



Internationale Kommission zum Schutz des Rheins
Commission Internationale pour la Protection du Rhin
Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn

'Nachweisinstrumente für die Reduzierung von Schadensrisiken'

**Wirksamkeitsnachweis der Maßnahmen
zur Minderung der Schadensrisiken
infolge der Umsetzung des
IKSR-Aktionsplans Hochwasser bis 2005**

IKSR-Expertengruppe HIRI

Dr. Marc Braun, Internationale Kommission zum Schutz des Rheins

Hendrik Buiteveld, Rijkswaterstaat – RIZA, NL

Dr. Ortwin Gieseler, Regierungspräsidium Darmstadt, D

Patrick Junod, Service de la Navigation de Strasbourg, F

Stephanie Holterman, Rijkswaterstaat – DWW, NL

Corinna Hornemann, Umweltbundesamt, D

Gérard Landragin, Etat Major de la Sécurité Civile, Zone Est, Metz, F

Almut Nagel, Trier, D

Bart Parmet, (Vorsitzender) Directoraat Generaal Water, NL

Dr. Armin Petrascheck, Bundesamt für Umwelt, CH

Reinhard Vogt, Stadt Köln, D

Yvonne Wieczorrek, Stadt Köln, D

Inhaltsübersicht:

IKSR-Expertengruppe HIRI	2
Inhaltsübersicht	3
Abbildungsverzeichnis	4
Tabellenverzeichnis	4
Abkürzungen	4
0. Zusammenfassung	5
1. Einleitung	7
2. Methode	9
2.1 Beschreibung der Methode	9
2.1.1 <i>Erfassung der Schadenspotenziale und deren Änderungen</i>	10
2.1.2 <i>Erfassung der geänderten Eintretenswahrscheinlichkeiten und Berechnung der Schadensrisikoänderungen</i>	10
2.2 Bewertung der Methode	11
3. Maßnahmen	13
3.1 Arten und Wirksamkeit von Maßnahmen und Festsetzung der Reduzierungsfaktoren	13
3.2 Maßnahmenumsetzung und Festsetzung der Realisierungsparameter	14
3.3 Wasserstandsabsenkung	15
4. Ergebnisse	16
4.1 Änderungen im Schadenspotenzial	16
4.2 Änderungen in der Eintrittswahrscheinlichkeit	17
4.3 Änderungen in den Schadensrisiken	19
4.3.1 <i>Eingedeichte Rheinabschnitte</i>	19
4.3.2 <i>Uneingedeichte Rheinabschnitte</i>	20
5. Schlussfolgerungen	22
6. Ausblick	23

Anlagen:**Anlage 1: Einteilung des Rheins in Rheinstrecken****Anlage 2: Beschreibung der französischen Situation**

Abbildungsverzeichnis:

<i>Abbildung 1: Qualitative Ausgangssituation 1995 der Schadensrisiken längs des Rheins mit Wirkungsrichtungen der Maßnahmen der Hochwasservorsorge und des technischen Hochwasserschutzes</i>	8
<i>Abbildung 2: Bestimmung der Änderungen im Schadenspotenzial und im Schadensrisiko</i>	10

Tabellenverzeichnis:

<i>Tabelle 1: Die Festsetzung der Reduzierungsfaktoren pro Rheinanliegerstaat für eingedeichte und uneingedeichte Flächen</i>	14
<i>Tabelle 2: Schätzung des prozentualen (Gebiets-)Anteils, in dem schadensreduzierende Maßnahmen bis 2005 umgesetzt und wirksam sind = Realisierungsparameter</i>	14
<i>Tabelle 3: Ergebnisse der Schadenspotenziale pro Rheinabschnitt</i>	16
<i>Tabelle 4: mittlere Abflussabminderung durch Retentionsmaßnahmen am Rhein (HVAL)</i>	18
<i>Tabelle 5: Änderung der Jährlichkeit des Hochwasserabflussscheitels basierend auf der mittleren Wasserstandsabsenkung durch Retentionsmaßnahmen am Rhein (HVAL)</i>	18
<i>Tabelle 6: Änderung der Schadensrisiken (%)</i>	20
<i>Tabelle 7: Ergebnisse der Schadensrisikoberechnungen incl. Schadenspotenziale, Überschwemmungswahrscheinlichkeiten und Schadensrisiken pro Land.</i>	20

Abkürzungen:

HIRI:	IKSR- Arbeitsgruppe H ochwasser I nterarisierung der R isiken
HVAL:	IKSR- Arbeitsgruppe H ochwasser E valuierung Abflüsse
APH:	A ktions p lan H ochwasser der Internationalen Kommission zum Schutz des Rheins

0. Zusammenfassung

Im Aktionsplan Hochwasser der Internationalen Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR) wurde als ein Ziel¹ die Reduzierung der Schadensrisiken um 10% bis 2005 und um 25% bis 2020 vereinbart. Die IKSR-Arbeitsgruppe Hochwasser bildete eine Expertengruppe (HIRI) zur Überprüfung der Zielerreichung.

Der hier vorliegende Bericht beschreibt die dazu entwickelte Methode und deren Bestimmungsschritte, die bis 2005 erreichten Schadensrisikoreduzierungen und gibt Empfehlungen für die Zielerreichung 2020.

Begriffe:

Das **Schadensrisiko** ist das Produkt aus dem Schadenspotenzial und der Wahrscheinlichkeit, dass ein Schadensereignis eintritt.

Das **Schadenspotenzial** ist die Summe aller möglichen Hochwasserschäden an den Vermögenswerten in dem gesamten überschwemmungsgefährdeten und wird für das gesamte überschwemmungsgefährdete Gebiet ermittelt, unabhängig davon, ob die Schäden durch ein einzelnes oder mehrere unterschiedlich starke Ereignisse entstehen können. Das Schadenspotenzial unterscheidet sich somit vom Ereignisschaden, der für ein ausgewähltes mögliches Ereignis in einem begrenzten Gebiet ermittelt wird. Das Schadenspotenzial von Vermögenswerten wird in Geldwert angegeben.

Die **Wahrscheinlichkeit** (Kehrwert der Jährlichkeit) eines Schadensereignisses in hochwassergeschützten Bereichen wird bestimmt durch das Ausfallen oder das Versagen der Schutzwirkung von Hochwasserschutzmaßnahmen. Dies geschieht entweder, weil das Hochwasserereignis größer ist als das z.B. für den technischen Schutz zugrunde gelegte Bemessungshochwasser, oder die Schutzeinrichtungen aus anderen Gründen nicht standhalten.

Die Zielüberprüfung 'Schadensrisikoreduzierung' des Hochwasseraktionsplans der IKSR bezieht sich insbesondere auf **extreme Hochwasserereignisse**.

Die beiden Faktoren für den Nachweis der **Schadensrisikominderung** sind die Bestimmung der Schadenspotenzialänderung im Jahr 2005 sowie die Änderung der Überschwemmungswahrscheinlichkeiten für die verschiedenen Rheinstrecken seit dem Bezugsjahr 1995. Die Ausgangssituationen und die Ergebnisse werden pro Rheinanliegerstaat in eingedeichte und nicht eingedeichte Strecken unterschieden.

Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- **In uneingedeichten Gebieten** wird die Schadensrisikoreduzierung bereits durch die Schadenspotenzialreduzierung erreicht.
- Auf **eingedeichten Strecken** wird für **Abflüsse kleiner als der Bemessungsabfluss**² ebenfalls das Ziel für die Schadensrisikoreduzierung erreicht.
- Auf **eingedeichten Strecken** wird für **Abflüsse größer als der Bemessungsabfluss** die Zielsetzung 2005 nicht erreicht.

¹ Die anderen drei Hauptziele geben genaue Zielgrößen an für eine Minderung der Hochwasserstände, die Erhöhung des Hochwasserbewusstseins durch die Erstellung von Risikokarten für Überschwemmungsgebiete und hochwassergefährdeten Bereiche sowie die Verbesserung des Hochwassermeldesystems durch Verlängerung der Hochwasservorhersagezeiträume

² Der Bemessungsabfluss ist der der Deichhöhe zugrunde gelegte Abfluss

Maßnahmen zur Minderung der Schadensrisiken:

Im Folgenden werden Möglichkeiten und Wirkung der im Aktionsplan Hochwasser verlangten Maßnahmen kurz aufgezeigt.

Verringerung der Eintretenswahrscheinlichkeit von Überschwemmungen:

Durch Maßnahmen zur Deichertüchtigung wurde deren Standsicherheit erhöht. Durch Rückhaltemaßnahmen am Rhein und im weiteren Einzugsgebiet werden die Scheitelabflüsse verkleinert. Diese Maßnahmen haben für eingedeichte Strecken ihre Wirkung im Bereich der Bemessungsabflüsse, denn: Ist das Hochwasser deutlich kleiner als das Bemessungshochwasser, ist nicht von Schäden auszugehen. Ist es deutlich größer, wird die Überschwemmung nur verhindert, wenn die Abminderung so stark ist, dass der resultierende Abfluss kleiner als der Bemessungsabfluss wird.

Maßnahmen zur Verringerung des Schadenspotenzials:

Es werden 5 Maßnahmenkategorien unterschieden:

- Freihaltung: Durch gesetzliche Regelungen wird versucht, die Bautätigkeit in gefährdeten Gebieten aufzuhalten. Dies ist allerdings bislang nur in Gebieten mit geringem Schutzgrad (nicht eingedeichte Gebiete) durchsetzbar. Sie kann nur im seltenen Fall der Aussiedlung zu einer unmittelbaren Verminderung der Risiken führen, bleibt aber das wichtigste Mittel um ein Anwachsen des Schadenspotenzials zu verhindern, da es das Wirtschaftswachstum in weniger gefährdete Gebiete verlagert.
- Objektschutz: Es ist undenkbar, die ungefähr 10 Mio. Personen, die in den bei einem Extremereignis gefährdeten Gebieten leben, auszusiedeln oder vom Wirtschaftswachstum auszuschließen. Das Anwachsen der Werte kann daher nicht verhindert werden, jedoch kann die Verletzlichkeit, bzw. der Schadensgrad, herabgesetzt werden. Durch Maßnahmen am Objekt wird erreicht, dass trotz Eintretens der Überschwemmung der Schaden verhindert oder verringert wird. Nach der Freihaltung ist Objektschutz durch angepasste Bauweise die am nachhaltigsten wirkende Maßnahme.
- Sicherung von wassergefährdenden Stoffen: Das Austreten von wassergefährdenden Stoffen, insbesondere Heizöl, kann bedeutende Folgeschäden verursachen. Die Sicherung der Tanks gegen Aufschwimmen, Kippen oder andere Beschädigungen ist eine der wirtschaftlichsten und am leichtesten erreichbaren Maßnahmen zur Verminderung des Schadenspotenzials.
- Information/ Vorbereitung/ Warnung: Nur wer die Gefahr kennt, kann im Augenblick des Eintretens der Gefahr richtig handeln. Die Möglichkeiten des Bürgers, durch rechtzeitiges Entfernen von wertvollen Gegenständen (Möbel, Auto) den Schaden zu mindern, sind hoch. Information und Gefahrenbewusstsein sind gleichzeitig eine Voraussetzung für das Ergreifen von Maßnahmen wie Objektschutz und Sicherung von Öltanks.
- Notfallmaßnahmen/ Gefahrenabwehr/ Katastrophenschutz: Durch Notbarrieren und Rettungsmaßnahmen können Feuerwehren und Katastrophenschutzdienste den Schaden wirksam verringern.

