

1. Ziel des Rhein-Atlas

Ein seit 150 Jahren wirksamer Hochwasserschutz und eine immer dichtere, städtisch geprägte Besiedlung des Rheintals haben dazu geführt, dass das Bewusstsein, auf überschwemmungsgefährdeten Flächen zu leben, erheblich nachgelassen hat. Die vorsorglichen Evakuierungen in den Niederlanden anlässlich des Hochwassers im Januar 1995, die zahlreichen Deichbrüche an der Oder im Sommer 1997, an der Donau im Jahr 1999 und an der Weichsel im Sommer 2001 haben erneut deutlich gemacht, dass die Natur sich nicht beherrschen lässt und größere als bisher beobachtete Hochwasser sowie ein Überströmen oder Versagen der wasserbaulichen Schutzmaßnahmen nicht ausgeschlossen werden können. **Ein Restrisiko für Überschwemmungen besteht latent.**

Ziel des vorliegenden Atlas ist es, den am Rhein sowie im Rheintal Betroffenen dieses Restrisiko vor Augen zu führen. Der Atlas ist Teil des Aktionsplans Rhein und stellt eine Weiterentwicklung des im Jahr 1998 erschienenen Rhein-Atlas – Ökologie und Hochwasserschutz - dar, in dem die Überschwemmungsgebiete und die ökologisch wichtigen Gebiete im Rheintal kartographisch dargestellt werden.

Die Umsetzung des Aktionsplans Hochwasser wurde in der 12. Rhein-Ministerkonferenz am 22. Januar 1998 in Rotterdam beschlossen. Dieser Aktionsplan bündelt alle nationalen und internationalen Aktivitäten zur Verbesserung der Hochwasservorsorge am Rhein.

Zweck des Aktionsplans Hochwasser ist es, Menschen und Güter vor Hochwasser besser zu schützen und gleichzeitig den Rhein und seine Aue ökologisch zu verbessern. Der in Phasen aufgeteilte Plan, der umfassende, disziplinübergreifende Maßnahmenkategorien für das Rheineinzugsgebiet und den Rhein bündelt, wird in den Rheinanliegerstaaten bis zum Jahr 2020 umgesetzt. Der erste Bericht über die Umsetzung des Aktionsplans Hochwasser bis 2000 liegt vor.

Handlungsziele auf das Jahr 1995 bezogen sind:

- **Minderung der Schadenrisiken** - keine Erhöhung der Schadenrisiken bis zum Jahr 2000, Minderung um 10% bis zum Jahr 2005 und um 25% bis 2020
- **Minderung der Hochwasserstände** - Minderung der Extremhochwasserstände unterhalb des staugeregelten Bereichs (etwa stromabwärts von Baden-Baden) um bis zu 30 cm bis zum Jahr 2005 und um 70 cm bis zum Jahr 2020
- **Verstärkung des Hochwasserbewusstseins** - Verstärkung des Hochwasserbewusstseins durch Erstellung von Risikokarten für 50 % der Überschwemmungsgebiete und der hochwassergefährdeten Bereiche bis zum Jahr 2000 und für 100 % bis zum Jahr 2005
- **Verbesserung des Hochwassermeldesystems** - Kurzfristige Verbesserung der Hochwassermeldesysteme durch internationale Zusammenarbeit. Verlängerung der Vorhersagezeiträume um 50 % bis zum Jahr 2000 und um 100 % bis 2005.

Der neue Rhein-Atlas zeigt die potentiell von einer Überschwemmung betroffenen Flächen und die damit verbundenen möglichen Schäden auf. Er bildet somit eine Datengrundlage und Maßnahmenbasis für das erste und dritte Handlungsziel des Aktionsplans Hochwasser, der sich derzeit in der Umsetzung befindet. Der Atlas fordert auf, ergänzende, die Verminderung des Restrisikos unterstützende Maßnahmen, in Betracht zu ziehen.

