

**Kriterien für die Bestimmung und  
Darstellung der  
Überschwemmungsgefährdung  
und Schadenrisiken**



INTERNATIONALE KOMMISSION ZUM SCHUTZ DES RHEINS  
COMMISSION INTERNATIONALE POUR LA PROTECTION DU RHIN  
INTERNATIONALE COMMISSIE TER BESCHERMING VAN DE RIJN

## Impressum

Herausgeber: Internationale Kommission zum Schutze des Rheins (IKSR)  
Postfach 20 02 53  
D - 56002 Koblenz  
Tel.: (49)-261-1 24 95  
Fax: (49)-261-3 65 72  
E-mail: [iksr@rz-online.de](mailto:iksr@rz-online.de) <http://www.iksr.org>

Erscheinungsdatum: März 2000

Projektgruppe Aktionsplan Hochwasser

Beteiligte Dienststellen: Bundesamt für Wasser und Geologie, Biel; Direction Régionale de l'Environnement de Lorraine, Metz; Service de la Navigation de Strasbourg, Strasbourg; Direction Régionale de l'Environnement d'Alsace, SEMA, Horbourg-Wihr; Services Techniques de l'Agriculture, Luxembourg; Bundesministerium für Umwelt Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bonn; Ministerium für Umwelt und Forsten Rheinland-Pfalz, Mainz; Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, Stuttgart; Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf; Bundesministerium für Verkehr, Bonn; Rijkswaterstaat, Hoofddirectie van de Waterstaat, Den Haag; Rijkswaterstaat (RIZA), Lelystad; Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directie Gelderland, Arnhem; Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Den Haag

Personen des Expertenkreises für die Ausarbeitung dieses Berichtes:

Dr. Armin Petrascheck (Vorsitz), Andreas Christ, Paul Dewil, Sabine Ernst, Martial Gerlinger, Dietrich Kampe, Harry Meesters, Laurent Michels, Reinhard Vogt, Bert Zegers, Dr. Anne Schulte-Wülwer-Leidig (Sekretariat)

© Copyright IKSR - All rights reserved

## VORWORT

Der Aktionsplan Hochwasser der IKSR enthält unter anderem als wichtige Handlungsziele, Schadenrisiken bei Hochwasser deutlich zu vermindern und das Hochwasserbewusstsein der betroffenen Bevölkerung wesentlich zu verstärken. Mit dem vorliegenden Bericht der IKSR wird in übersichtlicher Weise der heutige Kenntnisstand bzgl. der Bestimmung und Darstellung der Überschwemmungsgefährdung und der Schadenrisiken bei Hochwasser dargelegt. Der Zweck von Kartenwerken wie Atlanten und deren Zielgruppen, die zum Handeln aufgerufen werden müssen, wenn das anvisierte Ziel der Schadenminderung erreicht werden soll, werden im Bericht ausführlich beschrieben. Gleichfalls sind die Begriffe Gefährdung, Schaden und Risiken vertieft analysiert worden.

Der 1998 erschienene Rhein-Atlas der IKSR hat erstmals die noch vorhandenen Überschwemmungsgebiete und die bei Extremhochwasser gefährdeten Gebiete sowie die ökologisch wertvollen Gebiete in der Rheinniederung vom Bodensee bis zur Mündung in die Nordsee offen gelegt. Bis Ende 2001 soll dieses Kartenwerk durch eine Darstellung des Grades der Überschwemmungsgefährdung und der bestehenden Schadenrisiken ergänzt werden. Diese in Bearbeitung befindlichen Kartenwerke im Maßstab 1:100.000 werden einen Überblick über die bestehenden Risiken geben und den dringenden Handlungsbedarf aufzeigen. Übersichtsdarstellungen ermöglichen jedoch noch keine Maßnahmenplanung. Letztere erfordert detaillierte Darstellungen, die von den jeweiligen Ländern, Regionen und Kommunen auszuarbeiten sind. Der vorliegende Bericht soll den verantwortlichen Handlungsträgern Hilfe und Richtung geben, wie im konkreten Fall die erforderlichen Kartenwerke erstellt werden können. Einheitlichere Angaben können nicht gemacht werden, da sowohl die lokalen Gegebenheiten als auch die Anforderungen der verschiedenen Zielgruppen, die Hochwasservorsorge betreiben oder im Hochwasserfall Hilfe leisten müssen, zu unterschiedlich sind. Die systematische Aufzählung von Gefährdungen, verschiedenen Anforderungen und Darstellungsmöglichkeiten soll bewirken, dass auch bei unterschiedlichen Darstellungsformen die gleichen Grundsätze angewandt werden und die erstellten Karten – unabhängig von der jeweils gewählten Form – leicht erfassbar und verständlich bleiben.

Die IKSR hat außerdem Studien über mögliche Maßnahmen oder Maßnahmenbündel zur Schadenverminderung bei Hochwasser und deren Effizienz in Auftrag gegeben. Ziel dieser Arbeiten ist die Erstellung eines umfassenden Maßnahmenkatalogs bis Ende 2001.

## VORWORT

### Gliederung

	<b>Seite</b>
<b>1. Einführung und Zielsetzungen</b>	<b>5</b>
1.1 Einführung	5
1.2 Zweck und Definition von Karten, die die Überschwemmungsgefährdung und Schadenrisiken aufzeigen	5
<b>2. Definition der Zielgruppen und deren Informationsbedarf</b>	<b>7</b>
<b>3. Maßnahmen auf IKSR-Ebene</b>	<b>9</b>
<b>4. Die Gefährdung</b>	<b>11</b>
4.1 Der Begriff Überschwemmungsgefährdung	11
4.2 Bestimmung der Überschwemmungsgefährdung	12
4.3 Darstellung der Überschwemmungsgefährdung	14
<b>5. Die Schäden</b>	<b>15</b>
5.1 Der Begriff Schaden	15
5.2 Bestimmung der Schadenrisiken	16
5.3 Darstellung der Schadenrisiken	20
<b>6. Die Risiken</b>	<b>21</b>
6.1 Der Begriff Risiko	21
6.2 Bestimmung der Risiken	22
6.3 Darstellung der Risiken	22
<b>7. Die Maßnahmen zur Verminderung der Schadenrisiken</b>	<b>23</b>
7.1 Abgrenzung der Maßnahmen	23
7.2 Bestimmung der Verminderung	23
7.3 Darstellung der Verminderung	25

### ANHANG

- Anhang 1:** Abbildungen 1, 2, 3  
**Anhang 2:** Kontaktstellen  
**Anhang 3:** Nutzungskategorien und Wertezuordnung (Beispiel NL)

# 1. Einführung und Zielsetzungen

## 1.1 Einführung

Hochwasser sind Naturereignisse. Der natürliche Wechsel der Wasserstände gehört zum Wesen der Flüsse. Er ist Grundlage für die Fließgewässerdynamik und die Entwicklung des auetypischen Reliefs. Hochwasserschäden werden durch das Zusammenwirken zweier unabhängiger Mechanismen erzeugt. Die Natur liefert - auch durch den Menschen verstärkt – die Hochwasserstände. Parallel dazu verdichtet der Mensch die Werte am Gewässer und schafft Schadenrisiken. Erst die Kopplung aus Hochwasserereignis und Werteansammlung im gefährdeten Bereich erzeugt zu einem bestimmten Zeitpunkt einen mehr oder weniger großen Hochwasserschaden.

Der Aktionsplan Hochwasser der IKSR enthält als wichtige Handlungsziele, **Schadenrisiken bei Hochwasser deutlich zu vermindern und das Hochwasserbewusstsein der betroffenen Bevölkerung wesentlich zu verstärken**. Weitere Handlungsziele beziehen sich auf die Minderung der Hochwasserstände und die Verbesserung der Hochwassermelde- und -vorhersagesysteme. **Zweck des Aktionsplans ist die Verbesserung des Schutzes von Menschen und Gütern vor Hochwasser unter Einbindung des Ziels der ökologischen Verbesserung des Rheins und seiner Aue**. Gleiche Ziele verfolgen die Aktionspläne Hochwasser für Saar und Mosel sowie für die Maas.

Ausgehend von den Handlungszielen im Aktionsplan Hochwasser bzgl. Verminderung von Schadenrisiken und Hochwasserbewusstsein, befasst sich der vorliegende Bericht insbesondere mit der Definition, Bestimmung und Darstellung der Überschwemmungsgefährdung und der Schadenrisiken.<sup>1</sup>

## 1.2 Zweck und Definition von Karten, die die Überschwemmungsgefährdung und die Schadenrisiken aufzeigen

In vielen Gebieten, besonders jenen, in denen heute, bedingt durch wasserbauliche Schutzmaßnahmen, Überschwemmungen selten geworden sind, fehlt das Bewusstsein der Gefährdung oft vollständig. Auch liegen keine persönlichen Erfahrungen vor, wie mit diesem Schadenrisiko umzugehen ist. Aus dieser Tatsache heraus müssen Lösungswege entwickelt werden. Das Bündel aller im Aktionsplan Hochwasser enthaltenen Maßnahmen in den Bereichen Raumplanung und Stadtentwicklung, Objektschutz, Notfallplanung, Vorhersage und Information der Bevölkerung ist zu betrachten und die Wirksamkeit des gesamten Maßnahmenbündels zu bewerten. Diese Aufgabe erfordert zunächst

---

<sup>1</sup> Zielgruppen für diesen Bericht sind alle Akteure auf dem Gebiet der Schadenverminderung und der Verstärkung des Hochwasserbewusstseins. Weitere Kenntnisse über dieses Fachgebiet werden Ende 2001 nach Abschluss einer umfassenden Studie vorliegen.

die (kartographische) Darstellung der bestehenden Überschwemmungsgefährdung und der Schadenrisiken, ist doch das Erkennen einer Gefährdung die erste Voraussetzung für angemessenes Handeln.

Die Karten sollen verschiedene Zielgruppen über die räumliche Verteilung einer bestehenden Überschwemmungsgefährdung mit Blick auf eventuelle Aktionen informieren.

