Kommunikationsstrategie

In der Vergangenheit haben sich die Behörden vor allem auf die Entwicklung technischer Lösungen konzentriert. Die Kommunikation mit den betroffenen Bürgern wurde dabei vernachlässigt. Das hat dazu geführt, dass die verbleibenden Risiken häufig falsch eingeschätzt wurden. Die Hochwassergefahr war kein öffentliches Thema. Deshalb muss die Kommunikation mit der Bevölkerung nun in jede Phase des Planungsprozesses

eingebunden werden und zum festen Bestandteil der Hochwasserschutzpläne werden.

Die vorrangigen Ziele für die Kommunikationsstrategie lauten: Sensibilisierung, Verhaltensänderung, koordinierte Planung, Implementierung optimaler Maßnahmen und Zusammenarbeit.

Im Rahmen der Anwendung dieser Strategien ist es zudem wichtig, die Grenzen des technischen Hochwasserschutzes angesichts des Klimawandels aufzuzeigen und die Bevölkerung zu mehr Eigenvorsorge aufzufordern. Hierzu sind Sensibilisierungsmethoden und Maßnahmen zur Verhaltensänderung angesichts des Klimawandels erforderlich.

5. Ausblick und Schlussfolgerung

Die vorgelegten Einschätzungen geben Anlass zur Anpassung der bisher verwendeten Methoden zur Bestimmung des Bemessungsabflusses. Angesichts der zu erwartenden Auswirkungen des Klimawandels muss ein „Lastfall Klimawandel“ berücksichtigt werden.

Praktische Fallstudien haben gezeigt, dass in den meisten Fällen dieser zusätzliche Lastfall Klimawandel zu relativ moderaten Kostenerhöhungen geführt hätte, wenn er bereits bei der Planung berücksichtigt worden wäre und beim Bau entsprechende Vorkehrungen für eine spätere Anpassung getroffen worden wären. Spätere Anpassungen sind dagegen in den meisten Fällen sehr kostenaufwändig.

Deshalb sollte dieser Lastfall in Zukunft bei der Planung neuer Hochwasserschutzmaßnahmen Berücksichtigung finden. Dazu gehört auch die Darstellung der Folgen dieses Lastfalls für die geplante Maßnahme sowie der damit verbundenen voraussichtlichen Mehrkosten. Auf der Grundlage der vorliegenden Erkenntnisse muss also entschieden werden, inwieweit die angesichts des zukünftigen Klimawandels erforderlichen Anpassungen bereits heute in die aktuellen Arbeiten einzubeziehen sind. Auch die Möglichkeiten zusätzlicher Anpassungen zu einem späteren Zeitpunkt gilt es dabei zu berücksichtigen.

Dieser Leitfaden zeigt, wie „Klimawandelfaktoren“ für die Verwendung des „Lastfalls Klimawandel“ berechnet werden und wie diese Informationen in den Entscheidungsfindungsprozess für die Planung effektiver und effizienter Hochwasserschutzmaßnahmen eingebunden werden können.

Autor:

Belau, Morscheid, Schmidtke
Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)

Weitere Informationen:

- Hochwasserschutzplanung und Klimawandel: Die Fallstudie Fränkische Saale im Rahmen des EU-Vorhabens ESPACE.
Kleinhans, 2006
- Darstellung und Vergleich regionaler Klimaszenarien (ENKE) des Mainingebiets in Bayern.
Consultant Bronstert und LfU, 2005
- Einfluss des Klimawandels auf Wasserbilanzen und Abflüsse für Einzugsgebiete des bayerischen Mains mittels Klimaszenarien.
Consultant Willems und LfU, Februar 2006
- Ergänzung Schadenspotenzialermittlung Fränkische Saale.
Consultant Hydrotec und LfU, März 2007
- A quick scan of spatial measures and instruments for flood risk reduction in selected EU countries

| | |
|--|--|
| | <p>Niederländisches Ministerium für Verkehr, Wasserwirtschaft und öffentliche Arbeiten. Generaldirektorat für Wasserwirtschaft und Öffentliche Arbeiten und RIZA-Institut für Wasserwirtschaft und Abwasserbehandlung. In englischer Sprache.</p> <ul style="list-style-type: none">• Unterlagen zum ESPACE-Workshop über die Empfindlichkeit von Wasserhaushalten in Bezug auf den Klimawandel (Würzburg) LfU, Oktober 2004 |
|--|--|