Karten der Überschwemmungsgefährdung (Grundkarten), die die im Ereignisfall möglichen Wassertiefen durch verschieden intensive Blautöne bildlich darstellen, veranschaulichen die jeweilige Hochwassergefährdung für Menschen und Güter bei Extremhochwasser. In einer Auflagefolie (Deckfolie) werden die in diesen Extremsituationen entstehenden möglichen Schäden bei der derzeitigen Nutzung dargestellt. Es ist zwischen zwei Fällen zu unterscheiden:

Geschützte Gebiete mit hohem Schutzniveau

Bei diesen Flächen sind Überschwemmungen vor allem in Verbindung mit Deichbrüchen denkbar, wodurch die bei einem Ereignis betroffenen Flächen meist begrenzt bleiben. Dieses trifft vor allem am Oberrhein, am Niederrhein und am Rheindelta zu. So besteht am deutsch-französischen Oberrhein zwischen Basel und Iffezheim ein Schutz bis zum 1.000 jährlichen Hochwasser. Am Rheindelta besteht sogar ein Schutz gegen Hochwasser mit statistischen Wiederkehrperioden zwischen 1.250 und 10.000 Jahren. Da sich Deichbruchstellen nicht im voraus bestimmen lassen, muss die gesamte tiefer als der Flusswasserspiegel liegende Fläche als überschwemmungsgefährdet betrachtet werden. Dieses ist gleichbedeutend mit der Annahme, dass der Schutz durch die Deiche nicht wirksam ist. In seiner Gesamtheit ist diese Annahme sehr wenig wahrscheinlich, jedoch ist mit vereinzelt auftretenden Deichbrüchen zu rechnen. Die Darstellung sowohl der Überschwemmungsgefährdung als

auch der möglichen Schäden verdeutlicht jedoch die ungünstigste Situation für jede betrachtete Teilfläche und ist somit die Umhüllende verschiedener Extremereignisse. Sie zeigt dementsprechend den Schutzeffekt der Deiche.

Nicht oder gering geschützte Gebiete

Bei Extremhochwasserereignissen werden alle tief liegenden Flächen entlang eines Flussabschnittes betroffen. Dies trifft weitgehend für den Hoch- und Mittelrhein zu. In diesen Flussabschnitten können die dargestellten Flächen bei „einem“ Ereignis überschwemmt werden, während dieses für eingedeichte Flächen nur lokal wahrscheinlich ist.

Da die monetäre Bewertung sehr großen Unsicherheiten unterliegt, werden nur Größenordnungen aufgezeigt. Der grobe Maßstab 1 : 100.000, der für die Planung konkreter lokaler Vorhaben nicht geeignet ist, eignet sich jedoch für die gewünschte Überblicksdarstellung.

Besonderes Gewicht wurde auf die Darstellung der Folgen möglicher extremer Überschwemmungen gelegt, indem für diese Ereignisse die möglichen Überschwemmungstiefen aufgezeigt werden, während für vergleichsweise häufigere Ereignisse, wie Hochwasser mit Wiederkehrperioden von 10 oder 100 Jahren, nur die Grenzen der betroffenen Flächen aufgezeigt werden. Existenzgefährdende Schäden werden eher durch sehr seltene Ereignisse verursacht, d. h., wenn die Wasserstände die Deichhöhe überschreiten oder die Standsicherheit der Deiche durch lang andauernde Druckbelastung gefährdet ist. Bis sie eintreten werden derartige Schäden meist nicht für möglich gehalten. Die im Atlas dargestellten Überschwemmungstiefen stellen für jeden Punkt den **ungünstigsten Fall** dar, wobei zu beachten ist, dass bei ein und demselben Ereignis nicht alle entlang des gesamten Rheins aufgezeigten Flächen betroffen sein können, denn jede Überschwemmung entlastet die Unterlieger durch Rückhaltung und Scheitelkappung und macht dort eine Überschwemmung unwahrscheinlicher.