Die optimale Karte enthält die Information so strukturiert, dass diese leicht erfassbar sind und die sich ergebenden Handlungen daraus abgeleitet werden können.

Es gibt folgende Karten:

**Karten der Überschwemmungsgefährdung** sollen die Gefährdung durch Einwirkungen der Überschwemmungen darstellen. Sie beziehen sich sowohl auf das heute vorhandenen Überschwemmungsgebiet des Rheins bei Hochwasser (bis zum HHQ), als auch auf das gesamte durch extreme Hochwasserereignisse gefährdete, heute durch wasserbauliche Schutzmaßnahmen gegen Überschwemmung geschützte Gebiet. Derartige Karten der Überschwemmungsgefährdung sind im Prinzip für das gesamte Gewässernetz zu erstellen. Kriterien für die Karten der Überschwemmungsgefährdung sind Hochwasserwahrscheinlichkeit, überschwemmte Fläche und Tiefe sowie die Strömungsgeschwindigkeit. Karten der Überschwemmungsgefährdung berücksichtigen **nicht** den dabei eventuell entstehenden Schaden.

**Bodennutzungskarten** enthalten die wichtigsten sozio-ökonomischen Angaben für die zuvor genannten Gebiete. Kriterien sind beispielsweise geschlossene Siedlungen, Städte, lockere Bebauung, Industrie- und Gewerbegebiete, landwirtschaftliche Nutzung, Infrastrukturen und Kulturgüter.

**Schadenrisikokarten** entstehen, indem die Karten der Überschwemmungsgefährdung mit den Bodennutzungskarten zur Deckung gebracht werden. Diese verdeutlichen die potentiellen Hochwasserschäden. Je nach vereinbartem Bewertungsraster liegt ein hohes, ein mittleres oder geringes Schadenrisiko oder ein Restrisiko vor. Das Risiko - definiert als Eintrittswahrscheinlichkeit (Jährlichkeit) des Hochwassers multipliziert mit der potentiellen Schadenhöhe - kann somit nur auf der Basis von Karten der Überschwemmungsgefährdung und der Bodennutzung bestimmt werden. Die Schadenhöhe wird von der Intensität der Hochwassereinwirkung (überschwemmte Fläche, Tiefe und Strömungsgeschwindigkeit) sowie der Art der Nutzung und deren Empfindlichkeit beeinflusst. Die Dimension und Kriterien sind ebenfalls zu definieren.

## **2. Definition der Zielgruppen und deren Informationsbedarf**

### **Zielgruppen**

#### **Politische Entscheidungsträger (Parlamentarier, Fachplaner, Gremien)**

Diese Zielgruppe fordert eine Übersicht über die bestehenden Eintrittswahrscheinlichkeiten und potentiellen Schadenhöhen bei verschiedenen Hochwassersituationen in einem groben Maßstab (1:50. - 100.000). Der wichtigste Aspekt für diese Ebene ist, Handlungsalternativen durch Vergleich von langfristigem Nutzungsmanagement im Einzugsgebiet, Objektschutz und Katastrophenschutz zu erkennen. Für die Betrachtung und Bewertung der Gefährdungen, Risiken und grundsätzlichen Lösungsansätze ist jeweils das gesamte Einzugsgebiet von entscheidender Bedeutung. Flussniederungen mit ihren überschwemmungsgefährdeten Flächen werden dabei im Mittelpunkt stehen.

#### **Raumplanung**

Die Raumplanung will die räumliche Entwicklung sowohl in den Hochwasserentstehungsgebieten als auch in den überschwemmungsgefährdeten Bereichen in die richtigen Bahnen leiten. Sie hat das Ziel, keine neuen Schadenrisiken in Überschwemmungsgebieten und in durch extreme Hochwasserereignisse gefährdeten Gebieten entstehen zu lassen und vorhandene abzubauen. Karten der Überschwemmungsgefährdung und der Schadenrisiken sind daher für die räumliche Entwicklungsplanung eine wesentliche Grundlage.

Für die Raumordnung ist entscheidend, welche Gefährdung an den einzelnen Standorten besteht und welche Nutzungen dort als verträglich eingestuft werden können. Die bestehende Überschwemmungsgefährdung ist nur eine von vielen Eignungsparametern, die das Flächenmanagement in der Raumplanung beeinflussen. Wichtig sind daher auch Informationen über die gefährdete Bevölkerung sowie gefährdete und "gefährliche" Nutzungen. Eine intensive Abstimmung mit wasserwirtschaftlichen Strategien und Maßnahmen ist unverzichtbar.

Der Detaillierungsgrad wird für die einzelnen Raumplanungsebenen unterschiedlich sein. Auf der Ebene der Regional- und Landesplanung (Richtplanung) müssen Konflikte erkannt, Lösungsansätze im Grundsatz diskutiert und entschieden werden, z. B. durch Ausweisung von überschwemmungsgefährdeten Bereichen (Freihaltegebiete). Dafür sind Übersichtskarten über die Stufen der Überschwemmungsgefährdung und über mögliche Schadenrisiken in Maßstäben von 1:25.000 – 1:50.000 erforderlich.

#### **Bauleitung und Bauplanung**

Auf dieser Ebene erfolgt die verbindliche Entscheidung über Art und Ausmaß der baulichen Nutzung. Dabei werden auch die technischen Schutzmaßnahmen im öffentlichen Bereich und für den

Grundstückseigentümer konkretisiert. Für die Formulierung dieser Festlegungen sind detaillierte Informationen zu Wasserspiegellagen und ggf. Strömungsgeschwindigkeiten erforderlich.

### **Wasserwirtschaftliche Fachplanung (Rahmenplanung und Objektschutz)**

Wasserwirtschaftliche Planungen und Maßnahmen haben zum Ziel, die Überschwemmungsgefährdung im gesamten Flussgebiet durch geeignete Maßnahmen zu reduzieren. Dabei ist eine intensive Abstimmung mit der Raumplanung erforderlich.

Die Frage, in welcher Häufigkeit, wo und wann und mit welcher Intensität ein Gewässer über die Ufer tritt, ist für die wasserwirtschaftliche Rahmen- und Maßnahmenplanung von entscheidender Bedeutung. Bei konkreten lokalen Situationen stehen detaillierte Karten der Gefährdung mit Überschwemmungstiefe, Geschwindigkeit und Strömungsrichtung im Vordergrund. Wichtig ist die Wahrscheinlichkeit (Jährlichkeit), bei der die Überschwemmung und die Schäden einsetzen. Die Kenntnis über potentielle Schäden (Schadenrisiken) ist wichtig, um die Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen abschätzen zu können.

Zur Beurteilung der Wirksamkeit, der Kosten, Nutzen und langfristigen raumstrukturellen Entwicklungsperspektiven (lokal und regional) von alternativen Maßnahmen sind Karten der Überschwemmungsgefährdung für unterschiedliche Hochwasserszenarien erforderlich.

Die Erstellung genauerer Karten - mit und ohne Maßnahmen - wird notwendig, wenn spezifische Ausführungsplanungen anstehen (Maßstab 1:10.000 – 1:25.000). Der Detaillierungsgrad richtet sich auch nach Bedürfnissen der anzuwendenden Bewertungsverfahren.

### **Notfallplanung/Katastrophenschutz**

Dafür sind die detailliertesten Unterlagen erforderlich. Einerseits müssen pro Szenario die mögliche Gefährdung (z. B. Überschwemmungstiefe) und andererseits die gefährdeten Menschen und wassergefährdenden Stoffe bekannt sein. Da viele Szenarien denkbar sind, wird häufig eine „real time Berechnung“ durchgeführt. Anstatt eine große Zahl von Karten bereitzustellen, erfolgt auf digitaler Datenbasis eine Berechnung der Überschwemmung gemäß der eingetretenen oder kurzfristig vorhersehbaren Gefährdungssituation. Dadurch wird das Anforderungsprofil für die Notfallplanung nicht grundsätzlich verändert, sondern nur der Berechnungszeitpunkt verschoben und auf den aktuellen Fall beschränkt.

### **Versicherungen**

Der Erstversicherer muss über das Schadenrisiko auf einer Parzelle und, im Falle einer vom ergriffenen Objektschutz abhängigen Prämiengestaltung, auch über die bestehende Überschwemmungsgefährdung informiert sein.

Der Rückversicherer benötigt eher einen regionalen Überblick, vor allem über die Überschwemmungsgefährdung und die Schadenrisiken beim größtmöglichen Schadenfall.

### Betroffene Personen

Die in Gebieten mit einer Überschwemmungsgefährdung wohnhafte und arbeitende Bevölkerung muss - ähnlich wie der Katastrophenschutz - detailliert über die Gefährdung informiert sein. Insbesondere muss die Bevölkerung die Beziehung zwischen einer Hochwasserwarnung (Alarmierung) und den jeweils selbst zu ergreifenden Maßnahmen herstellen können. Bei Neu- oder Umbauten in überschwemmungsgefährdeten Gebieten muss der Grad der Gefährdung in die Standortentscheidung und in die Planung einfließen.

### Überblick über den Informationsbedarf

Zielgruppe	Flächenauflösung	Gefährdungskarte	Schadenrisikokarte
Politik / Gesellschaft	Gebiet 1:100.000 bis	Gefährdete Fläche	Globales Risiko, Risikokategorien
Raumplanung (regional)	1:25.000	Gefährdete Fläche, evtl. Gefahrenstufen	
Rückversicherung		Gefährdete Fläche	Maximales Risiko
Wasserwirtschaft	Gebiet und Parzelle 1:25.000 bis 1:10.000	Pro Ereignis F, t, v	Schutzziele
Orts- und Bauplanung	Parzelle 1:25.000 bis 1:5.000	Gefahrenstufen, Bemessungsereignis	
Notfallplanung		Pro Ereignis F, t, v	Personen- bzw. hohe Objektrisiken
Erstversicherer			Risiko
Betroffene Bevölkerung		Pro Ereignis: F, t, v	

F= gefährdete Fläche; t = Tiefe; v = Geschwindigkeit

### 3. Maßnahmen auf IKSR - Ebene

Die beiden hier betrachteten Handlungsziele des Aktionsplans Hochwasser sind, das Hochwasserbewusstsein der betroffenen Bevölkerung wesentlich zu verstärken und die Schadenrisiken bei Hochwasser deutlich zu vermindern. Aufgabe der IKSR ist es, für die Erhöhung des Hochwasserbewusstseins am gesamten Rheinstrom eine Übersichtskarte der Überschwemmungsgefährdung und der Schadenrisiken am Rhein im Maßstab 1:100.000 – analog dem Rhein-Atlas der IKSR – zu erstellen. Des Weiteren sollen allgemein gültige Handlungsmöglichkeiten für die Vertragsparteien und gemeinsame Grundlagen für eine Erfolgskontrolle erarbeitet werden, mit denen festgestellt werden kann, ob die von den zuständigen Rhein-Ministern beschlossenen Handlungsziele des Aktionsplans Hochwasser auch in quantitativer Hinsicht erreicht werden.