Die drei ersten Maßnahmenkategorien wirken permanent und erfordern Investitionen lange vor dem Ereignis. Die beiden letzten Maßnahmenkategorien werden nur bei Bedarf ergriffen, erfordern aber eine wirksame Vorhersage.

Es war Aufgabe der Expertengruppe, diese Maßnahmenkategorien in Bezug auf ihre Wirksamkeit (Reduzierungsfaktoren) zu bewerten und auf der Grundlage der Angaben der Länder das Ausmaß der Verwirklichung (Realisierungsparameter) abzuschätzen.

1. Einleitung

Im Aktionsplan Hochwasser der IKSR wurde 1998 als eines der Hauptziele die Vermeidung von Personenschäden und Schäden an materiellen Gütern, bzw. die Verringerung des Risikos, dass solche Schäden eintreten, vereinbart. Bei der Reduzierung der Schadensrisiken sollte, im Vergleich zum Bezugsjahr 1995, eine Minderung um 10% bis zum Jahr 2005 und eine Minderung um 25% bis zum Jahr 2020 erreicht werden. Das Augenmerk liegt dabei auf der Betrachtung von möglichen extremen Hochwassersituationen. Um zu prüfen, wie weit diese Ziele auch quantitativ erreicht wurden, musste zuerst eine Methode entwickelt werden, wofür die IKSR-Arbeitsgruppe Hochwasser eine Expertengruppe (HIRI) einsetzte.

Der vorliegende Bericht beschreibt neben der entwickelten Methode und deren Bestimmungsschritte die bis 2005 erreichten Schadensrisikoreduzierungen und gibt Empfehlungen für die Zielerreichung 2020.

Die für 2005 und 2020 formulierten Ziele fordern eine prozentuale, d.h. relative Änderung des Schadensrisikos, ausgehend vom Bezugsjahr 1995. Diese prozentualen Reduzierungen sind, abhängig von der vorhandenen Ausgangssituation, unterschiedlich schwer zu erreichen. So ist beispielsweise eine maßgebliche prozentuale Änderung bei einem bereits hohen Gefahrenbewusstsein und vielen bereits ergriffenen Vorsorgemaßnahmen viel schwieriger umzusetzen, als bei einem niedrigeren Ausgangswert.

Die naturräumlichen und politischen Ausgangssituationen der unterschiedlichen Rheinabschnitte haben ebenfalls einen bedeutenden Einfluss auf die möglichen schadensreduzierenden Maßnahmen.

Abbildung 1 zeigt die Ausgangssituation für die verschiedenen Rheinanlieger. Die dargestellten Pfeile geben die Wirkungsrichtung der wichtigsten getroffenen Maßnahmen zur Minderung des Schadensrisikos an. Die Länge und Richtung der Pfeile entspricht dabei qualitativ den tatsächlichen Veränderungen.

Am **nicht deichgeschützten Hochrhein** können aus naturräumlichen Gründen unterhalb der großen Alpenrandseen keine wasserstandsabsenkenden Maßnahmen ergriffen werden, weshalb für diesen Abschnitt die Schadensrisiken nur über eine Schadenspotenzialverringering durch vorsorgende Hochwasserschutzmaßnahmen geändert werden können³.

Für die nahezu vollständig **deichgeschützten Niederlande** zeigt sich die gegensätzliche Ausgangssituation, da dort bei einem sehr hohen Schadenspotenzial bereits ein sehr hoher Schutzgrad durch Deiche vorhanden ist.

³ Die deutsche Seite des Hochrheinabschnitts ist zwar nicht eingedeicht, hat aber auf weiten Strecken durch zahlreiche Bauwerke für Wasserkraftgewinnung einen hohen Schutzgrad von ca. HQ 1000. Der geringe verbleibende, ungeschützte Anteil des deutschen Hochrheins ist daher hier vernachlässigbar. Die deutsche Hochrheinestrecke wird somit rechnerisch als deichgeschützt behandelt.

Verteilung der Schadensrisiken

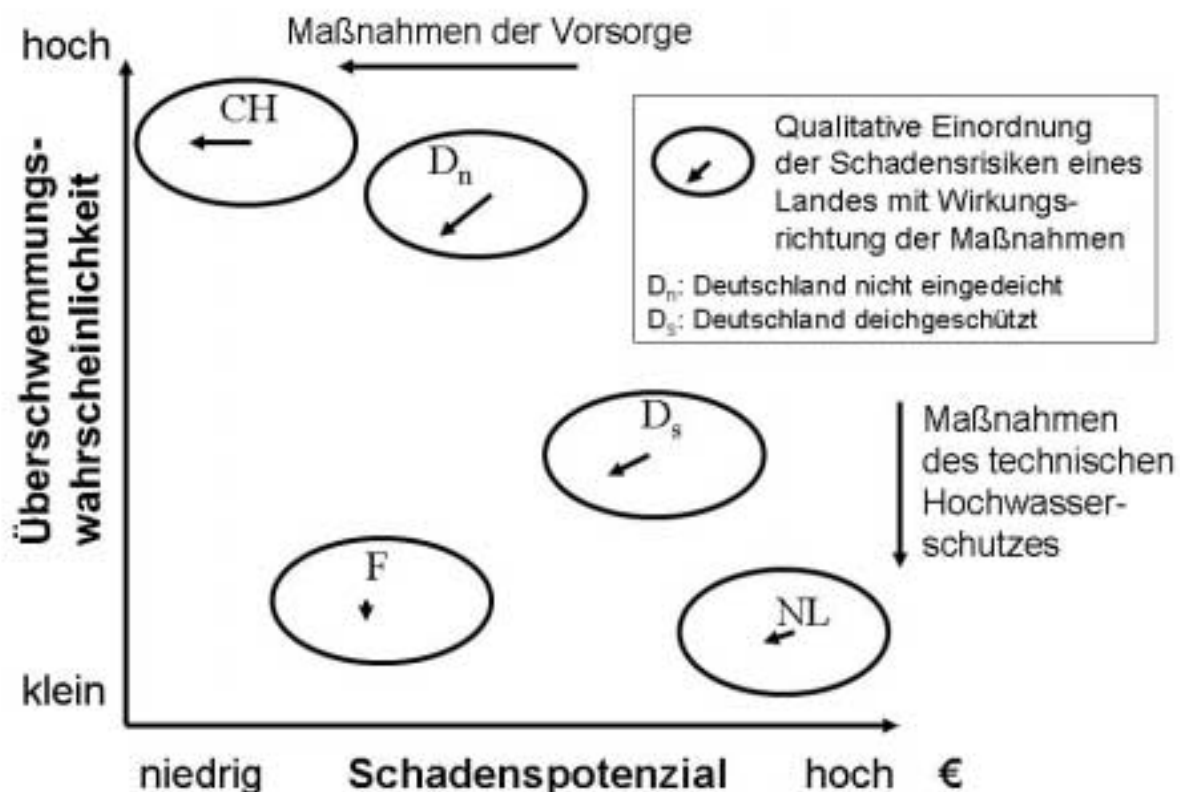


Abbildung 1: Qualitative Ausgangssituation 1995 der Schadensrisiken längs des Rheins mit Wirkungsrichtungen der Maßnahmen der Hochwasservorsorge und des technischen Hochwasserschutzes

Ist ein sehr hoher Schutzgrad vor Überflutung vorhanden – also eine geringe Wahrscheinlichkeit einer Überschwemmung gegeben – sind insbesondere hinter den Deichen Nutzungseinschränkungen und andere Schutzmaßnahmen zur **Reduzierung des Schadenspotenzials** gegenüber der Öffentlichkeit sowie gegenüber den politischen Entscheidungsträgern sehr schwer zu vermitteln und derzeit kaum durchsetzbar. Daher bestehen de facto, beispielsweise in den Niederlanden, kaum Chancen, das Schadenspotenzial in deichgeschützten Gebieten z.B. durch Freihaltung zu reduzieren. Zur Reduzierung des Schadensrisikos müssen deshalb bevorzugt Maßnahmen eingesetzt werden, mit denen Überschwemmungen vermieden oder gemindert werden. Dies schließt auch einen möglichst effizienten Katastrophenschutz ein.

Die größten Reduzierungen des Schadensrisikos sind in nicht durch Deiche geschützten Abschnitten des Ober- und Mittelrheins zu erwarten, da dort sowohl eine deutliche Minderung des Schadenspotenzials durch vorsorgende Hochwasserschutzmaßnahmen eintritt, als auch die Retentionsmaßnahmen am Oberrhein deutlich auf die Verringerung der Eintrittswahrscheinlichkeit wirken.

2. Methode

Dieses Kapitel stellt die Grundzüge der von der Expertengruppe HIRI erarbeiteten Methodik **'Nachweisinstrumente für die Reduzierung von Schadensrisiken'** dar. Die Vorgehensweise und die zugrunde liegenden Annahmen wurden so dokumentiert, dass nachfolgende Berechnungen und Zielüberprüfungen darauf aufbauen können.

Für den Nachweis der **Schadensrisikominderung** sind die beiden Faktoren 'Bestimmung der **Schadenspotenzialänderung zwischen 1995 und 2005**', sowie die **'Änderung der Überschwemmungswahrscheinlichkeiten'** für die verschiedenen Rheinstrecken seit dem Bezugsjahr 1995 relevant.