Der Rheinatlas zeigt damit nicht die Überschwemmungssituation, die durch ein bestimmtes Ereignis auf der gesamten Rheinstrecke entstehen würde. Die Karten des Atlas stellen vielmehr eine Synthese vieler möglicher Extremereignisse dar, die für jeden Punkt die ungünstigste Überschwemmungssituation und damit die Gefährdung des Einzelnen zeigt und nicht die Gesamtgefährdung. Bei dieser Gesamtbetrachtung handelt es sich um eine statische Annahme, zeitabhängige Faktoren werden nicht berücksichtigt.

2. Betrachtungsraum

Der Rhein wird traditionell gemäß der umliegenden Landschaft und der Ausbildung des Flusslaufes in folgende Abschnitte eingeteilt, die sich auch hinsichtlich der vorhandenen Hochwassersicherheit unterscheiden.

Der **Hochrhein** (Bodensee bis Basel - Rhein-km 0-170) fließt in einem meist tief eingeschnittenen Tal und besteht aus einer Abfolge von Staustufen. Nur vereinzelt, vor allem bei den Einmündungen von Nebenflüssen und in größeren Ortschaften, wo traditionell direkt am Ufer gebaut wurde, besteht ein Schadenpotential.

Am **Oberrhein** (Basel bis Bingen - Rhein-km 170 bis 529) ist das im Zuge der Oberrheinkorrektur zwischen 1817 und 1880 geschaffene Deichsystem noch erhalten und erfüllt auch heute unterhalb von Iffezheim seine Schutzfunktion. Zwischen 1932 und 1977 wurden zur Nutzung der Wasserkraft und zur Verbesserung der Schifffahrtsverhältnisse zwischen Basel und Iffezheim 10 Staustufen erstellt. Die Rheinseitendämme gewährleisten einen rd. 1000jährigen Hochwasserschutz. Der nördliche Oberrhein zwischen Iffezheim und Bingen wird durchgehend von Hochwasserdeichen in 500 – 1000 m Entfernung zum Mittelwasserbett begleitet. Erst nach Abschluss aller geplanten Rückhaltmaßnahmen am südlichen Oberrhein wird ein 200jähriger Hochwasserschutz bestehen.

Die Fließstrecke des **Mittelrheins** (Bingen bis Bonn - Rhein-km 529 - 642) ist durch das sich teilweise auf bis 150 m verengende Rheintal des Rheinischen Schiefergebirges geprägt. Es sind wenige lokale Hochwasserschutzanlagen vorhanden. Nur der Hochwasserschutzdeich im Neuwieder Becken bietet einen 100jährigen Hochwasserschutz.

Entlang des **Niederrheinabschnitts** (Bonn bis Lobith - Rhein-km 642 bis 857) ist der Strom im vergangenen Jahrhundert vor allem im Zuge vielerorts errichteter Ausbaumaßnahmen eingedeicht worden. Der Schutzgrad der über 330 km langen Hochwasserschutzanlagen variiert zwischen teilweise 20jährlichem bis hin zu 500jährlichem Hochwasserschutz.

Im **Deltabereich** (Lobith bis Rotterdam - Rhein-km 857-1030) an der deutsch-niederländischen Grenze teilt sich der Rhein in die Mündungsarme Waal, Nederrijn/Lek und IJssel auf. Die besiedelten Gebiete werden durchgehend durch Deichringe geschützt, deren Bemessungsgrundlage auf einer Überflutungswahrscheinlichkeit von 1 : 1250 pro Jahr im Osten und bis zu 1 : 10.000 pro Jahr im Westen basiert.