### **Handlungsziel: Verstärkung des Hochwasserbewusstseins**

Diese Zielsetzung wurde insoweit konkretisiert, dass die Erstellung von Gefahren- und Risikokarten für 50% der Überschwemmungsgebiete und der überschwemmungsgefährdeten Gebiete bis zum Jahr 2000 und für 100 % bis zum Jahr 2005 gefordert ist.

Andere Gefahrenarten wie Erosion oder Murgänge werden hierbei nicht einbezogen. Sie sind jedoch auf jeden Fall zu berücksichtigen, wenn das gesamte Einzugsgebiet erfasst werden soll.

Die Hochwasserereignisse 1993 und 1995 am Rhein und an der Maas, 1997 an der Oder sowie 1999 an der Donau haben der Öffentlichkeit verdeutlicht, wie real Hochwasserrisiken sind. Dieses Bewusstsein muss vor allem bei der Bevölkerung und nicht nur bei den mit den Hochwassergefahren befassten Dienststellen wach gehalten werden, denn viele Vorsorgemaßnahmen sind auf lokaler Ebene in den Gemeinden und von den Grundeigentümern zu ergreifen.

Die Erstellung detaillierter Karten der Überschwemmungsgefährdung und der Schadenrisiken in größeren Maßstäben ist die Aufgabe regionaler und kommunaler Behörden, ist jedoch teuer und zeitaufwendig.

Um den verantwortlichen Politikern vor Ort die Notwendigkeit der Erstellung dieser Karten aufzuzeigen und ihnen die Möglichkeit zu geben, Prioritäten zu setzen, hat die IKSR beschlossen, Übersichtskarten der Überschwemmungsgefährdung und der Schadenrisiken sowohl für das vorhandene Überschwemmungsgebiet als auch für die durch extreme Hochwasserereignisse gefährdeten Gebiete in der Rheinniederung (gelb markierte Bereiche) im Maßstab 1:100.000 analog dem Rhein-Atlas zu erstellen. Diese Übersichtskarten vom Bodensee bis zur Mündung in die Nordsee sollen bis September 2001 fertig gestellt werden und die bestehende Überschwemmungsgefährdung und die Schadenrisiken großräumig und vergleichbar aufzeigen.

### **Handlungsziel: Minderung der Schadenrisiken**

Die Schadenrisiken sollen bis zum Jahr 2000 nicht ansteigen, bis zum Jahr 2005 um 10% und bis zum Jahr 2020 um 25 % gesenkt werden.

Eine Verminderung der Schadenrisiken durch eine Abnahme der Hochwasserstände oder durch Erhöhung oder Verstärkung der Deiche wird in diesem Bericht außer Acht gelassen.

Die für die einzelnen Rheinabschnitte bestehenden unterschiedlichen Schutzziele stellen die Ausgangssituation für diese Arbeit dar. Es erfolgt im IKSR-Rahmen eine auf dem Corine-Datensatz der Bodennutzung basierende und mit festgesetzten monetären Werten versehene Berechnung der Schadenrisiken bei einem extremen Hochwasserereignis z. B. mit dem Szenario des Deichbruchs. Dieses Szenario differiert sehr stark pro Rheinabschnitt und ist durch das jeweilige Bemessungshochwasser definiert.

Da quantitative Aussagen über die Schadenrisiken gefordert werden, müssen Methoden zur Berechnung erarbeitet werden. Zu beachten ist, dass relative Werte - eine Herabsetzung in % - gefordert werden. Die Wertbasis kann regional verschieden sein, hingegen sind die zu bewertenden Faktoren einheitlich festzusetzen. Es liegen derzeit für die Berechnung der Verringerung der Schadenempfindlichkeit keine quantitativen Daten vor, die die Abhängigkeit von getroffenen Vorsorgemaßnahmen widerspiegeln. Die IKSR gibt eine entsprechende Studie in Auftrag. Bei der Erstellung der o.a. Karten der Überschwemmungsgefährdung und der Schadenrisiken im Rahmen des IKSR-Rhein-Atlas muss von Mittelwerten für die jeweiligen Nutzungskategorien ausgegangen werden. Dabei ist auf eine eindeutige Dokumentation der Berechnungsgrundlagen zu achten, um für die alle 5 Jahre erforderliche Überprüfung der Zielerreichung auf dieselbe Basis zurückgreifen zu können.

Da sich ökologische und sozio-kulturelle Risiken einer quantitativen Bewertung weitgehend entziehen und Personenrisiken durch Warnung und Rettungsmaßnahmen weitgehend reduziert werden können, ist der Nachweis vor allem für materielle Schäden zu erbringen.

## 4. Die Überschwemmungsgefährdung

### 4.1 Der Begriff Gefährdung

Von den verschiedenen Definitionen des Begriffs Gefährdung seien hier zwei erwähnt: „Ein Zustand oder Vorgang aus dem ein Schaden entstehen kann“ und „Die Möglichkeit einer als negativ empfundenen Einwirkung“. Beide Definitionen sind sehr allgemein; zentral ist, dass sie nicht den Schaden an sich, sondern die Einwirkung, also die **Möglichkeit einer Überschwemmung** beschreiben. Diese ist von der Nutzung grundsätzlich unabhängig und eine hohe Überschwemmungsgefährdung kann auf einer freien Wiese oder im überbauten Gebiet bestehen. Erst bei der Schadenrisikoermittlung kommt der Nutzungsaspekt hinzu.

Die Überschwemmungsgefährdung selbst wird durch die Eintrittswahrscheinlichkeit und verschiedene Parameter zur Intensität der Einwirkung näher beschrieben. Die Parameter sind vor allem die flächenmäßige Ausdehnung der Überschwemmung, die Überschwemmungstiefe, die Fließgeschwindigkeit und die Dauer der Überschwemmung auf den jeweils betroffenen Flächen.

Existieren auf einer Fläche Gefährdungen durch mehrere Parameter, so empfiehlt sich die Bildung von „Gefahrenstufen“. So wird zum Beispiel in der Schweiz zwischen „hoher Gefährdung“ (hohe Eintrittswahrscheinlichkeit und/oder hohe Intensität) „mittlerer Gefährdung“ und „geringer Gefährdung“ (kleine bzw. mittlere Eintrittswahrscheinlichkeit bei kleiner bzw. mittlerer Intensität) unterschieden. Mit dem Begriff „Restgefährdung“ wird eine Gefährdung mit einer sehr kleinen Eintrittswahrscheinlichkeit aber hoher Intensität bezeichnet. Eine „Restgefährdung“ wäre z. B. ein Deichbruch in durch Deiche geschützten, aber durch extreme Hochwasserereignisse gefährdeten Gebieten.

## 4.2 Bestimmung der Überschwemmungsgefährdung

Die Eintrittswahrscheinlichkeit (Wiederkehrperiode) einer Abflussmenge oder eines Wasserstandes lässt sich mit hydrologischen Methoden oder aus der Analyse vorhandener Beobachtungsreihen berechnen und die überschwemmte Fläche aus den Wasserständen ermitteln. Durch zusätzliche hydraulische Berechnungen können auch Überschwemmungstiefe, Fließgeschwindigkeit, Dauer und andere Parameter für jedes Flächenelement ermittelt werden. Alle Berechnungen sind jedoch mit großen Unsicherheiten behaftet, so dass diese nur in Ausnahmefällen notwendig werden.

Die Eintrittswahrscheinlichkeit ist insbesondere recht unsicher, da die Überschwemmung nicht nur beim Überschreiten der berechneten Wassermenge, sondern auch bei Auflandungen im Flussbett, Verkläuerungen oder Deichbrüchen auftreten kann. Zur Ermittlung dieser Eintrittswahrscheinlichkeiten stehen keine geeigneten Methoden zur Verfügung. Es empfiehlt sich daher eine Klassenbildung, die die Häufigkeit des Ereignisses beschreibt:

### Wiederkehrperioden für die Bildung von Wahrscheinlichkeitsklassen in Jahren:

Wahrscheinlichkeit:	IKSR*	CH	D	F	NL
Hoch	10	<30			
Mittel	100	30-100		100	
Gering		100-300			
Sehr gering	Extrem-HW	>300	>200		>1250

\*Von der IKSR für den Rheinatlant verwendete Abstufung für vorhandene Überschwemmungsgebiete

Als Grenze zwischen gering und sehr gering wird die Wahrscheinlichkeit definiert, die dem heute vorhandenen lokalen Schutz laut jeweiligem, pro Rheinabschnitt unterschiedlichen Bemessungshochwasser entspricht.

Von den Intensitätsparametern ist für die meisten Überschwemmungsgebiete die Überschwemmungstiefe der maßgebende Schadenparameter. Eine Klassenbildung ist nicht erforderlich, da die Tiefe aus der Wasserspiegellage und der Geländehöhe für jeden Punkt bestimmt werden kann. Trotzdem kann eine Klassenbildung sinnvoll sein, da die Bestimmung der Wassertiefe mit Unsicherheiten behaftet ist und die zu ergreifenden Maßnahmen auch nur ungefähre Tiefenangaben benötigen.