2.1 Beschreibung der Methode

Die vorliegende Erfassungsmethode der Schadensrisiken basiert auf einer ökonomischen Bewertung von Sachschäden. Intangible Schäden, wie beispielsweise Schäden an Leib und Leben, Umweltschäden sowie Schäden an Kulturgütern, können erst dann in die Methodik integriert werden, wenn intersubjektive, reproduzierbare Maßstäbe und Indikatoren für deren Bewertung gefunden sind. Materielle Schäden hingegen können in monetärer Hinsicht leichter abgeschätzt werden und gehen daher in die vorliegende, quantitative Beurteilung der Schadensrisikoreduzierung im Rahmen der Evaluierung des Aktionsprogramms Hochwasser Rhein (APH) ein.

Die Berechnungen basieren auf der grundlegenden **Annahme, dass sich ohne schadensreduzierende Maßnahmen die Schadenspotenziale auf den betrachteten, überschwemmungsgefährdeten Flächen analog dem durchschnittlichen jährlichen Wirtschaftswachstum entwickelt hätten**. Durch die im betrachteten Zeitraum realisierten Maßnahmen resultiert jedoch ein im Vergleich dazu geringeres Schadenspotenzial. Die Differenz zwischen dem Schadenspotenzial, das sich 2005 ohne Maßnahmen ergeben hätte und dem Schadenspotenzial unter Berücksichtigung der Maßnahmen, entspricht der für die weiteren Betrachtungen maßgebenden **Schadenspotenzialänderung**.

Die Überlegung hinter dieser Annahme ist, dass bestehende Siedlungsgebiete nicht vom generellen Wirtschaftswachstum ausgeschlossen werden können, so dass dort die Werte weiterhin zunehmen. Durch Maßnahmen der Hochwasservorsorge soll jedoch die Verletzlichkeit herabgesetzt werden, so dass trotz steigender Werte daraus eine Verminderung der Schadenspotenziale oder zumindest ein deutlich langsames Wachstum resultiert.

Im Jahr 2001 ist der IKSR - Rheinatlas⁴ veröffentlicht worden. Die im Rheinatlas enthaltenen Angaben zu Schadenspotenzialen, Überschwemmungstiefen und entsprechenden Flächenangaben entlang des Rheins für das Bezugsjahr 1995 liefern die Ausgangsdaten für die hier durchgeführten Berechnungen.

Die ein Jahr später veröffentlichte IKSR-Wirksamkeitsstudie⁵ beschreibt die maßgeblich schadensreduzierenden **Maßnahmenkategorien**: 'Flächenfreihaltung', 'Objektschutz', 'Wassergefährdende Stoffe', 'Information/ Vorbereitung/ Warnung' sowie 'Notfallmaßnahmen/ Gefahrenabwehr/ Katastrophenschutz', welche zur vorliegenden Erfassung der Schadenspotenzialänderungen genutzt werden.

⁴ 'Atlas der Überschwemmungsgefährdung und möglichen Schäden bei Extremhochwasser am Rhein', IKSR 2001

⁵ 'Hochwasservorsorge - Maßnahmen und ihre Wirksamkeit', IKSR 2002

Ergänzend wird bei der Bewertung der erzielten Reduzierungen der Schadenspotenziale auf verschiedene Expertenaussagen und die Erfahrung aus vergangenen Hochwasserereignissen zurückgegriffen.

In die Berechnungen der geänderten Überschwemmungswahrscheinlichkeiten gehen alle am Rhein seit 1995 realisierten Rückhaltmaßnahmen⁶ ein.

Das Vorgehen zur Bestimmung der Schadensrisikoänderung wird in **Abbildung 2** schematisch dargestellt. Dabei wird das Schadenspotenzial 2005 – ohne eingesetzte, schadensreduzierende Maßnahmen – direkt aus dem Schadenspotenzial für das Jahr 1995 über das allgemeine Wirtschaftswachstum (% p.a.) abgeleitet.

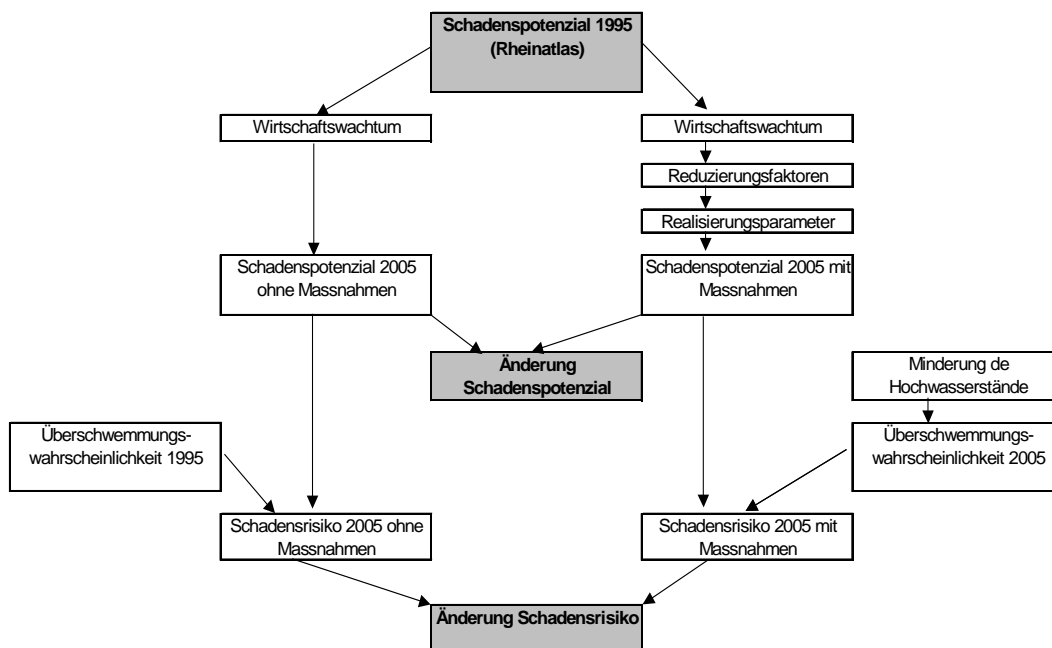


Abbildung 2: Bestimmung der Änderungen im Schadenspotenzial und im Schadensrisiko

2.1.1 Erfassung der Schadenspotenziale und deren Änderungen

Für das **Schadenspotenzial** 2005 mit schadensreduzierenden Maßnahmen wurde davon ausgegangen, dass die Schadensentwicklung infolge des Wertzuwachses durch schadensreduzierende Maßnahmen abgemindert werden kann.

Im ersten Methodenschritt beschreiben daher **Reduzierungsfaktoren** je Maßnahmenkategorie, welcher mögliche, maximale Effekt in Hinblick auf die Schadensreduzierung bei einer vollständigen Umsetzung der Maßnahmen, erzielt würde (siehe **Tabelle 1**).

Bei der Bestandsaufnahme werden in einem zweiten Schritt die **Realisierungsparameter** für jede Maßnahmenkategorie bestimmt, d.h. in welchem Umfang bzw. auf welchem Gebietsanteil die entsprechende Maßnahmenkategorie bis 2005 umgesetzt wurde (siehe **Tabelle 2**).

Aufgrund der unterschiedlichen naturräumlichen und politischen Rahmenbedingungen und damit der Wirksamkeit der Maßnahmenkategorien, wurden die genannten Faktoren und Parameter für jeden Rheinanliegerstaat differenziert festgesetzt.

Durch die Verknüpfung des Schadenspotenzials 2005 mit den Reduzierungsfaktoren und Realisierungsparametern ergibt sich eine Abschätzung des abgeminderten

⁶ Diese Maßnahmen schließen neben den eigentlichen Retentionsmaßnahmen auch Deichverstärkungen ein, die ebenfalls die Eintretenswahrscheinlichkeit von Überschwemmungen verringern

Schadenspotenzials für 2005 als Folge der durchgeführten schadensreduzierenden Maßnahmenkategorien. Aus dem Vergleich mit der Situation 2005 (ohne Maßnahmen) wird die relative Änderung des Schadenspotenzials abgeleitet.

2.1.2 Erfassung der geänderten Eintretenswahrscheinlichkeiten und Berechnung der Schadensrisikoänderungen

In der abschließenden Ermittlung der **Schadensrisiken** werden die berechneten Änderungen der Eintretenswahrscheinlichkeit von Überschwemmungen – als Effekt aller bislang realisierten technischen Rückhaltemaßnahmen am Rhein – mit der Schadenspotenzialänderung seit 1995 (mit und ohne Maßnahmen) verknüpft.

Die IKSR-Arbeitsgruppe HVAL⁷ hat anhand von Rheinpegeln zwischen Maxau und Lobith für verschiedene Rheinstrecken die geänderten Wasserstände und die abgeleiteten Überschwemmungswahrscheinlichkeiten berechnet, (siehe Übersichtskarte in **Anlage 1**) die sich aus den realisierten Maßnahmen und vorhandenen Schutzniveaus, sowie dem Aufnahmevermögen des Rheins ergeben. Wo notwendig, wurde entsprechend zwischen den beiden Rheinufern und deren unterschiedlichen Schutzniveaus am linken und rechten Ufer unterschieden.

2.2 Bewertung der Methode

Mit der vorliegenden Methode steht der IKSR zukünftig ein Instrument zur Verfügung, das eine **Abschätzung der Schadensrisikoentwicklung** für das gesamte Flussgebiet des Rheins erlaubt und somit eine Überprüfung der im APH festgelegten Ziele ermöglicht.

Die Methode wird pragmatisch eingesetzt und stützt sich in weiten und wichtigen Teilen auf die Erfahrungen und **Einschätzungen von Experten**, die wiederum auf den Erfahrungen aus vergangenen Hochwasserereignissen basieren. Diese Erfahrungen sind, vor allem was extreme Hochwasserereignisse betrifft, (glücklicherweise) begrenzt. Eine umfassende empirische Untermauerung der oben genannten Faktoren ist nicht möglich, die Ergebnisse sind daher nicht als vollständig gesichert zu betrachten.

Die Berechnung der geänderten Überschwemmungswahrscheinlichkeiten erfolgte für verschiedene typische Hochwasser.