Rheinabschnitt	Fließstrecke	Rhein-Kilometer	Länder
Hochrhein	Konstanz bis Basel	0 - 170	CH, D (BW)
südlicher Oberrhein, staugeregelt	Basel bis Iffezheim	170 - 334	F, D (BW)
nördlicher Oberrhein, deichgeschützt	Iffezheim bis Bingen	334 - 529	F, D (BW, HE, RP)
Mittelrhein	Bingen bis Rolandswerth	529 - 642	D (RP, NRW)
Niederrhein, deichgeschützt	Rolandswerth bis Lobith	642 - 857	D (NRW), NL
Rheindelta, deichgeschützt	Lobith bis Mündung	857 - 1030	NL

3. Karten der Überschwemmungsgefährdung

3.1 Karteninhalt

Auf den topographischen Grundkarten wird gezeigt:

3.1.1 Überschwemmungsgrenze der 10jährigen Hochwasser (HQ10):

Flächen am Fluss werden häufig überschwemmt. Meist handelt es sich um Auen, Feuchtstandorte, Wälder und seltener um landwirtschaftlich genutzte Flächen. Die Überschwemmungsgefährdung ist bekannt und, falls ausnahmsweise Gebäude auf diesen Flächen stehen, müssen sie an die Überschwemmungsgefährdung angepasst sein. Diese Flächen sind unbedingt als Überschwemmungsgebiete zu erhalten, da sie Rückhaltermöglichkeiten bieten und wertvolle Biotope sind.

3.1.2 Überschwemmungsgrenze der 100jährigen Hochwasser (HQ100):

Flächen zwischen den Grenzlinien HQ10 und HQ100 werden einmal in 10 Jahren bis einmal in 100 Jahren überschwemmt. Die Überschwemmungsgefahr ist generell nur langjährigen Anwohnern bekannt, weshalb sich auf diesen Flächen neben alten angepassten Bauten auch neuere Gebäude mit hohen möglichen Schäden finden können. Die betroffenen Flächen werden häufig landwirtschaftlich genutzt. Als Siedlungsgebiete sollten sie nur in Ausnahmefällen - bei geeigneten baulichen Vorsorgemaßnahmen - in Anspruch genommen werden. Wegen des Übergangs von der aquatischen zur terrestrischen Vegetation stellen diese Flächen wertvolle Biotope dar. Mit Ausnahme des Hochrheins, des Mittelrheins und kleiner Teile des Niederrheins sind jedoch die meisten Flächen gegen ein HQ100 oder noch größere Hochwasser durch Deiche geschützt, so dass diese Grenzlinie in der Regel mit dem Verlauf der Deichlinie zusammenfällt. Die Flächen zwischen Fluss und Deich sind unbedingt als natürliche Überschwemmungsflächen und Hochwasserrückhalteräume zu erhalten.

Am südlichen Oberrhein ist die HQ 100-Linie entlang der Rheinseitendämme der Staustufen sowie entlang der Begrenzungsdämme der bereits fertig gestellten und geplanten Rückhalteräume dargestellt. Diese Dämme bzw. Deiche sind auf höhere Schutzgrade (bis 1000jährlich) ausgelegt. In den gesteuerten Hochwasserrückhalteanlagen kann durch die Anlagensteuerung die für die Rückhaltung vorgesehene Wasserstandshöhe auch bei höheren, extremen Abflüssen im Rhein eingehalten werden.

3.1.3 Überschwemmungsgrenzen und Wassertiefen bei Extremereignissen:

Dieses sind sehr seltene Ereignisse, bei denen die bisher beobachteten Wasserstände deutlich übertroffen und/oder die bestehenden Hochwasserschutzbauten lokal überströmt werden bzw. versagen. Die Möglichkeit, dass diese Ereignisse eintreten, ist so gering, dass keine Eintrittswahrscheinlichkeit (wie bei einem hundertjährigen Hochwasser - HQ100) angegeben werden kann. Es ergeben sich daraus auch keine unmittelbaren Nutzungseinschränkungen, aber im Rahmen einer Vorsorgestrategie und der Notfallplanung soll die Möglichkeit einer Überschwemmung in Betracht gezogen werden. Dies betrifft insbesondere sensible Objekte wie Krankenhäuser, Museen oder gewisse Industrieanlagen aber auch private Öllager, deren Überschwemmung zu erheblichen Schäden führen kann.