### Beispiele für Klassenbildung nach Überschwemmungstiefe in m:

Bezeichnung	IKSR*	CH
Gering (schwach)	<0,5	<0,5
Mittel	0,5 – 2,0	0,5 – 2,0
Groß (stark)	2,0 – 4,0	>2,0
	4,0 – 6,0	
	6,0 – 8,0	
	u.s.w. in 2-Meter-Schritten	

\* von der IKSR verwendete Abstufung für durch Deiche geschützte, jedoch bei Extremhochwasser gefährdete Gebiete

Die Klassengrenzen werden wie folgt begründet:

Geringe Überschwemmung: Bis Tiefen von 0.5 m besteht kaum eine Gefährdung von Menschenleben. Maßnahmen zum Schutz können zumeist mit einfachen Mitteln ergriffen werden.

Mittlere Überschwemmung: Bei Tiefen von 0,5 bis 2 m kann das Wasser ohne besondere Vorkehrungen nicht mehr vom Eindringen in Gebäude abgehalten werden. Personen außerhalb von Gebäuden geraten in Lebensgefahr.

Große Überschwemmungstiefen: Bei Tiefen über 2 m besteht auch in Gebäuden Lebensgefahr, wenn keine Fluchtwege z. B. in höhergelegene Stockwerke existieren.

Noch größere Überschwemmungstiefen, die in nachfolgenden 2 - Meter-Schritten angegeben werden sollen, sind beispielsweise in Bergsenkungsgebieten und in den niederländischen Binnendeichgebieten vorstellbar.

Bei Überschwemmungen kann jedoch auch eine hohe Strömungsgeschwindigkeit gefährdend wirken. Deshalb wurde das Produkt aus Fließgeschwindigkeit \* Wassertiefe ( $v \cdot H$ ) zur Beschreibung der Gefahr verwendet.

### Beispiele für Klassenbildung durch Kombination von Fließgeschwindigkeit und Wassertiefe in $m^2/s$ :

Bezeichnung	CH
Schwach	<0,5
Mittel	0,5 – 2,0
Stark	>2,0
	u.s.w.

Die Begründung für die Klassenbildung ist den Wassertiefen analog. Bei mittlerer Intensität sind Personen außerhalb von Gebäuden stark gefährdet. Bei hoher Intensität können Gebäude zum Einsturz gebracht werden. Hoher Strömungsdruck bzw. hohe Intensitäten treten zum Beispiel bei Deichbrüchen auf.

Eintrittswahrscheinlichkeit und Intensität können zu „Gefahrenstufen“ kombiniert werden, wobei dem „je - desto“ Prinzip zu folgen ist. Je größer die Wahrscheinlichkeit ist, desto geringer muss die Intensität (Tiefe oder  $v \cdot h$ ) sein, um der gleichen Gefahrenstufe zugeordnet zu werden. Hohe Intensitäten führen auch bei geringer Eintrittswahrscheinlichkeit ( $<1/200$  bzw.  $1/300$ ) zur Einstufung als hohe Gefährdung. Geringe Gefährdung liegt bei mittlerer Wahrscheinlichkeit und geringer Intensität bzw. bei geringer Wahrscheinlichkeit und mittlerer Intensität vor.

Die angegebenen Werte für die Klassengrenzen können lokal angepasst werden. Zum Beispiel ist es möglich, für die hohe Intensität eine größere Tiefe anzusetzen, wenn die übliche Bebauung einen Verzicht auf Wohnräume im Erdgeschoss vorsieht. In diesem Fall würde die Gefährdung von Menschenleben im Gebäude entfallen.

### 4.3 Die Darstellung der Überschwemmungsgefährdung

Die Darstellung der Überschwemmungsgefährdung kann pro Ereignis mit verschiedenen, die Gefährdung beschreibenden Parametern oder als Überlagerung verschiedener Ereignisse in Form von Gefährdungsstufen erfolgen oder einfach nur die überschwemmte Fläche aufzeigen. Die Parameter Tiefe, Fließgeschwindigkeit und in manchen Fällen die Dauer der Überschwemmung sind neben der Eintrittswahrscheinlichkeit und der betroffenen Fläche für die Überschwemmungsgefahr maßgebend.

**Hinweiskarten für die Überschwemmungsgefährdung:** Diese sind kleinmaßstäbliche Karten (1:50.000 bis 1:1.000.000), die eine grobe Übersicht über die Überschwemmungsgefährdung geben. Sie enthalten eine flächenmäßige Abgrenzung der gefährdeten Gebiete, ohne jedoch Gefahrenstufen für die Art der Gefährdung anzugeben.

Benötigt von folgenden Zielgruppen:	Raumordnung, Regionalplanung
Interesse von folgenden Zielgruppen:	Politik, Wasserbau

**Karten der Überschwemmungsgefährdung [Cartes des aléas synthétisées]:** (Übersichtskarte im IKSR-Rahmen: Maßstab 1:100.000, sonst Maßstab 1:25.000 bis 1:10.000)  
Karten der Überschwemmungsgefährdung enthalten die Art der Gefährdung, die Gefährdungsstufen und eine genaue Gebietsabgrenzung. In den IKSR-Übersichtskarten sind für vorhandene Überschwemmungsgebiete die Grenzen für ein 10-, ein 100jähriges und ein Extremhochwasser aufzuzeigen. In den durch Deiche geschützten Gebieten ist die mögliche Überschwemmungstiefe im Versagensfall der Schutzbauten (z. B. Deichbruch bei Extremhochwasser) durch folgende Klassen der Überschwemmungstiefe (0-0,5 m; 0,5 – 2 m; 2,0 – 4,0 m; 4,0 – 6,0 m u.s.w.) darzustellen.

Die Gefährdungsstufen bilden eine Art „Umhüllende“ auf der Basis verschiedener Ereignisse und zeigen grundsätzlich auf, ob Handlungsbedarf besteht. Beim schweizerischen Modell kann aus der Gefährdungsstufe abgeleitet werden, wer diese Handlungen einleiten muss.

Benötigt von: Orts- und Bauplanung, Nutzungsplanung  
Interesse von: Politik, Wasserbau, betroffener Bevölkerung

**Intensitätskarten [cartes par aléa élémentaire] und Überschwemmungskarten [cartes des inondations]:** (Maßstab 1:10.000) zeigen die Überschwemmungsausdehnung für ein bestimmtes Szenario (Ereignis mit einer festgelegten Eintrittswahrscheinlichkeit) und für andere wichtige Parameter wie Überschwemmungstiefe, Fließgeschwindigkeit und ev. Dauer.

Benötigt von: Wasserbau, Notfallplanung, betroffener Bevölkerung  
Interesse von: Orts- und Bauplanung, Nutzungsplanung, Versicherung

## 5. Die Schäden

### 5.1 Der Begriff Schaden

Schaden ist die Folge einer negativen Einwirkung. Schaden ist real, also eingetreten. Der Begriff Schadenrisiken beschreibt die Möglichkeit von Schäden. Nach einem eingetretenen Ereignis spricht man von Schäden, vor einem Ereignis von Schadenrisiken. Abbildung 1 zeigt die Kette von Einwirkungen, die stattfinden müssen, bis es zu Schäden kommt.

Da der Schadenbegriff sehr weit definiert ist, muss die Art der Schäden näher beschrieben werden.

Die Schadensarten werden unterschieden in

#### 1. Sozio-kulturelle Schäden

**Personenschäden**

**Verschlechterung des sozialen Umfeldes** (Gettobildung und Überalterung)

**Verlust an Kulturgütern und denkmalgeschützten Objekten**

## 2. Umweltschäden

- **Umweltschäden durch Freisetzung wasser-/umweltgefährdender Stoffe**  
(*Erfassungsparameter/Kriterien*: Lagerung wasser-/umweltgefährdender Stoffe (Menge, Stoff, Überschwemmungsempfindlichkeit der Lagerung), Verarbeitung wasser-/umweltgefährdender Stoffe)
- **Umweltschäden bei Eintrag wasser-/umweltgefährdender Stoffe**  
(*Erfassungsparameter/Kriterien*: Vorkommen von Lebensgemeinschaften/Biototypen und ihre Empfindlichkeit gegenüber umweltgefährdenden Stoffen im bzw. auf dem Wasserkörper; Grundwasservorkommen und ihre Empfindlichkeit/Deckschichtqualitäten)
- **Schädigung von Vorkommen schutzwürdiger (Naturschutz) Arten und Lebensgemeinschaften, die nicht überschwemmungstolerant sind**  
(*Erfassungsparameter/Kriterien*: Vorkommen entsprechender Arten/Biototypen)

## 3. Monetäre Schäden

- **Direkte wirtschaftliche Schäden** (an festem und beweglichem Inventar, Gebäuden, Außenanlagen, Vorratsvermögen, Tieren, land- und forstwirtschaftlichen Kulturen)
- **Indirekte wirtschaftliche Schäden** (Wertschöpfungsverlust, Infrastrukturprobleme, Aufwendungen zur Schadensabwendung)
- **Langfristige Folgeschäden** (Minderung des Wiederverkaufswertes, Bodenwertminderung, Nutzungsextensivierung, z.B. Aufgabe industrieller Produktionsstätten)

### **5.2 Bestimmung der Schadenrisiken**

Die Schadenrisiken ergeben sich aus der Besiedlungsintensität (Gewerbe, Industrie, Wohnen) ausgedrückt in der Anzahl und der Art der Betriebe und Wohngebäude, der Anzahl der gefährdeten Einwohner und der landwirtschaftlichen Nutzung (Ackerbau, Grünland) unter Berücksichtigung ihrer Empfindlichkeit bei Überschwemmung. Bei der Bestimmung der Personenschäden, des indirekten wirtschaftlichen Schadens, der Umweltschäden und der mittelbaren Schäden sind, neben den begrenzten historischen Daten, abhängig von der gewünschten Genauigkeit auch theoretische Daten aus Rechenmodellen erforderlich, die die globalen Abschätzungen unterstützen.

Für die Bestimmung des direkten wirtschaftlichen Schadens benötigt man Informationen über die Bodennutzung und über Schäden bei bestimmten Überschwemmungstiefen.