Die Fokussierung auf typische Hochwasser basiert auf der Überlegung, dass je nach Genese und Größe des Ereignisses eine unterschiedliche Veränderung der Abflussganglinie und somit der Eintretenswahrscheinlichkeit erfolgt. Dabei werden für eingedeichte Strecken nur Abflüsse in der Größenordnung des Bemessungshochwassers als relevant betrachtet, da für kleinere Abflüsse nicht von Schäden ausgegangen wird und bei deutlich größeren Ereignissen stets mit Deichbrüchen zu rechnen ist.

Das Schadenspotenzial in deichgeschützten Gebieten wurde für den schlimmsten Fall („worst case“) mit einer Betroffenheit der gesamten Fläche oder aller gefährdeten Werte berechnet. Im spezifischen Ereignisfall ist dies jedoch kaum anzunehmen.

Die methodische Problematik liegt somit darin, dass die beiden Faktoren 'Schadenspotenzial' und 'Überschwemmungswahrscheinlichkeit' für bestimmte Ereignisse ermittelt wurden. Das bedeutet jedoch nicht, dass die ermittelten Werte auch für das Kollektiv aller Ereignisse belastbare und gültige Aussagen machen.

Die vorliegende Methodik beschränkt sich bei der Erfassung der Schadensrisikoreduzierung auf Maßnahmeneffekte. Sie liefert **keine Aussagen über Kosten-Nutzen Verhältnisse**

⁷ 'Nachweis der Wirksamkeit von Maßnahmen zur Minderung der Hochwasserstände im Rhein infolge Umsetzung des Aktionsplans Hochwasser bis 2005', IKSR

der Maßnahmenkategorien und stellt keine vollständige Methode zur Bestimmung des mittleren Schadensrisikoerwartungswerts dar, sondern liefert die Abschätzung der Risikoreduzierung eines Extremereignisses.

Bei der Beurteilung der Maßnahmenkategorien und deren Effizienz wird daher empfohlen Kosten und Nutzen einer Schadensvermeidung (auch der intangiblen Effekte) mitzubetrachten.

Um mögliche problematische oder inkonsistente Bereiche innerhalb der Ergebnisse und der Methode aufzuzeigen, wurden die Schadenspotenzialberechnungen auf ihre Sensitivität hin überprüft. Diese **Sensitivitätsanalyse** wurde während der Methodenentwicklung auf der Basis der ersten 'bestmöglichen Annahmen' bei der Schätzung der Maßnahmenumsetzungen erstellt.

Die Berechnungen der maximalen Effekte zeigen, dass die Ausgangssituation eine bedeutende Rolle spielt. Da z.B. in den Niederlanden anfänglich weniger schadenspotenzialreduzierende Maßnahmen realisiert waren als in der Schweiz, zeigt sich in den Sensitivitätsberechnungen, dass bei Umsetzung aller Maßnahmen der mögliche Effekt für die Niederlande größer ist.

Die Sensitivitätsanalyse zeigt ferner, dass bei einer maximalen Realisierung keine maßgeblichen Unterschiede in der Effektivität zwischen den Maßnahmen auftreten. Lediglich die Maßnahmenkategorie '**Freihaltung**' nimmt eine **Sonderrolle** ein, da der Effekt dieser Maßnahmenkategorie nicht nur vom Realisierungsgrad abhängt, sondern auch in hohem Maß von der Dauer des betrachteten Zeitraums beeinflusst wird. Bei der Freihaltung ergibt sich mit steigendem Betrachtungszeitraum ein wichtiger "Zinseszineffekt" in der Effektivität, der relevante Ausmaße annimmt. Langfristig gesehen (> 15 Jahre) zeigt die 'Freihaltung' einen vergleichbaren Maximizeffekt wie die anderen Maßnahmengruppen, zudem ohne die dortigen Folgekosten wie Wartungs- oder Unterhaltungskosten. Die Freihaltung stellt die einzige Maßnahmenkategorie dar, die, im Gegensatz zu den anderen, vornehmlich schadensabwendenden Maßnahmengruppen, direkt auf die Werte wirkt, sodass keine neuen Schadenspotenziale entstehen können. Sie wirkt jedoch nicht reduzierend auf ein bestehendes Schadenspotenzial, da auf einer freien Fläche im Ist-Zustand kein Schaden entsteht, er also auch nicht vermindert werden kann. Das Beispiel Freihaltung zeigt auf, dass die **Beurteilung der Wirksamkeit von Maßnahmen** nicht durch den Vergleich mit einem historischen Zustand, sondern dynamisch als Entwicklung mit und ohne Maßnahmen erfolgen muss.

Im Hinblick auf eine zukünftige weitere Nutzung der Methode sollte eine **Weiterentwicklung** angestrebt werden, um detailliertere Betrachtungen im Rahmen des Hochwasseraktionsplans Rhein gewährleisten zu können. Es wird empfohlen, die Erfassung von Personen- und intangiblen Schäden sowie die Bestimmung der Schadensrisikowerte in die Methode zu integrieren.

Vonseiten der **internationalen Flusskommissionen** zum Schutz der Mosel und der Saar (IKSMS) sowie der Maasschutzkommission (IMK) wurde bereits Interesse zur Anpassung der Methodik auf deren Flussgebiete geäußert.

Zusätzliche Bedeutung kann die Methode durch die Anfang 2006 vorgeschlagene **EU-Hochwasserrichtlinie**⁸ erlangen, da diese Vorschläge enthält, der Betrachtung von Schadenspotenzialen und Schadensrisiken eine angemessene Bedeutung beizumessen.

⁸ Vorschlag einer Richtlinie des Europäischen Parlamentes und des Rates über die Bewertung und Bekämpfung von Hochwasser. COM(2006)15 final vom 18.1.2006. Zum Zeitpunkt der Berichtsveröffentlichung (August 2006) befindet sich der Vorschlag in Abstimmung im Europäischen Parlament

3. Maßnahmen

Während die Maßnahmen des technischen Hochwasserschutzes eine Verringerung der Überschwemmungswahrscheinlichkeit bewirken, kann mit Maßnahmen der Hochwasservorsorge eine Reduzierung des Schadenspotenzials erreicht werden. In der IKSR-Wirksamkeitsstudie wurden fünf **Maßnahmenkategorien** identifiziert, die aufgrund ihrer maßgeblichen Bedeutung für die Schadensreduzierung für die vorliegende Methode übernommen wurden. Zur Abschätzung der realisierten **Schadensreduzierung** wurden mithilfe von Experteneinschätzungen Reduzierungsfaktoren und Realisationsparameter festgesetzt.

Die IKSR-Arbeitsgruppe HVAL hat auf der Grundlage aller realisierten Maßnahmen des technischen Hochwasserschutzes am Rhein die **Wasserstandsabsenkungen** berechnet und daraus die Änderung der Überschwemmungswahrscheinlichkeiten abgeleitet.

3.1 Arten und Wirksamkeit von Maßnahmen und Festsetzung der Reduzierungsfaktoren

Die Reduzierung der Schadenspotenziale wurde anhand folgender Maßnahmenkategorien bestimmt:

1. Freihaltung

Die Freihaltung stellt als raumordnerisches Instrument die einzige Maßnahmenkategorie dar, die im Gegensatz zu den anderen vornehmlich schadensreduzierenden Maßnahmengruppen auf das Schadenspotenzial direkt einwirkt, sodass der Schadensfall nicht (mehr) eintreten kann. Sie führt nur im eher seltenen Fall der Aussiedlung zu einer direkten Reduktion der Schäden, verhindert aber die Entstehung neuer Schadensfälle.

2. Objektschutz

Diese Kategorie bezieht sich auf vorbeugende Arbeiten an Immobilien oder Infrastrukturen, die **in Vorbereitung auf** Hochwasserereignisse getätigt werden können. Sie wirkt auf die Verletzlichkeit und reduziert den Schadensgrad, aber nicht die Werte. Sie ist bei standortgebunden Objekten die wichtigste Schutzmassnahme. Die Effektivität dieser Maßnahme nimmt mit der Überflutungstiefe ab.

3. Wassergefährdende Stoffe

Zur Abschätzung dieser Kategorie wird für die vorliegende Methodik die Sicherung von Öltanks herangezogen, da durch den Austritt von Heizöl erfahrungsgemäß hohe Schäden auftreten. Eine Sicherung ist relativ einfach und kostengünstig möglich.

4. Information/Vorbereitung/Warnung

Bei der Realisierung der Maßnahmenkategorie 'Information' handelt es sich um **akute Handlungsmöglichkeiten** durch die Bürger selbst, um auftretende Schäden an mobilen Gütern und Vermögenswerten (Möbel, Autos etc.) zu mindern. Durch Vorwarnung können diese mobilen Güter noch kurzfristig aus der Gefahrenzone bewegt werden.

5. Notfallmaßnahmen/Gefahrenabwehr/Katastrophenschutz/Notentlastung

Die Kategorie 'Notfallmaßnahmen' deckt die ereignisbezogenen Handlungsmöglichkeiten des behördlichen Zivil- und Katastrophenschutzes ab, privates Handeln wird unter der Kategorie 'Information' betrachtet.

Die Reihenfolge dieser fünf Maßnahmenkategorien ist nicht willkürlich gewählt, sondern folgt der Logik, dass durch eine weitgehende Umsetzung der erstgenannten Maßnahmenkategorie(n) eine geringere Notwendigkeit besteht, die folgende(n) Maßnahmen in diesem Gebiet umzusetzen.

Für verschiedene Maßnahmenkategorien wurde zudem eine Unterscheidung getroffen zwischen Flächennutzungen durch (Wohn- bzw. Misch-) Bebauung und Industrie. Dies beruht auf der Annahme, dass Schutzmaßnahmen für Industrieanlagen durch das höhere Schadenspotenzial und der i.d.R. höheren Investitionskraft der Betriebe schneller verwirklicht werden, als dies der einzelne Bürger für seine Vermögenswerte leisten kann.

Im ersten Methodenschritt beschreiben **Reduzierungsfaktoren** je Maßnahmenkategorie, welcher **maximal mögliche Effekt** in Hinblick auf die Schadensreduzierung bei einer **vollständigen Umsetzung der Maßnahmenkategorie** erzielt werden könnte (siehe dazu *Tabelle 1*).