Die Entwicklung vergleichbarer Methoden für das Rheingebiet erfordert im gesamten Einzugsgebiet die Betrachtung möglichst gleicher oder sehr ähnlicher Nutzungskategorien, Bewertungskriterien und eindeutige Schadenfunktionen. Im IKSR-Rahmen wird auf die Kategorien des im Rahmen der EU erstellten Corine-Datensatzes für die Bodennutzung in der Rheinniederung zurückgegriffen.

Je nach Zweck und Zielgruppe ergeben sich wegen der erforderlichen unterschiedlichen Untersuchungstiefe verschiedene Analyseverfahren zur Ermittlung der Schadenrisiken.

Die mikroskalige Untersuchung aller potentiell überschwemmungsgefährdeten Flächen erfordert einen erheblich größeren zeitlichen und personellen Aufwand als eine mesoskalige oder makroskalige Untersuchung.

Über die Gesamtheit der gefährdeten Vermögenswerte in den Überschwemmungsgebieten und in den durch extreme Hochwasserereignisse gefährdeten Gebieten und über die Überschwemmungstiefe – Schaden - Relationen (Schadenfunktionen) aller betrachteten Vermögenskomponenten werden die Vermögensschäden und die weitergehenden Wirkungen aufgezeigt.

### **Berechnung der direkten Vermögensschäden**

Zur Berechnung der Vermögensschäden auf den Überschwemmungsgebieten und in den durch extreme Hochwasserereignisse gefährdeten Gebieten wird das Untersuchungsgebiet zuerst in so genannte Flächennutzungseinheiten „FNE“ (z. B. Stadtbezirke, Flure oder überarbeitete Flure) aufgeteilt.

Nach Identifizierung, Zuordnung zu übergeordneten Raumeinheiten und entsprechender Auflistung werden für alle FNE, die ganz oder teilweise im maximal möglichen Überschwemmungsgebiet liegen, die Nutzungsarten und deren Verteilung bestimmt, da diese zur Ermittlung der Vermögenswerte, Schadenrisiken und der Schäden nach einem eingetretenen großen Hochwasserereignis benötigt werden.

Zur Bestimmung der Nutzungsarten können je nach erforderlichem Genauigkeitsgrad Katasterunterlagen oder die Bodennutzungskarten zugrunde gelegt werden.

Hierbei sind mindestens folgende Bodennutzungskategorien zu unterscheiden: Gewerbe- und Industrie; Wohnen; Land- und Forstwirtschaft; Infrastruktur und Sonstiges. Diese Bodennutzungskategorien lassen sich noch weiter nach Art oder Intensität der Nutzung unterteilen.

Für die unterschiedlichen Flächennutzungen auf den FNE werden anschließend anhand von wirtschaftsstatistischen Daten die Vermögenswerte ermittelt. Die Datenermittlung sollte möglichst ausschließlich durch Auswertung offizieller Statistiken erfolgen. Dazu werden Statistiken, die auf den ver-

schiedenen regionalen Ebenen verfügbar sind (d.h. Bundes-, Länder- und Gemeindestatistiken etc.), ausgewertet und auf die FNE abgeleitet.

Folgende Vermögenskomponenten können dabei untersucht werden:

- **EW** Energie- und Wasserversorgung, Bergbau + Vorrat
- **VB** verarbeitendes Gewerbe und Baugewerbe + Vorrat
- **HD** Handel und Dienstleistungen + Vorrat
- **ST** Staat und private Organisationen ohne Erwerbscharakter + Vorrat
- **VN** Verkehr und Nachrichtenübermittlung + Vorrat
- **LW** Land- und Forstwirtschaft + Vorrat + Vieh
- **WK** Wohnkapital + Hausrat
- **CP** Camping
- **BA** Boden Ackerland
- **BG** Boden Grünland
- **BS** Boden Sonderkultur
- **FM** Forst Mischwald (enthält alle Forstkategorien)
- **OET** öffentlicher Tiefbau
- **SO** Sonstige

Die vorgenannten Vermögenskomponenten können dann zu folgenden Gruppen zusammengefasst werden: **GEWERBE UND INDUSTRIE, WOHNEN, LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, INFRASTRUKTUR, SONSTIGE**

Das **Schadenausmaß** ist maßgeblich von der überschwemmten Flächengröße und der Überschwemmungstiefe im Schadenbereich abhängig. Dabei ist zu beachten, dass bei Geschossübergängen sich im Schadenverlauf erhebliche Diskontinuitäten ergeben.

Um aus den Vermögenswerten je FNE die Schadenrisiken zu ermitteln, muss durch Verschneiden der Wasserspiegellagen mit der Höhenlage jeder FNE die Überschwemmungstiefe bzw. der Anteil der betroffenen Fläche an der Gesamtfläche der FNE errechnet werden. Mit Hilfe von regional an die Gegebenheiten angepassten Schädigungsmatrizes, die nutzungsabhängig den Schädigungsgrad am Vermögenswert angeben, werden die Schäden, die auf jeder einzelnen FNE bei Hochwasser entstehen können, für alle Vermögenskomponenten berechnet.

Zusätzlich zur Überflutungshöhe sind für die Schadenhöhe noch

der Systemtyp:

offen (frei überflutbar) oder

geschlossen (örtlicher Hochwasserschutz vorhanden)

die Dauer

die Jahreszeit (Sommer-/Winterhochwasser)

Eintrittszeitpunkt (Wochenende/Werktag)

Vorwarnzeit

von Bedeutung!

### **Weitere Schäden**

Zusätzlich zu den Vermögensschäden lassen sich noch andere weitergehende monetäre Hochwasser-  
auswirkungen verzeichnen. Wenn die Wirtschaftstätigkeit durch ein Hochwasserereignis unterbrochen  
wird, können weniger Güter produziert und weniger Leistungen erbracht werden als im Normalfall, d.h.  
mögliche Gewinne bleiben aus, es entsteht ein **Wertschöpfungsverlust**.

Die **Schäden an Kulturgütern** sind zwar prinzipiell feststellbar und auch zählbar, ihre Bewertung in  
Geldgrößen ist jedoch nicht vollständig möglich.

**Umweltschadenrisiken** können zwar nicht exakt ermittelt werden, sind aber abzuschätzen und darzu-  
stellen. Hierzu gehören insbesondere wassergefährdende Stoffe aus dem verarbeitenden Gewerbe,  
aus der Lagerung von Chemikalien, von Tankstellen, aus Kläranlagen, aus Deponien und Altablage-  
rungen und aus Heizungsanlagen von Haushaltungen und Industrie.

**Schäden an Leib und Leben** können nur grob abgeschätzt werden. Die Schäden können aufgrund  
von Schockerlebnissen außer körperlicher auch psychologischer Natur sein.

Da das Auftreten von Hochwasser nicht exakt prognostiziert werden kann und man nicht nur einen Er-  
eignisfall betrachten darf, muss unter Berücksichtigung der statistischen Eintrittswahrscheinlichkeit der

**Schadenerwartungswert** ermittelt werden. Der Schadenerwartungswert ist die Summe der mit ihrer Eintrittswahrscheinlichkeit gewichteten Schäden, die über den Betrachtungszeitraum auftreten.

Die **Wertermittlung** erfolgt auf der Grundlage der Wiederbeschaffungswerte im **Referenzjahr 1995**.

**Aufgrund der Verringerung des Schadenerwartungswertes kann die Minderung der Schadenrisiken zahlenmäßig belegt werden**, denn jede Senkung der Extremhochwasserstände, jeder Objektschutz, jede Erhöhung der Vorwarnzeit verringert auch den Schadenerwartungswert.

### 5.3 Darstellung des Gesamtwertes und der Schadenempfindlichkeit

Die einfachste Form der Darstellung ist die Bodennutzungskarte. Datensätze, die die derzeitige Bodennutzung offen legen, sind in den Staaten bzw. im Rahmen der EU (CORINE-Datensatz) zumeist als Rasterdaten vorhanden. Diese Karten zeigen die derzeitige physische Bodenbedeckung. Um den Gesamtwert darzustellen, werden die Nutzungskategorien mit monetären Werten verknüpft. Anschließend ist der Zusammenhang zwischen Schaden und Überschwemmungstiefe, die Schadenempfindlichkeit, herzustellen. Jede Vermögenskomponente bedarf einer Schadenfunktion. Durch Einbeziehen der Schadenempfindlichkeit, die eine Funktion der Überschwemmungstiefe oder allgemeiner ausgedrückt, eine Funktion der Intensität der Einwirkung ist, wird aus der Darstellung der Schadenrisiken eine Schadenrisikokarte.

Bodennutzungskategorien sind in den verschiedenen Staaten sehr unterschiedlich definiert. Eine Vereinheitlichung entsteht bei der Berechnung des Schadens durch die hohen Wertkonzentrationen in Industrie-, Gewerbe- und Wohngebieten. Dies ist der Fall, wenn der Schaden pro Flächeneinheit in monetären Einheiten dargestellt wird. Wegen der großen Wertunterschiede, aber auch wegen der Unsicherheiten bei der Bestimmung und dynamischen Veränderungen der sich auf der Fläche befindlichen Werte, empfiehlt sich eine Klassenbildung. Die geeignete Anzahl der Klassen richtet sich nach dem Maßstab und der gewünschten Auflösung in den Flächen mit hohen Wertkonzentrationen.

Nicht in den Bodennutzungskarten enthalten sind die Personen- und Sonderrisiken sowie ökologische und soziale. Diese können den Flächenwerten mit Symbolen überlagert werden.

Durch den Einbezug der raumplanerischen Nutzungszonen (z. B. Baugebiete) kann die Darstellung der Schadenrisiken von der momentanen auf geplante zukünftige Zustände erweitert werden. Ergänzungen sind durch den Einbezug von Versicherungswerten möglich, doch sind diese in der Regel nicht flächendeckend verfügbar. Für häufige Hochwasserereignisse ist das Schadenpotential über die Schadenfunktionen zu berechnen.