Die Festsetzung der Reduzierungsfaktoren wurde für die drei im Rheinatlas verwendeten Tiefenstufen vorgenommen, da der Effekt bestimmter Maßnahmen und daher die Schadensminderung stark von der auftretenden Überschwemmungstiefe abhängen.

- Überschwemmungstiefe < 0,5 m
- Überschwemmungstiefe zwischen 0,5 und 2 m
- Überschwemmungstiefe > 2 m

Reduzierungsfaktoren (%)									
Maßnahmenkategorien <small>nach IKSR-Wirksamkeitsstudie, Hochwasservorsorge - Maßnahmen und ihre Wirksamkeit, 2002</small>	Überschwemmungstiefe	Eingedeicht				Uneingedeicht			
		CH	D	F	NL	CH	D	F	NL
Flächenfreihaltung		---	75	-	-	75	75	---	---
Objektschutz; Siedlung und Industrie (immobil = mobil)	<0,5	---	90	-	-	90	90	---	---
	0,5-2 m	---	50	-	-	50	50	---	---
	>2 m	---	10	-	0	0	10	---	---
Wassergefährdende Stoffe; Siedlung	<0,5	---	90/0*	-	-	90	90/0*	---	---
	0,5-2 m	---	90/0	-	-	90	90	---	---
	>2 m	---	50/0	-	0	0	50	---	---
Information, Vorbereitung, Warnung; Siedlung, mobile Werte	<0,5	---	30	-	50	50	70	---	---
	0,5-2 m	---	30	-	35	50	50	---	---
	>2 m	---	30	-	0	0	10	---	---
Notfallmaßnahmen, Gefahrenabwehr, Katastrophenschutz, Notentlastung; Siedlung und Industrie, mobil und immobil	<0,5	---	30	60	50	50	70	---	---
	0,5-2 m	---	30	40	35	50	30	---	---
	>2 m	---	30	0	0	0	10	---	---

*immobil/mobil #eingedeicht/staugeregelt --- nicht zutreffend

Tabelle 1: Die Festsetzung der Reduzierungsfaktoren pro Rheinanliegerstaat für eingedeichte und uneingedeichte Flächen

Bemerkungen: Eine detaillierte Beschreibung der französischen Situation ist in Anlage 2 beigefügt.

3.2 Maßnahmenumsetzung und Festsetzung der Realisierungsparameter

Die Bestandsaufnahme der getroffenen Maßnahmen stellt den zweiten methodischen Schritt dar. Dabei wurden die **Realisierungsparameter** für jede Maßnahmenkategorie durch Expertenaussagen abgeschätzt, d.h. in welchem Umfang bzw. auf welchem Gebietsanteil die entsprechende Maßnahmenkategorie bis 2005 umgesetzt wurde (siehe **Tabelle 2**).

Maßnahmenumsetzung (Realisierungsparameter)								
Maßnahmenkategorie	Eingedeicht				Uneingedeicht			
	CH (%)	D (%)	F (%)	NL (%)	CH (%)	D (%)	F (%)	NL (%)
Flächenfreihaltung	---	-3	15/10 [#]	0	5	95	---	---
Objektschutz; <u>Siedlung</u>	---	3	10	0	5	10	---	---
Objektschutz; <u>Industrie</u>	---	6	10	0	8	20	---	---
Wassergefährdende Stoffe; <u>Siedlung</u>	---	2	10	0	3	10	---	---
Information / Vorbereitung / Warnung; <u>Siedlung</u>	---	15	10	15	25	50	---	---
Notfallmaßnahmen/ Gefahrenabwehr/ Katastrophenschutz/ Notentlastung; <u>Siedlung</u>	---	10	10	5	25	20	---	---
Notfallmaßnahmen/ Gefahrenabwehr/ Katastrophenschutz / Notentlastung; <u>Industrie</u>	---	20	10	5	35	40	---	---

[#] eingedeicht/staugeregelt

--- nicht zutreffend

Tabelle 2: Schätzung des prozentualen (Gebiets-)Anteils, in dem schadensreduzierende Maßnahmen bis 2005 umgesetzt und wirksam sind = Realisierungsparameter

Bemerkungen: In den nahezu vollständig deichgeschützten Niederlanden gibt es keine maßgebliche Realisierung der Maßnahmen 'Freihaltung', 'Objektschutz' und 'Wassergefährdende Stoffe' (= die Sicherung von Öltanks entfällt, da vorwiegend Gasheizungen vorhanden sind) hinter Deichen.

Die Daten der Periode 1995-2005 zeigen, dass sich deutliche **zeitliche Unterschiede in der Umsetzung der Maßnahmenkategorien** darstellen.

Zum einen ist der Umsetzungsanteil in nicht eingedeichten Gebieten markant höher, was sich aus dem größeren Problembewusstsein auf diesen Flächen erklärt. Zum anderen ist die Umsetzung bei der **'Information'** (z.B. bezogen auf Gefahrenkarten) erwartungsgemäß hoch, ist doch die Kenntnis der Gefahr eine Voraussetzung für weitergehende Maßnahmen.

Relativ rasch sind **Notfallmaßnahmen** realisierbar. Diese wurden auch für Gebiete hinter Deichen ausgeführt, da sie meist von der öffentlichen Hand getragen werden und keine Einschränkung der privaten Nutzung bedingen. Nach den Erfahrungen der großen Hochwasser an Oder, Elbe und Donau ist es auch für die Politik relevant aufzuzeigen, dass man die Gefahr erkannt hat und etwas unternommen wird.

Die Unterschiede bei den Notfallmaßnahmen zwischen Siedlung und Industrie zeigen, dass, falls erkannt wurde, dass Hochwassergefahr die Existenz des Betriebes bedroht, auch kurzfristig gehandelt werden kann.

Einer besonderen Diskussion bedürfen die großen nationalen Unterschiede in der Umsetzung der '**Freihaltung**'. In den Niederlanden sind die nicht deichgeschützten Gebiete sehr klein und Baubeschränkungen für die Flächen innerhalb der Deiche bestehen seit langem. In Deutschland ist seit 2005 eine entsprechende Bundesvorschrift⁹ rechtgültig. In der Schweiz muss die Freihaltung in der kommunalen Bauordnung realisiert werden, was lange Verfahren und große Überzeugungsarbeit voraussetzt.

Der private **Objektschutz** wird meist nur nach Schadensereignissen, bei Neu- und größeren Umbauten ausgeführt. Dementsprechend können die Realisierungsparameter nur langsam mit der Zeit ansteigen. Ein ähnliches Verhalten ist bei der Sanierung von Tankanlagen (**Wassergefährdende Stoffe**) festzustellen. Weil diese Schutzmaßnahme jedoch vergleichsweise kostengünstig ist, ist in Zukunft mit einer rascheren Realisierung als beim Objektschutz zu rechnen.

Auf die besondere Situation in Frankreich ist hinzuweisen, da auf allen überschwemmungsgefährdeten Flächen – auch hinter den Deichen – eine restriktive Politik der Flächenvorsorge betrieben wird, die jegliche Neuansiedlung und die Erweiterung wirtschaftlicher Aktivitäten ausschließt. Die französischen Schadenspotenziale werden daher in den nächsten Jahren durch Werteverfall allmählich abnehmen. Da aufgrund der geographischen und hydraulischen Ausgangssituation vom Rhein verursachte Hochwässer keinerlei Überschwemmungsgefährdung für deichgeschützte elsässische Flächen bedeuten, wurden keine weiteren Maßnahmen in dieser Hinsicht ergriffen.

3.3 Wasserstandsabsenkung

Der dritte methodische Schritt umfasst die Bestimmung der **Änderung der Überschwemmungswahrscheinlichkeit**. Die IKSR-Expertengruppe HVAL berechnete die wasserstandssenkenden Effekte aller Rückhaltemaßnahmen am Rhein für verschiedene repräsentative Hochwasser und die entsprechende Änderung der Eintrittswahrscheinlichkeiten. Hierbei wurden Modellhochwasser auf Grundlage der historischen Ereignisse 1978, 1983, 1988, 1995 und 1999 verwendet. Diese Modellhochwasser bilden unterschiedliche typische Hochwassergenese im Rheineinzugsgebiet ab. Weitere Modellhochwasser wurden dem Ziel der Untersuchung (HQ_{Extrem}) entsprechend generiert und anschließend der Einsatz der Hochwasserschutzmaßnahmen simuliert¹⁰.

Die Auswahl der typischen Hochwasser basiert auf der Überlegung, dass Hochwasser unterschiedlicher Genese unterschiedlich beeinflusst werden und Ereignisse unterhalb des Einsatzpunkts der Flutungspolder durch diese unverändert bleiben. Ferner gilt, dass extreme, über der Polderbemessungshöhe abfließende Hochwasser ebenfalls keine (wesentliche) Veränderung der Überschwemmungswahrscheinlichkeit erfahren und Deiche überströmt werden. Für diese Ereignisse ist in jedem Fall die Wahrscheinlichkeit kleiner als die Wahrscheinlichkeit des Bemessungsabflusses. Die Reduzierung von Hochwasserereignissen, die unterhalb der Schutzhöhe der Deiche ablaufen, hat hingegen eine deutlich geringere Bedeutung für das rechnerische Risiko; hier wird das Risiko zutreffender durch das Schadenspotenzial im Ereignisfall eines Deichbruchs beschrieben.

⁹ Gesetz zur Verbesserung des vorbeugenden Hochwasserschutzes, das so genannte 'Artikelgesetz'

¹⁰ IKSR Expertengruppe Hval, 2006: "Nachweis der Wirksamkeit von Maßnahmen zur Minderung der Hochwasserstände im Rhein infolge Umsetzung des Aktionsplans Hochwasser bis 2005"

4. Ergebnisse

Die Ergebnisse der Berechnungen für den Betrachtungszeitraum 1995 bis 2005 werden hier vorgestellt und erläutert, die Übersicht der Ergebnisse ist in *Tabellen 6* und *7* dargestellt.

4.1 Änderungen im Schadenspotenzial

Die berechneten Ergebnisse zeigen eine klare Zweigliederung der **Schadenspotenzialänderungen** entlang des Rheins: auf nicht eingedeichten Rheinstrecken ergeben sich deutlich höhere Reduzierungen der Schadenspotenziale als für die eingedeichten Bereiche. Die bessere Umsetzung in nicht eingedeichten Gebieten der hier betrachteten Maßnahmenkategorien basiert auf dem dort stärker ausgeprägten Hochwasserbewusstsein. Auch sind die sehr unterschiedlichen relativen Schadenshöhen der Rheinabschnitte bemerkenswert.

Schadenspotenzial								
Rheinabschnitt	km Lauflänge (km)	Durchschnitt- liches SP ('95) /km in Mio €/km	1995 Mio €	2005 ohne Maß- nahmen Mio €	Zuwachs '95 -'05 in % o.M.	2005 mit Maß- nahmen Mio €	Zuwachs '95 -'05 in % m.M.	Δ Schadens- potenzial [%]
Schweiz (uneingedeicht)	170	0,1	16,5	20,2	22	15,6	-5	-23
Frankreich (deichgeschützt)	200	3,4	678	827	22	827	22	0
Deutschland (deichgeschützt)	900	34	30767	35531	15	33215	8	-7
Deutschland (uneingedeicht)	160	10	1679	1939	15	1452	-14	-25
Niederlande (deichgeschützt mit Deichertüchtigung)	500	256	127899	171886	34	168317	32	-2

Tabelle 3: Ergebnisse der Schadenspotenziale pro Rheinabschnitt

In nicht eingedeichten Gebieten

- liegt die Reduzierung der Schadenspotenziale zwischen 20 - 25 %
- **zeigen alle durchgeführten Maßnahmenkategorien eine effektive Wirkung** auf das Schadenspotenzial.

In eingedeichten Gebieten

- liegt die Reduzierung des Schadenspotenzials zwischen 0 - 5 % (Niederlande und Frankreich) und zwischen 5-10 % an den deutschen Oberrhein- und Niederrheinstrecken.
- **zeigen nicht alle Maßnahmen eine Wirkung:** So sind Objektschutzmassnahmen bei großen Überflutungstiefen weitgehend wirkungslos und es erfolgen nur wenige Maßnahmen der Flächenfreihaltung.

4.2 Änderungen in der Überschwemmungswahrscheinlichkeit

Bei den von der IKSR-Arbeitsgruppe HVAL untersuchten Modellhochwassern haben sich **maximale Abminderungen der Hochwasserscheitel** bei einem 200-jährlichen Hochwasser, auf das die Deiche bemessen sind, um bis zu 31 cm im Bereich des Pegels Maxau ergeben. Am Pegel Worms werden für diese Variante Scheitelreduzierungen von bis zu 17 cm berechnet, weiter stromabwärts an der deutsch-niederländischen Grenze, Pegel Lobith, wird der Hochwasserscheitel noch bis zu 7 cm abgesenkt. Bei einem 1000-jährlichen Abfluss ergibt sich für den Pegel Lobith lediglich eine Abminderung von 3 cm.

Die hier ermittelten Wasserstandsänderungen erfassen Absenkungen für einige spezifische Hochwasser eines bestimmten Genesetyps. Auf der Grundlage der geringen Dichte an vorliegenden Originaldaten sowie mit den möglichen statistischen Fehlern bei der Extrapolation in die Extrembereiche, sind die vorliegenden Ergebnisse als **Schätzungen** zu verstehen und geben eine Größenordnung der Wasserstandsabsenkungen und der damit ermittelten Änderungen der Überschwemmungswahrscheinlichkeiten an. Deshalb wurden für die folgenden Schadensrisikoberechnungen die mittleren Wasserstandsminderungen herangezogen und für diese die erzielten Änderungen der Jährlichkeiten der Hochwasserscheitelabflüsse ermittelt

Im Vergleich mit dem Zustand 1995 gibt es jetzt (2005) durch die Rückhaltemaßnahmen bei einem gleichen meteorologischen Ereignis einen niedrigen Hochwasserscheitel oder Scheitelabfluss. Für die betrachteten Ereignisse mit Jährlichkeiten von 100 und 200 Jahren sowie extreme Ereignisse sind die mittlere Abflussminderungen in Tabelle 4 gelistet. Durch diese Minderung ändern sich auch die Jährlichkeiten. Ein Ereignis was früher eine Jährlichkeit gehabt hat von z.B. 100 Jahr ändert sich in eine Jährlichkeit von 130 Jahr. Diese Erhöhung der Jährlichkeit (Verringerung der Wahrscheinlichkeit) ist für die betrachteten Ereignisse in Tabelle 5 aufgeführt.

Jährlichkeit	100	200	extrem
	Mittlere Abflussminderung [m ³ /s]		
Maxau	190	160	-
Worms	170	140	-
Kaub	170	95	-
Köln	106	123	94
Lobith	105	98	90

Tabelle 4: mittlere Abflussabminderung durch Retentionsmaßnahmen am Rhein (HVAL)

Jährlichkeit	100	200	extrem
	Änderung der Jährlichkeit [Jahr]		
Maxau	30	60	-
Worms	20	50	-
Kaub	11	9	-
Köln	7	13	22
Lobith	5	11	87

Tabelle 5: Änderung der Jährlichkeit des Hochwasserabflussscheitels basierend auf der mittleren Wasserstandsabsenkung durch Retentionsmaßnahmen am Rhein (HVAL)

4.3 Änderungen in den Schadensrisiken

Das **Schadensrisiko** wird aus der **Multiplikation** der Faktoren '**Schadenspotenzial**' mit der '**Wahrscheinlichkeit einer Überschwemmung**' berechnet. Die hier relevante Zielüberprüfung 'Schadensrisikoreduzierung' des Hochwasseraktionsplans Rhein bezieht sich insbesondere auf extreme Hochwasserereignisse. Die Ergebnisse sind pro Rheinanlieger in eingedeichte und nicht eingedeichte Strecken sowie für Wasserstände im Bereich der Bemessungshöhe der Schutzanlagen (weniger extreme Ereignisse) und oberhalb der Bemessungshöhen (extreme Ereignisse) differenziert.

Die Ergebnisse der Schadensrisikoänderung (*Tabellen 6 und 7*) zeigen im **Bereich der Bemessungsabflüsse** für alle Strecken eine Abminderung des Schadensrisikos über den in den Zielsetzungen des Hochwasseraktionsplans festgelegten 10%. Oberhalb der Bemessungsabflüsse wird dieses Ziel des Hochwasseraktionsplans nicht erreicht.

4.3.1 Eingedeichte Rheinabschnitte

Eine wichtige Größe für eingedeichte Gebiete im Bezug auf die Schadensrisiken ist das für die Auslegung der Deiche zugrunde gelegte Bemessungshochwasser.

Für die **eingedeichten Rheinabschnitte** werden daher zwei Fälle unterschieden:

1. Bei einem **Hochwasserereignis im Bereich des Bemessungsabflusses**, wird das Schadensrisiko durch die Kombination von vermindertem Schadenspotenzial und der geänderten Jährlichkeit bestimmt (in diesem Abflussbereich beeinflussen die wasserstands-mindernden Maßnahmen die Hochwasserereignisse). Die Reduzierung des Schadenspotenzials beträgt auf den eingedeichten Rheinstrecken zwischen 0 und 10 %. Die Veränderungen im Wasserstand führen allerdings, wegen der Sensitivität der Eintrittswahrscheinlichkeit auf geringe Änderungen beim Abfluss, zu einer deutlichen Reduzierung des Schadensrisikos. Abflüsse, die im Jahr 1995 noch zu Überflutungen geführt haben, ergeben durch die umgesetzten Retentionsmaßnahmen keine Überschwemmungen mehr. Die **Reduzierungen des Schadensrisikos** liegen damit zwischen ca. 25–30 % am Oberrhein bzw. bei ca. 10–15 % am Niederrhein und entlang des Deltarheins, wobei am Hochrhein und am staugeregelten Oberrhein, die Änderung rein auf das Schadenpotenzial zurückzuführen ist, da auf diesen Abschnitten keine Änderung der Überschwemmungswahrscheinlichkeit eintritt.

Herauszuheben ist der französische Sonderfall, wo durch den hohen, bereits seit Jahren bestehenden Schutzgrad vor Rheinhochwässern keine Maßnahmen zur Minderung des Schadenspotenzials ergriffen wurden. Die Abminderung des Schadensrisikos beträgt gleichwohl ca. 10-15 %, dies lediglich durch die Änderung der Überschwemmungswahrscheinlichkeit im Bereich der Bemessungsabflüsse.

In den Niederlanden wird die Änderung der Überschwemmungswahrscheinlichkeit sowohl durch Wasserstandsabsenkungen, wie auch durch Maßnahmen zur Deichertüchtigungen erreicht. Der Gesamteffekt der Deichertüchtigungen auf die Änderung der Eintretenswahrscheinlichkeit von Überschwemmungen wird für den Deltarhein auf 5% geschätzt.

2. Bei extremen Hochwasserabflüssen **über dem Bemessungsabfluss** kommt es zum Überströmen der Deiche. In diesem Bereich haben die wasserstandsabsenkenden Maßnahmen nur einen geringen Effekt auf die Schäden und spielen somit kaum mehr eine Rolle für die Errechnung des Schadensrisikos.

Die entscheidende Größe ist dann das vorhandene Schadenspotenzial auf den überfluteten Flächen, so dass sich daraus eine Schadensrisikoreduzierung von ca. 5–10 % in Deutschland und von ca. 0–5 % für Frankreich und die Niederlande ergibt.

Im Falle eines solchen bevorstehenden Ereignisses wirkt die Notfallplanung gut und ist bei einer soliden Vorbereitung kurzfristig und effektiv zu realisieren.

4.3.2 Uneingedeichte Rheinabschnitte

Die **uneingedeichten Rheinabschnitte** zeigen eine hohe Reduzierung des Schadenspotenzials durch die Umsetzung der beschriebenen Maßnahmenkategorien namentlich 'Flächenfreihaltung', 'Objektschutz', 'Wassergefährdende Stoffe', 'Information' und 'Notfallmaßnahmen'. Hervorzuheben ist, dass die Abminderung der Schadenspotenziale alleine bereits die angestrebte Reduzierung von 10 % in den Schadensrisiken bewirkt hat.