Die Maßstäbe sollten analog den Maßstäben für die Karten der Überschwemmungsgefährdung gewählt werden, da eine Verschneidung mit diesen zur Berechnung der Risiken erforderlich ist.

## **6. Die Risiken**

### **6.1 Der Begriff Risiko**

Der Begriff Risiko verknüpft die Höhe des möglichen Schadens mit dessen Eintrittswahrscheinlichkeit. Mathematisch kann somit ein kleiner Schaden mit einer großen Häufigkeit denselben Risikowert ergeben, wie ein großer Schaden mit einer geringen Eintrittswahrscheinlichkeit. Dies entspricht nicht dem umgangssprachlichen Gebrauch des Wortes Risiko. Dort wird der Begriff Risiko meist im Zusammenhang mit seltenen Ereignissen und hohen Schäden verwendet.

Es wird zwischen dem Begriff „Schadenerwartungswert“ und „Risiko“ unterschieden, obwohl die Begriffe mitunter mathematisch gleich definiert werden. Im Folgenden soll unter Schadenerwartungswert die Summe aller häufigen Schadenereignisse multipliziert mit deren Eintrittswahrscheinlichkeit verstanden werden. Dieser Wert dient zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen.

Der Begriff Risiko, als Gegenpol zur Sicherheit, wird im Folgenden im Zusammenhang mit sehr seltenen Großereignissen bzw. Katastrophen verwendet. Eine Katastrophe definiert sich als Ereignis, dessen Bewältigung die Kräfte der betroffenen Gesellschaft überschreitet. Im Einzelschicksal ist sie dem Todesfall vergleichbar und kann somit nicht zweimal eintreten. Somit ist auch nach den Gesetzen der Wahrscheinlichkeitslehre, bei der eine Wiederholbarkeit Grundvoraussetzung ist, die Summenbildung mit verschiedenen kleineren Ereignissen nicht zulässig. Es interessiert daher einzig, ob und wie wahrscheinlich ein derartiges Unglück ist. Dies entspricht auch der Versicherungspraxis, insbesondere der Rückversicherungen, bei denen der maximal mögliche Schaden ein wesentliches Element der Prämiengestaltung ist. Die IKSR wird im Rhein-Atlas die Hochwasserrisiken für den größten Schadenfall darstellen und keine Schadenerwartungswerte aufzeigen, da diese wegen der Überlagerung verschiedener Ereignisse schwer verständlich sind.

Die Unterscheidung zwischen Schadenrisiken - ausgedrückt in Schadenerwartungswerten und Katastrophenrisiken - ist auch für das Hochwasserflächenmanagement, wie im Aktionsplan Hochwasser empfohlen, wichtig. Die Nutzung der gefährdeten Flächen kann und soll sich an häufige Ereignisse anpassen. Der Umgang mit diesen häufigen Ereignissen ist eine Aufgabe für die Raumplanung und ist wichtig für die Eigenverantwortung. Sehr seltene und schwere Ereignisse – Katastrophen – überschreiten die Möglichkeiten des Einzelnen. Diese sollten mit einem Anspruch auf solidarische Hilfe einhergehen.

## 6.2 Bestimmung der Risiken

Die Berechnung des Risikos setzt die Berechnung des möglichen Schadens wie zuvor erläutert voraus. Die ermittelten Schäden werden mit einer Wahrscheinlichkeit multipliziert. Das Vorgehen ist schematisch in Abbildung 2 aufgezeigt. Aus den Wahrscheinlichkeiten des Eintritts eines bestimmten Abflusses oder Wasserstandes ergibt sich die Wahrscheinlichkeit einer Überschwemmung. Je nach Überschwemmungstiefe werden die dort befindlichen Werte mit einem Schadenfaktor multipliziert. Je nach Art der ergriffenen Notmaßnahmen kann die Wahrscheinlichkeit, dass der Schaden eintritt oder vermindert wird, das Risiko weiter herabsetzen.

Je nach bestehendem Schutzgrad sind unterschiedliche Ansätze anzuwenden:

- Nicht oder sehr gering geschützte Gebiete  
Für Hoch- und Mittelrhein sowie für die Mosel, die eine enge Tallage aufweisen, sind keine oder geringe lokale Schutzbauten vorhanden. Am Hochrhein wird beispielsweise der Schaden-  
erwartungswert als Integral über die verschiedenen möglichen Überschwemmungen berechnet. Verminderungen der Schadenrisiken haben daher ein unterschiedliches Gewicht, je nachdem auf welchen Teilflächen die Verminderung erfolgt.
- Geschützte Gebiete  
Hier ist eine Überschwemmung nur bei sehr seltenen Ereignissen oder bei Deichbrüchen denkbar. Es gibt praktisch nur ein Szenario; Karten des Risikos und des Schadenrisikos sind praktisch identisch.

Wenn sich die Bildung von Flächennutzungseinheiten bei der Ermittlung der Schadenrisiken als günstig erweist, müssen Teilflächen (Überschwemmungseinheiten) mit gleichen hydraulischen Charakteristika bei der Risikoberechnung gebildet werden, das heißt, mit gleicher Überschwemmungswahrscheinlichkeit und mit gleicher Wahrscheinlichkeit einer Wirkung von Notmaßnahmen. Im typischen Fall sind dieses zu definierende Geländekammern oder in den Niederlanden Polder, die beim gleichen Ereignis betroffen sind. Innerhalb dieser Teilflächen können je nach Überschwemmungstiefe noch Untereinheiten gebildet werden, um den Schadengrad abzustufen.

## 6.3 Darstellung der Risiken

Das Risiko kann als durchschnittlicher monetärer Wert pro Flächeneinheit oder als Summe über eine Gebietseinheit dargestellt werden. In getrennten Karten oder überlagert mit verschiedenen Symbolen können auch Personenrisiken, ökologische Risiken und sozio-kulturelle Risiken aufgezeigt werden. Eine Darstellung pro Ereignistyp (Szenario) oder als Integral über alle möglichen Ereignisse ist möglich.

**Übersichtskarten** zeigen kleinmaßstäblich die bestehenden Risiken, meist durch flächenhafte Darstellung (Schadenrisiken pro km<sup>2</sup>) oder durch Symbole für gewisse Gebietseinheiten auf. In der Regel wird das (Gesamt)Risiko als Integral über alle denkbaren Ereignisse dargestellt. Die wichtigste Aufgabe dieser Karten ist, den Handlungsbedarf und dessen Prioritäten aufzuzeigen. Da die verschiedenen Zielgruppen eine unterschiedliche Akzeptanz für Personenrisiken, ökologische und sozio-kulturelle Risiken im Vergleich zu materiellen Risiken zeigen, müssen die verschiedenen Kategorien entweder durch geeignete Symbole oder durch getrennte Karten kenntlich gemacht werden.

**Detailkarten**, auf denen die gefährdeten Parzellen und Objekte erkennbar sind, sind häufig „ereignisbezogen“ (maximales Ereignis) und die Darstellung von durchschnittlichen Schadenwerten pro Flächeneinheit verliert gegenüber den Objekt- und Personenrisiken an Bedeutung. Von besonderem Interesse sind Objekte, von denen Folgerisiken ausgehen können.

**Schutzzielkarten** zeigen den gewünschten Schutzgrad für die verschiedenen Nutzungen auf. Der Handlungsbedarf ergibt sich aus einer Überlagerung mit den Karten der Überschwemmungsgefährdung, d.h. wenn eine Verletzung des Schutzziels, beziehungsweise ein nicht akzeptiertes Risiko festgestellt wird.

## **7. Die Maßnahmen zur Verminderung der Schadenrisiken**

### **7.1 Abgrenzung der Maßnahmen**

Schadenrisiken können vermindert werden, wenn entweder die Eintrittswahrscheinlichkeit des Ereignisses, die Werte oder die Schadenempfindlichkeit vermindert oder die Wirksamkeit der Notmaßnahmen erhöht wird. Abbildung 3 zeigt, wo die verschiedenen Maßnahmen in der Kette der Entstehung des Risikos bzw. des Schadens wirksam werden. Für die Zielsetzung „Verminderung der Schadenrisiken“ des Aktionsplans Hochwasser werden Maßnahmen im Einzugsgebiet oder am Gewässer, die zu einer Verminderung des hydrologischen Risikos führen, nicht einbezogen, sondern nur Maßnahmen, die zu einer Verminderung der Schadenempfindlichkeit führen.

### **7.2 Bestimmung der Verminderung**

Das Freihalten von überschwemmungsgefährdeten Flächen ist ein wichtiges Instrument. Diese Maßnahme kann ein Ansteigen der Schadenrisiken verhindern, aber keine Verminderung erreichen. Die angestrebte Verminderung muss durch Änderung der bestehenden Nutzung hervorgerufen werden. Hinter Schutzbauten sind Verbote oder Restriktionen nur selektiv anwendbar, ist es doch Zweck der Schutzbauten, eine wirtschaftliche Nutzung der nunmehr geschützten Gebiete zu ermöglichen. Prinzipiell sollte, wenn keine geeigneten Ersatzflächen zur Verfügung stehen, ein Ansteigen der Werte hinter

Schutzbauten auch weiterhin möglich sein. Es muss jedoch künftig die Empfindlichkeit (Schadengrad) herabgesetzt werden, um eine Reduktion der Schadenrisiken (definiert als „gefährdete Werte“ multipliziert mit „deren Empfindlichkeit“) zu erreichen.

**Als Maßnahmen zur Herabsetzung der Empfindlichkeit können gewertet werden:**

- Information der Bevölkerung und Notfallplanung (Katastrophenschutz)
- nichtbauliche oder temporär einsetzbare Schutzmaßnahmen
- Objektschutzmaßnahmen
- Nutzungsänderungen
- erhöhter Schutz von Kerngebieten durch zweite Verteidigungslinien

Die quantitative Bestimmung der Wirksamkeit von einzelnen oder mehreren Maßnahmen in Kombination und die damit erreichte prozentuale Verminderung sind derzeit nicht bekannt oder basieren lediglich auf theoretischen Modellen. Die IKSР hat eine entsprechende Wirksamkeitsstudie mit dem Titel „Grundlagen für die Erfassung von Schadenrisiken bei Hochwasser und Bewertung von Maßnahmen zur Verminderung dieser Risiken“ in Auftrag gegeben, deren Ergebnisse im 2. Halbjahr 2001 vorliegen sollen.