Die im Berichtszeitraum durch die wasserstandssenkenden Maßnahmen realisierten Effekte auf die Überschwemmungswahrscheinlichkeit tragen zusätzlich zu einer deutlichen Reduzierung des Schadensrisikos bei, das damit in Deutschland um ca. 25 - 30 % abgesenkt wird. Für den Hochrhein können keine wasserstandsreduzierenden Maßnahmen umgesetzt werden, weshalb für die Schweiz das Schadensrisiko gleich dem Schadenspotenzial um 20-25% vermindert wird.

Schweiz

	uneingedeicht	Eingedeicht
Bemessungsbereich	20-25	---
Abflüsse > Bemessungsabfluss	---	---

Frankreich

	uneingedeicht	eingedeicht
Bemessungsbereich	---	10-15
Abflüsse > Bemessungsabfluss	---	0-5

Deutschland

	uneingedeicht	Eingedeicht
Bemessungsbereich	25-30	15-20
Abflüsse > Bemessungsabfluss	---	5-10

Niederlande

	uneingedeicht	eingedeicht
Bemessungsbereich	---	10-15
Abflüsse > Bemessungsabfluss	---	0-5

Tabelle 6: Änderung der Schadensrisiken (%)

--- = nicht zutreffend

Die Ergebnisse der Schadensrisikoberechnungen unter Verwendung der Ergebnisse der geänderten Schadenspotenziale und Eintretenswahrscheinlichkeiten sind in **Tabelle 7** für die Rhein-Anliegerstaaten zusammengestellt.

	Schadenspotenzial				Überschwemmungswahrscheinlichkeit		Schadensrisiko		Änderung Schadensrisiko (%)	
	1995 Mio. €	2005 ohne Maßnahmen Mio €	2005 mit Maßnahmen Mio €	Änderung SP (Δ %)	2005 ohne Maßnahmen 1/Jahr	2005 mit Maßnahmen 1/Jahr	2005 ohne Maßnahmen Mio €/Jahr	2005 mit Maßnahmen Mio €/Jahr	bei Bemessungsabfluss (Δ %)	über Bemessungsabfluss (Δ %)
Schweiz (uneingedeicht)	16,5	19	15	23	0,005	0,005	0,1	0,07	23	-
Frankreich (deichgeschützt)	678	827	827	0	0,0016	0,0015	1,3	1,2	13	0
Deutschland (deichgeschützt)	30767	35531	33215	7	0,0054	0,0047	190,4	156,4	18	7
Deutschland (uneingedeicht)	1679	1940	1452	25	0,0051	0,0049	9,9	7,1	28	-
Niederlande (deichgeschützt mit Deichertüchtigung)	127899	171886	168317	2	0,00088	0,00077	151	130	14	2

Table 7: Ergebnisse der Schadensrisikoberechnungen incl. Schadenspotenziale, Überschwemmungswahrscheinlichkeiten und Schadensrisiken pro Land. Die Zahlenangabe zu Überschwemmungswahrscheinlichkeit stellt einen mittleren Wert da.

5. Schlussfolgerungen

Für die Zielerreichung 2005 'Schadensrisikominderung um 10 %' lässt sich zusammenfassen:

- Die Schadensrisikominderung wird in **uneingedeichten Gebieten** bereits durch die Minderung des Schadenspotenzials erreicht.
- Auf **eingedeichten Strecken** wird für Abflüsse in der Größenordnung des **Bemessungsabflusses** das Ziel durch die Kombination von Schadenspotenzial- und Überschwemmungswahrscheinlichkeitsreduzierung erreicht. Die abgeleiteten Minderungen des Schadensrisikos liegen zwischen 10-20%.
- Auf **eingedeichten Strecken wird für Abflüsse größer als der Bemessungsabfluss** die Zielsetzung der Schadensrisikominderung für das Jahr 2005 nicht erreicht.

Für die **uneingedeichten Strecken** ist herauszustellen, dass alle Maßnahmenkategorien effektiv auf die Schadensrisikominderung wirken. Insbesondere die 'Flächenfreihaltung' und der Objektschutz erreichen eine wichtige Langzeitwirkung und benötigen langfristige Beachtung, da diese nur langsam umsetzbar sind. Aber auch Maßnahmen, wie 'Information' und 'Notfallplanung', die schneller umzusetzen sind, müssen nachhaltig betrieben werden, weil sonst deren Wirkung nachlässt. Aufgrund der bereits geleisteten Umsetzung der Maßnahmen für die Minderung der Schadenspotenziale wird es zukünftig allgemein schwieriger werden, darüber hinaus deutliche Schadensminderung zu erreichen. Die Anstrengungen müssen jedoch vor allem bei der 'Freihaltung' fortgeführt werden.

Die Wirkung der von 1995 bis 2005 realisierten wasserstandssenkenden Maßnahmen auf die Überschwemmungswahrscheinlichkeit führen zusätzlich zu einer deutlichen Reduzierung des Schadensrisikos. Wasserstandsabsenkungen sorgen insbesondere auf den deutschen nicht deichgeschützten Strecken für ein selteneres Auftreten hoher Wasserstände, da dort die Retentionsmaßnahmen des Oberrheins ihre direkte Wirkung zeigen. Daher ist die Fortführung der angestrebten Wasserstandssenkungen für die Zielerreichung 2020 unerlässlich.

Für **Gebiete hinter Deichen** spielt eine gut funktionierende Notfallplanung bzw. Katastrophenhilfe in Kombination mit der notwendigen Sensibilisierung und Information der Betroffenen eine besonders wichtige Rolle, da Nutzungseinschränkungen und Objektschutz durch den vorhandenen Deichschutz nur schwer zu vermitteln sind. Die Notfallvorsorge sollte die Einrichtung von Überflutungsteilräumen der überschwemmungsgefährdeten Gebiete sowie Möglichkeit des Versagens der Schutzbauwerke einschließen.

Zur Schadensrisikoreduzierung trägt bei Wasserständen im **Bereich der Bemessungshöhen** ferner die Änderung der Überschwemmungswahrscheinlichkeit bei.

Die Programme zur Schaffung von Retentionsräumen am Oberrhein und am Niederrhein sowie das Programm 'Raum für den Fluss' in den Niederlanden müssen daher vollständig fortgeführt werden. Es sind darüber hinaus weitere wasserbauliche Maßnahmen zu prüfen, um in Bezug auf die Absenkung der Wasserstände die Ziele des Aktionsplans zu erreichen und auch damit auf die Reduzierung der Schadensrisiken einzuwirken. Da das Hochwasserbewusstsein in deichgeschützten Bereichen geringer ausgeprägt ist als in Gebieten, die regelmäßig mit Hochwasser konfrontiert werden, wird die Zielsetzung 2020 dort auch schwieriger zu erreichen sein. Hier sind weitere Anstrengungen erforderlich.

Im Bereich der Extremabflüsse für Gebiete **hinter Deichen** reduziert sich das Schadensrisiko lediglich über die Minderung der Schadenspotenziale. Die entscheidende Größe ist auf überfluteten Flächen das vorhandene Schadenspotenzial, so dass sich eine Schadensrisikoreduzierung von 5 – 10 % in Deutschland und von 0 – 5 % in den

Niederlanden ergibt. Bei extremen Ereignissen mit Überströmen der Deiche ist die Zielsetzung bereits 2005 schwer zu erreichen, die Reduzierung um 25 % für 2020 ist ohne zusätzliche Anstrengungen voraussichtlich nicht leistbar.

6. Ausblick

Über den aktuell erreichten Stand von Maßnahmenumsetzungen hinaus wird es zukünftig allgemein immer schwieriger werden, weitere deutliche Reduzierungen des Schadensrisikos zu erreichen. Vor dem Hintergrund voraussichtlich weiter ansteigender Schadenspotenziale in überschwemmungsgefährdeten Bereichen sind folgende Überlegungen interessant:

Alle gemeinsam am Rhein ausgeführten wasserbaulichen und technischen Maßnahmen (Flutungspolder, Deiche, Einrichtung und Schutz von Überschwemmungsgebieten) sowie die Maßnahmen aus dem Bereich der Hochwasservorsorge, wie z.B. Vorhersage, Notfallvorsorge aber auch der individuelle Schutz (z.B. Objektschutz) weisen nicht nur eine Wirksamkeitsgrenze auf, bei deren Überschreitung Hochwasserschäden eintreten, sondern sie sind bei großen Überschwemmungstiefen aufwändig und teuer.

Derart erscheint es sinnvoll – sofern nicht fallweise bereits erfolgt – eine Rentabilitätsberechnung zukünftiger Aktivitäten anzustreben, die die Kosten einer Maßnahmenkategorie für Einrichtung und Betrieb mit dem Gewinn (Nutzen), als Höhe der vermiedenen Schäden, für die betreffende Betrachtungsperiode vergleicht. Wichtig ist dabei nach Möglichkeit auch weitergehende Kosten und intangible Schäden einzubeziehen. Hohe Aufmerksamkeit erfordert auch die Abgrenzung der betrachteten Gebiete.

Es ist zudem auf der Grundlage der durch die IKSR-Arbeitsgruppen durchgeführten Arbeiten deutlich geworden, dass der stetige Anstieg der Schadenspotenziale nicht alleine durch die oben genannten Maßnahmen und Techniken in den Griff zu bekommen ist. Es ist daher von außerordentlicher Bedeutung, die Öffentlichkeit und die politischen Entscheidungsträger nicht (weiter) im Glauben zu lassen, dass die unterschiedlichen, bislang ausgeführten und geplanten Maßnahmen in der Lage seien, eine intensive Flächennutzung der überschwemmungsgefährdeten Flächen auszugleichen.

Die wirksamste und langfristig relevanteste Maßnahme, um in bedeutendem (und freiwilligem) Umfang die dem Risiko ausgesetzten Schadenswerte zu reduzieren, stellt eine restriktive Flächenpolitik des Ausschlusses oder der sehr strengen Beschränkung von Neuansiedlung und Entwicklung von Vermögenswerten in den überschwemmungsgefährdeten Bereichen in allen Anrainerstaaten dar. Dies schließt idealerweise mittel- bis langfristig auch Planungen zur Umsiedlung von bezüglich des Personenschutzes und des Wirtschaftswertes relevanten Einrichtungen auf andere Flächen ein.

Literaturverzeichnis

Bundesgesetzblatt Jahrgang 2005, Teil I, Nr. 26 vom 9.5.2005: Gesetz zur Verbesserung des vorbeugenden Hochwasserschutzes.

Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (1998): 'Aktionsplan Hochwasser der Internationalen Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR)', Koblenz.

Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (2001): 'Atlas der Überschwemmungsgefährdung und möglichen Schäden bei Extremhochwasser am Rhein', Koblenz.

Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (2002): 'Hochwasservorsorge - Maßnahmen und ihre Wirksamkeit', Koblenz.

Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (2005): 'Nachweis der Wirksamkeit von Maßnahmen zur Minderung der Hochwasserstände im Rhein infolge Umsetzung des Aktionsplans Hochwasser bis 2005'. Arbeitsgruppe HVAL, Koblenz.

Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (internes Dokument, 2005): 'Nachweisinstrumente für die Reduzierung von Schadensrisiken (Hiri) - Methodik, Basisdaten, Empfindlichkeitsanalyse (= Abschlussbericht zu Phase 1)', Hiri 09-04d rev.20.07.05, Koblenz.

Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlamentes und des Rates über die Bewertung und Bekämpfung von Hochwasser (2006): COM(2006)15 final vom 18.1.2006

Einteilung des Rheins in Rheinabschnitte

Nr.	Rheinabschnitt (Anfangs- und Endkilometer)	Land	Bundesland	Rhein	eingedeicht	Zielpegel ¹¹
1	0 - 170	Schweiz		Hochrhein		
2	0 - 170	Deutschland	Baden-Württemberg	Hochrhein	deichgeschützt (*)	
3	170 - 334	Deutschland	Baden-Württemberg	Oberrhein	Staugeregelt	
4	170 - 334	Frankreich		Oberrhein	staugeregelt	
5	334 – 437	Deutschland	Baden-Württemberg	Oberrhein	deichgeschützt	Maxau
6	334 - 352	Frankreich		Oberrhein	deichgeschützt	Maxau
7	352 – 529	Deutschland	Rheinland-Pfalz	Oberrhein	deichgeschützt	Worms
8	437 – 497	Deutschland	Hessen	Oberrhein	deichgeschützt	Worms
9	497 – 544	Deutschland	Hessen	Mittelrhein	-	Kaub
10	529 – 642	Deutschland	Rheinland-Pfalz	Mittelrhein	-	Kaub
11	642 - 857	Deutschland	Nordrhein-Westfalen	Niederrhein	deichgeschützt	Köln
12	857 – 1030	Niederlande		Rheindelta	deichgeschützt	Lobith

Tabelle: Aufteilung der Rheins in Streckenabschnitte für die Berechnung des Schadensrisikos

Berechnung und Kopplung mit den Zielpegeln der Wasserstandsminderung.

(*)Der Streckenabschnitt Hochrhein auf der deutschen Seite, da überwiegend mit hohem Schutzgrad und nur mit geringem ungeschütztem Anteil, wird bei der Berechnung der Änderung des Schadensrisikos als deichgeschützt behandelt.

¹¹ Referenz für die Wasserstandsminderung und die Änderung Wahrscheinlichkeit

Beschreibung der französischen Situation

Arbeiten zum wasserbaulichen Schutz vor Überschwemmungen wurden auf der französischen Rheinstraße lange vor dem von der IKSR empfohlenen Aktionsplan Hochwasser durchgeführt.

Entlang des französischen Oberrheins von der schweizerischen Grenze bis Straßburg sind in der Hauptsache folgende Maßnahmen ergriffen worden:

- Anlage von felsigen Buhnen im Uferbereich mit dem Ziel, die Fließgeschwindigkeit im Niedrigwasserbett zu erhöhen. Mit dieser Technik konnte die Flusssohle teilweise bis auf etwa zehn Meter Tiefe gesenkt werden.
- Parallel zum Fluss wurde auf französischer Seite der „Grand Canal d'Alsace“ (Rheinseitenkanal) für die Rheinschifffahrt angelegt. Seine Deiche schützen heute die in der Elsässischen Ebene liegenden Bereiche vor Hochwasser.

Mit der Durchführung dieser Arbeiten ist der Abfluss des Stroms sehr künstlich geworden, gleichzeitig hat das Schadenspotenzial auf französischer Rheinseite erheblich abgenommen. Heute geht man davon aus, dass die Bereiche jenseits des Rheinseitenkanals nicht mehr durch Hochwasser bedroht sind. Dies gilt auch für die äußerst seltenen tausendjährigen Hochwasserereignisse.

Aus diesem Grund hat Frankreich in jüngster Vergangenheit keine umfangreichen zusätzlichen wasserbaulichen Maßnahmen zum Schutz dieser Bereiche vor Rheinhochwasser ergriffen.

Für Bereiche in der Elsässischen Ebene stromaufwärts von Straßburg besteht nach wie vor Hochwassergefahr. Diese Gefahr geht aber nicht mehr vom RHEIN aus, sondern ist bedingt durch das Ansteigen des Grundwasserspiegels oder Überschwemmungen der Rheinzuflüsse.

Im stromabwärts gelegenen französischen Rheinabschnitt zwischen Straßburg und Lauterbourg folgt der Fluss seinem freien und natürlichen Lauf. Es sind jedoch umfangreiche Deichanlagen zum Schutz der weit vom Fluss entfernt liegenden Bereiche angelegt worden. Die wenigen Bauten direkt zwischen dem Fluss und den Deichen stellen ein sehr begrenztes Schadenspotenzial dar. Eine Ausnahme bildet der am weitesten stromabwärts gelegene Abschnitt in Richtung Lauterbourg, an dem es noch einige empfindliche Bereiche mit Industrieanlagen gibt.

Für diesen stromabwärts gelegenen Abschnitt entlang der französisch-deutschen Grenze haben die beiden Staaten nun wasserbauliche Schutzmaßnahmen in Form von Deichen beschlossen. Frankreich und Deutschland arbeiten an ihrer Umsetzung. Sehr kurzfristig sollten diese Arbeiten zu einer deutlichen Senkung des Restschadenspotenzials entlang dieses unteren französischen Abschnitts führen.

Abgesehen von diesen baulichen Schutzmaßnahmen hat Frankreich in den letzten Jahren weitere Maßnahmen zur Einschränkung des Überschwemmungsrisikos ergriffen. Ganz allgemein sind auf dem gesamten Hoheitsgebiet eine Reihe von Arbeiten durchgeführt worden.

Zu erwähnen sind:

Auf organisatorischer Ebene: Verbesserter Schutz der Bevölkerung durch bessere Vorhersage- und Warnsysteme.

- Durch umfangreiche Neuorganisation der für Hochwasserwarnung und –vorhersage zuständigen Dienststellen
- Durch Modernisierung der Pegel- und meteorologischen Messnetze und der Berechnungsmittel. Diese Reform wird seit 2006 schrittweise durchgeführt.
- Durch bessere Kommunikation mit der Öffentlichkeit über die wichtigsten Medien.

Diese Reform wird auf dem gesamten Hoheitsgebiet 2005 und 2006 schrittweise umgesetzt und wird ihre volle Wirkungskraft in den kommenden Jahren entwickeln.

Beschreibung der französischen Situation

Auf Vorsorgeebene: wirkungsvollere Vorschriften, um

- die Gefahren dank des Plans zur Vorbeugung vor Hochwasserrisiken (PPRI) für jedes Einzugsgebiet besser zu kennen und einzuschätzen
- die Einwohner besser zu informieren
 - durch die Veröffentlichung der Karten der als Überschwemmungsgebiete anerkannten Bereiche
 - Durch die Verpflichtung zur Erstellung eines kommunalen Plans gegen alle größere Gefahren, der der Öffentlichkeit bekannt gegeben und regelmäßig überarbeitet wird,
 - Durch Eintragung überschwemmungsgefährdeter Parzellen in den kommunalen Bodennutzungsplan
 - durch die Verpflichtung für die Gemeinden, an öffentlichen Gebäuden „Hochwassermarken“ anzubringen
- durch eine bessere Berücksichtigung der Hochwassergefährdung bei Beschlüssen zur Bodennutzung
 - durch die Verpflichtung, den Käufer einer Immobilie von bestehender Überschwemmungsgefahr zu informieren.
 - Durch Bauverbote oder spezifische Auflagen für überschwemmungsgefährdete Bereiche.

Diese Vorschriften bestehen und werden jetzt umgesetzt. Sie sollten nach und nach die Situation verbessern und im Laufe der Jahre die Werte der Überschwemmungsrisiken ausgesetzten Güter mindern.

Wasserbauliche Maßnahmen: Verbesserung der hydraulischen Funktionen der Fließgewässer mit dem Ziel:

- die natürlichen Feuchtgebiete zu erhalten, die die Ausbreitung der Hochwasser begünstigen und zur Verteilung der Kräfte der Fließgewässer beizutragen.
- Erhalt und Wiederherstellung des Flussbettes mit dem Ziel, den natürlichen Abfluss zu verbessern.

In Frankreich werden seit mehr als zehn Jahren auf freiwilliger Basis erhebliche Anstrengungen in diesem Bereich unternommen. Die sich daraus ergebenden Verbesserungen müssen in den kommenden Jahren noch umfangreicher werden.

Auf dem Gebiet der Hilfsmaßnahmen sind in den letzten Jahren mit der Organisation nationaler Solidarität in Form einer obligatorischen Versicherung bedeutende Anstrengungen unternommen worden: angesprochen ist das System CATASTROPHE NATURELLE (Naturkatastrophe), das auf Weisung der Regierung die Entschädigung der Opfer einer Naturkatastrophe aus einem Garantiefonds ermöglicht. Dieses System wurde vor mehreren Jahren eingeführt und gilt als wirkungsvoll, denn es hilft, eine Vielzahl menschlicher Dramen vermeiden.

Schließlich, spezifisch auf den RHEIN bezogen, trägt Frankreich auf internationaler Ebene durch nachstehende Maßnahmen zur Gesamtmanagement der Flusshochwasser bei:

- Bau von zwei Poldern auf französischer Rheinseite bei GAMBSHEIM und SELESTAT zur Kappung der Hochwasserspitzen des Rheins und Senkung des Flusspegels weiter stromabwärts.
- **Betrieb der CARING (Nautische Alarm- und Informationszentrale in GAMBSHEIM)**, die für Hochwasservorhersage, Verteilung der Überschwemmungswarnungen, Überwachung der Deiche, Betrieb der Schutzbauwerke für die Schifffahrt und das Management der Polder zur Kappung der Hochwasserspitzen zuständig ist.