Nutzungsänderungen, die zu einer Erhöhung der Werte führen, dürfen nur im Rahmen von Gesamtkonzepten bewilligt werden.

**Aktualisierung der Schadenrisiken**

Die Schadenrisiken im Rheingebiet sind nach der ersten Erhebung im Jahr 1999 bzw. 2000 alle 5 Jahre (2005, 2010, 2015, 2020) zu aktualisieren. Dies ist erforderlich, um Veränderungen der Risiken im Betrachtungsraum dokumentieren zu können, d.h. um eine Erfolgskontrolle durchführen zu können.

Gründe dafür können beispielsweise sein:

- technische Maßnahmen (u.a. Retention, Flussbetteverengung, Deichsanierung, Deichrückverlegung, Kompartimentierung, Schutzpläne)
- Raumordnungsmaßnahmen (u.a. Regulierung, heutige und künftige Bodennutzung, Gebote und Verbote)
- Katastrophenschutz (u.a. Pläne, verbesserte Hochwasservorhersage)
- Hochwasserbewusstsein (u.a. eigene Maßnahmen, Information, Risikokarten; Einfluss von Hochwasser).

### **7.3 Darstellung der Verminderung**

Der Aktionsplan fordert eine prozentuale Herabsetzung der Schadenrisiken bei Hochwasser. Um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten und aufzuzeigen, in welchen Gebieten die Schadenrisiken vermindert wurden, muss die gleiche Form und Gliederung wie bei der Schadenrisikoermittlung gewählt werden. Es können auch Stufen für die Schadenrisikominderung gewählt werden.

## **ANHANG**

**Anhang 1:** Abbildungen 1, 2, 3

**Anhang 2:** Kontaktstellen

**Anhang 3:** Nutzungskategorien und Wertezuordnung (Beispiel NL)

Abb.1

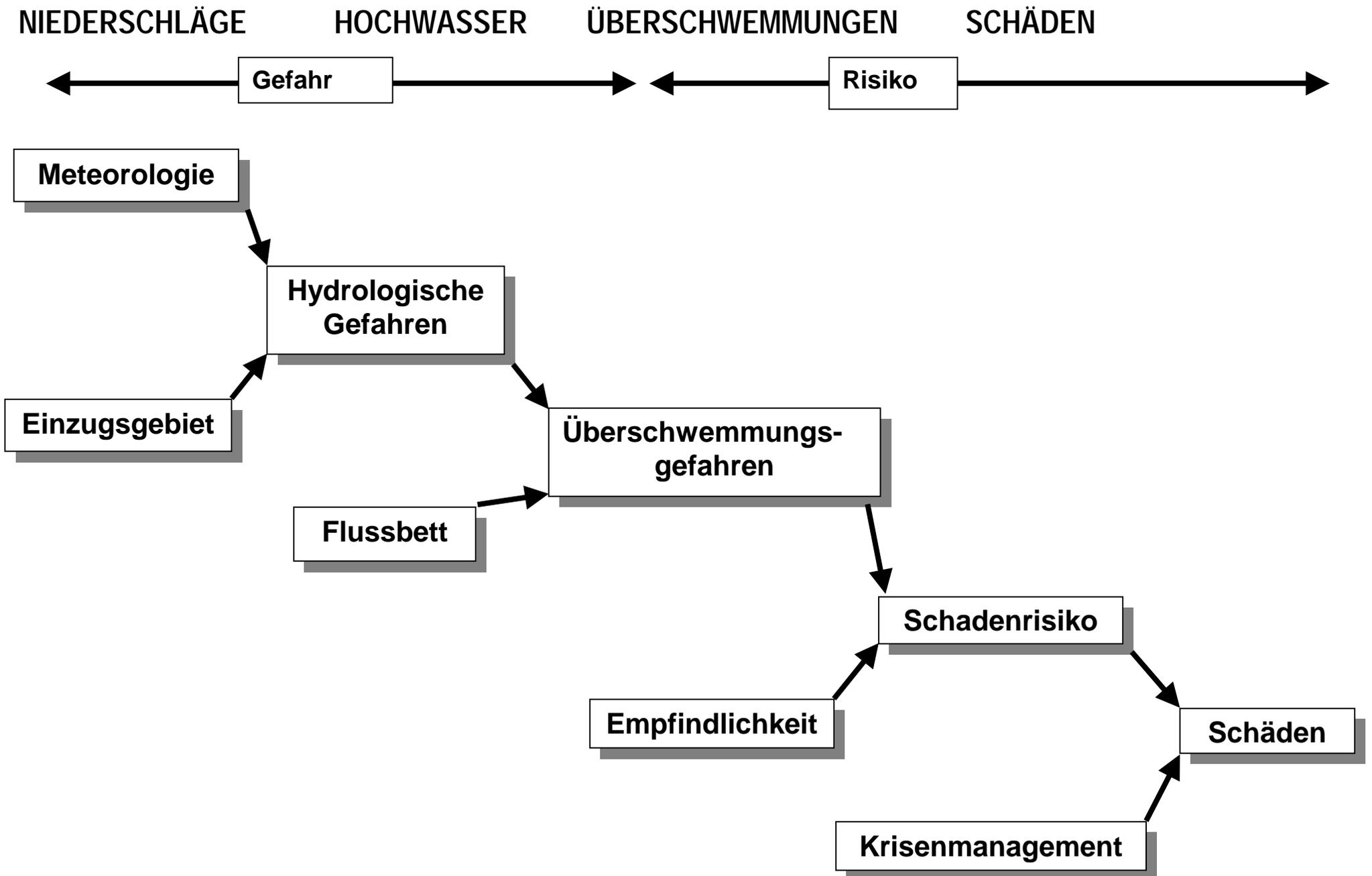


Abb.2

Berechnung des Risikos

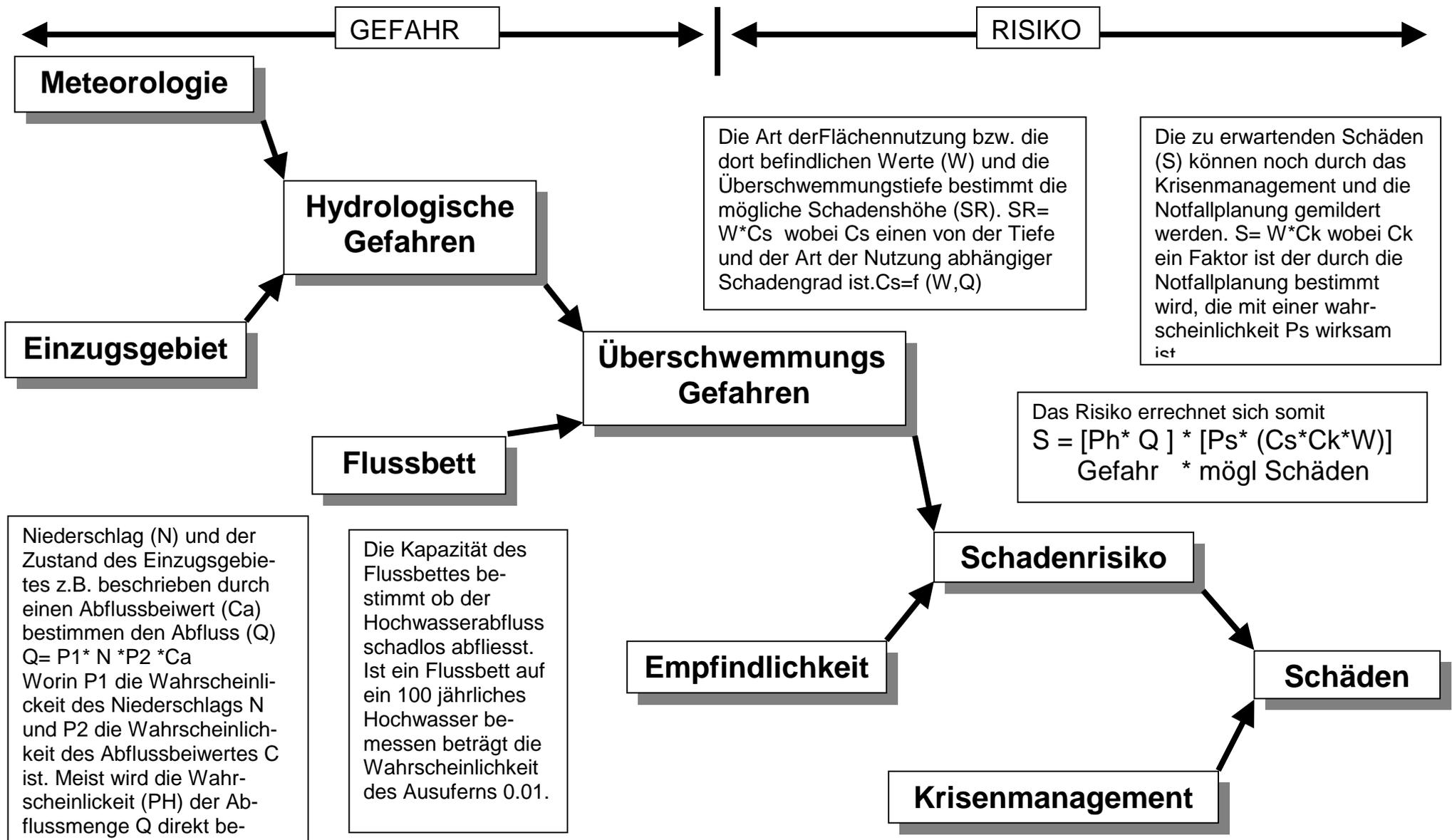
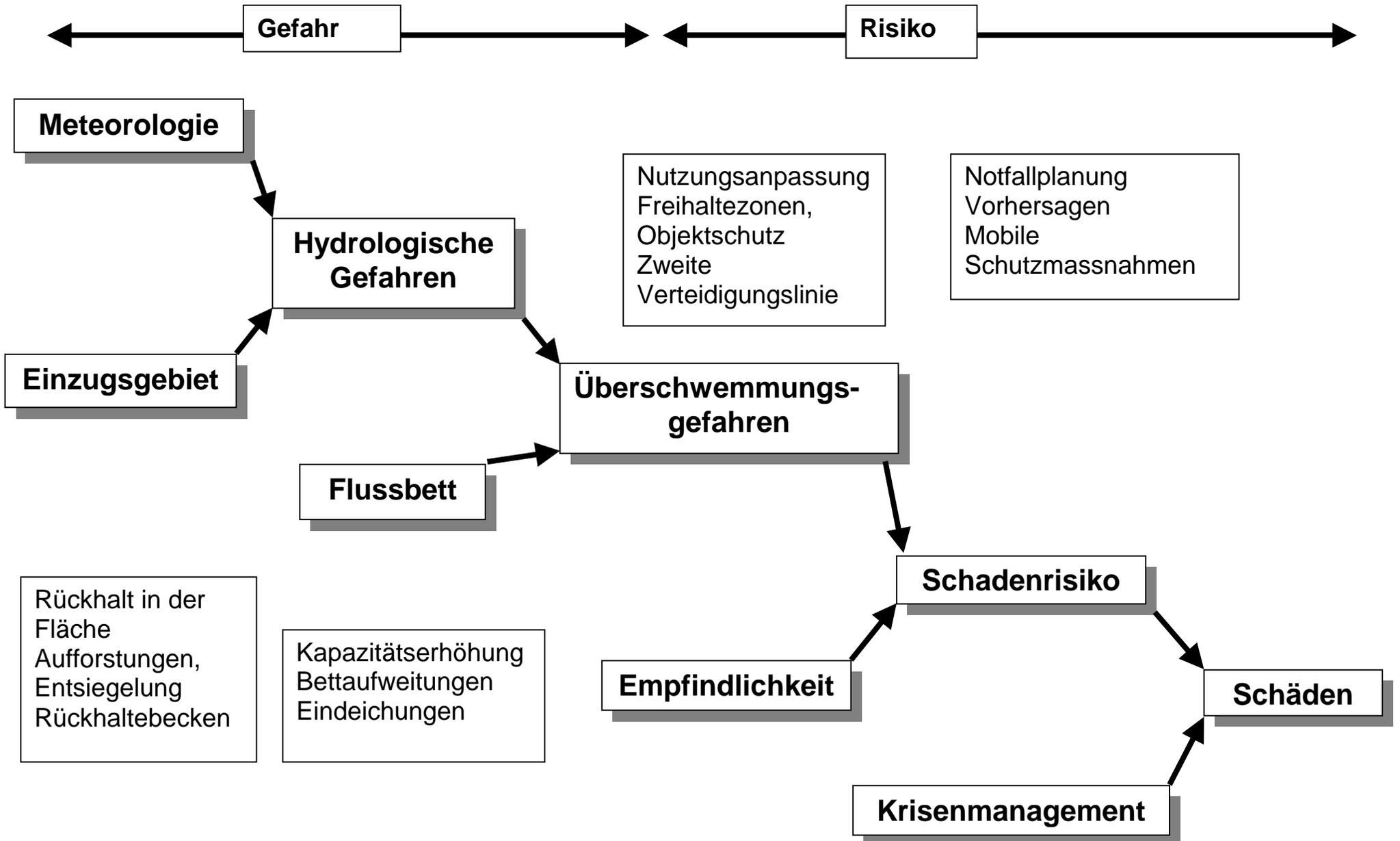


Abb.3

# Wirkung von Massnahmen



**Anhang / annexe 2:                    Kontaktstellen in den Rheinanliegerstaaten /  
Services à contacter dans les Etats riverains du Rhin**

**Schweiz / Suisse:**

Dr. Armin PETRASCHECK  
Bundesamt für Wasserwirtschaft  
Ländtestrasse 20  
Postfach  
CH – 2501 BIEL  
Tel. 0041-(0)32-328 87 65  
Fax 0041-(0)32-328 87 12  
E-mail: [armin.petrascheck@bww.admin.ch](mailto:armin.petrascheck@bww.admin.ch)

**Frankreich / France:**

Martial GERLINGER  
Service de la Navigation de Strasbourg  
Arrondissement Fonctionnel, Cité Administrative  
2, rue de l'Hôpital Militaire  
F – 67084 STRASBOURG Cedex  
Tel. 0033-(0)3-88 76 79 32  
Fax 0033-(0)3-88 76 79 31  
E-mail: [ja.af.sn-strasbourg@vnf.fr](mailto:ja.af.sn-strasbourg@vnf.fr)

Laurent MICHELS  
Direction Régionale de l'Environnement de Lorraine  
19, avenue Foch  
F – 57000 METZ  
Tel. 0033-(0)3-87 39 99 99  
Fax 0033-(0)3-87 39 99 50  
E-mail: [laurent.michels@lorraine.environnement.gouv.fr](mailto:laurent.michels@lorraine.environnement.gouv.fr)

**Deutschland / Allemagne:**

Baden-Württemberg/    Hansjörg STRÄHLE  
Bade-Wurtemberg    Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg  
Postfach 10 34 39  
D – 70182 STUTTGART  
Tel. 0049-(0)711-126-1550  
Fax 0049-(0)711-129-1509  
E-mail: [hansjoerg.straehle@uvm.bwl.de](mailto:hansjoerg.straehle@uvm.bwl.de)

Rheinland-Pfalz/  
Rhénanie-Palatinat: Andreas CHRIST  
Ministerium für Umwelt und Forsten Rheinland-Pfalz  
Postfach 3160  
D – 55116 MAINZ  
Tel. 0049-(0)6131-16 24 41  
Fax 0049-(0)6131-16 44 69  
E-mail: [andreas.christ@www.rpl.de](mailto:andreas.christ@www.rpl.de)

Hessen/Hesse: Dr. GIESELER  
Regierungspräsidium Darmstadt  
Wilhelminenstraße 1-3  
D – 64278 DARMSTADT  
Tel. 0049-(0)6151-12 65 81  
Fax 0049-(0)6151-12 50 31  
E-mail: [dez42.2-da@rpu-da.hessen.de](mailto:dez42.2-da@rpu-da.hessen.de)

Nordrhein-Westfalen/  
Rhénanie-du-Nord-  
Westphalie Herr KOLF  
Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft  
Nordrhein-Westfalen  
Schwannstraße 3  
D – 40476 DÜSSELDORF  
Tel. 0049-(0)211-45 66-318  
Fax 0049-(0)211-45 66-388

**Niederlande / Pays-Bas:** ir. E.B. ZEGERS  
Ministerie van Verkeer een Waterstaat  
Directie Oost-Nederland  
Postbus 9070  
NL – 6800 ED ARNHEM  
Tel. 0031-(0)26-368 85 00  
Fax 0031-(0)26-368 87 34  
E-mail: [e.b.zegers@don.rws.minvenw.nl](mailto:e.b.zegers@don.rws.minvenw.nl)

Martine JAK  
Ministry of Transport, Public Works and Water Management  
Van der Burghweg 1  
NL – 2600 GA DELFT  
Tel. 0031-(0)15-251 85 32  
Fax 0031-(0)15-251 85 55  
E-mail: [m.jak@dww.rws.minvenw.nl](mailto:m.jak@dww.rws.minvenw.nl)

**Koordination / coordination:**

IKSR / CIPR

Postfach 20 02 53

D – 56002 KOBLENZ

Tel. 0049-(0)261-12495

Fax 0049-(0)261-36572

E-mail: [iksr@rz-online.de](mailto:iksr@rz-online.de)

### Anhang 3: Hauptgruppen Bodennutzung in Beziehung zu CBS-Bodennutzungskategorien für die Niederlande

Hauptgruppe Bodennutzung	Bodennutzungsgruppe	Enthält folgende CBS-Bodennutzungskategorien	Maximaler ökonomischer Wert pro ha (grobe Schätzung)
A. Wohngebiet (Kerngebiete)	1. Wohngebiet	a. Wohngebiet	kf 1.500 – kf 7.500
B. Gewerbe und Industrie	1. Industrie und Unternehmen	a. Rohstoffgewinnung b. Betriebsgelände  c. Dienstleistungsbranche d. Sonstige öffentliche Einrichtungen e. Sozio-kulturelle Einrichtungen f. Unterglasgartenbau	kf 500 kf 500 (extensiv) bis kf 7.500 - kf 43.000 (hochwertig) kf 500 kf 500 kf 500 kf 500
C. Land- und Forstwirtschaft	1. Landwirtschaft	a. Sonstige agrarische Nutzung	kf 2
D. Infrastruktur	1. Infrastruktur	a. Bahn-, S-Bahn- und U-Bahnverbindungen b. Befestigte Wege c. Unbefestigte und halbbefestigte Wege d. Flughäfen	kf 200 kf 200 kf 200 kf 200
E. Sonstiges	1. Freizeitgestaltung	a. Wald b. Parks und Grünanlagen c. Sportgelände d. Freizeitgestaltung am Aufenthaltsort e. Objekte und Gelände für Tagesausflüge f. Schrebergärten	kf 0,5 kf 0,5 kf 0,5 kf 0,5 kf 0,5 kf 0,5
	2. Wasser	a. Wasseraufbewahrungsbecken b. Wasser zur Freizeitgestaltung c. Sonstige Gewässer über 6 Meter breit	kf 0 kf 0 kf 0
	3. Natur	a. Trockenes Naturgelände b. Feuchtes Naturgelände	kf 0 kf 0
	4. Müllgelände	a. Müllhalden b. Schrottplätze	kf 0 kf 0
	5. Sonstige Bodenflächen	a. Friedhöfe b. Baugrund für Betriebsgelände c. Baugrund zu sonstigen Zwecken d. Sonstige Bodenflächen	kf 0 kf 0 kf 0 kf 0

NB: 1 kf = 1000 niederländische Gulden