Der Katastrophenschutz sollte insbesondere in größeren Siedlungen vorbereitet werden. Weil diese Gefahr schwierig quantifizierbar ist und die Wichtigkeit eventueller Vorsorgemaßnahmen (wie Evakuierungspläne bei Überschwemmungen) sehr stark von den Wassertiefen abhängen, wurden nicht nur die Überschwemmungsgrenzen, sondern auch die wichtigsten Wassertiefenklassen dargestellt. Der Wahl der Tiefenklassen lagen folgende Überlegungen zu Grunde:

0 – 0.5 m	Eindringen von Wasser in Gebäude kann mit einfachen Mitteln verhindert werden. Diese Tiefenstufe kann auch als Unsicherheitsbereich angesehen werden, da sich die Überschwemmungsgrenze kaum genau bestimmen lässt.
0.5 – 2.0 m	Höhenbereich, in dem mit deutlichen Schäden zu rechnen ist, aber nur eine geringe Lebensgefahr für Menschen besteht, besonders wenn eine Fluchtmöglichkeit in höhere Stockwerke gegeben ist.
2.0 – 4.0 m	erhöhte Lebensgefahr für Menschen, da nicht nur der Parterrebereich, sondern auch der erste Stock überschwemmt werden kann. Bei dieser Wassertiefe sind hohe Schäden kaum zu verhindern.
Größer 4.0 m	Hohe Lebensgefahr für Menschen; hohes Risiko für einen Totalschaden

Diese Einstufungen gelten für stehendes oder langsam strömendes Wasser, was in der Regel für die gefährdeten Gebiete entlang des Rheins zutrifft.

Ferner sind in den Karten der Überschwemmungsgefährdung aus darstellerischen Gründen verschiedenen Größenklassen von Personen ausgewiesen, die möglicherweise von den bei Extremhochwasser auftretenden Überschwemmungstiefen betroffen oder gefährdet sein könnten.

3.2 Hydrologische Annahmen für extreme Hochwasserereignisse

Wegen der unterschiedlichen hydrologischen und topographischen Situation mussten die Annahmen für die einzelnen Rheinabschnitte getrennt festgelegt werden und können der Tabelle im Anhang entnommen werden. Die Annahmen beschränken sich auf einen extremen Wasserstand. Andere Parameter wie Fließgeschwindigkeiten, Stabilitätsuntersuchungen, Effekte von Retentionswirkungen und Hochwasserscheitelkappung nach Deichbruch, lokale Rückstauereffekte sowie Wahrscheinlichkeitsüberlegungen sind für dieses Rechenszenario bewusst unberücksichtigt geblieben.

Zur Ermittlung dieser Ereignisse entlang des **Hochrheins** wurde die Überschwemmungsgrenze des Hochwassers von 1999 mit einem Aufschlag von 1 m - im Bereich Bodensee einem halben Meter - versehen.

Am **Oberrhein zwischen Basel und Maxau** basieren die Berechnungen auf der Fixierung historischer Wasserspiegellagen des Rheinhochwassers von Dezember 1882 und der in der Rheinmonographie von 1889 dargestellten Überflutungsflächen, die damals als Folge zahlreicher Brüche der Seitendämme eintraten. Die seither in gewissen Bereichen eingetretene Vertiefung der Flusssohle oder auch die Auswirkungen der durchgeführten Ausbaumaßnahmen (Kanalisation) sind aus Vereinfachungsgründen bei der Modellberechnung nicht berücksichtigt worden. Unterhalb von Iffezheim wurde die berechnete Wasserspiegellage des 200-jährlichen Hochwassers zuzüglich 0,5 m als extremer Wasserstand gewählt (vgl. Abschnitt: Besonderheiten bei der Darstellung am kanalisiertem südlichen Oberrhein).

Am **nördlichen Oberrhein** und am **Mittelrhein** wurde zwischen km 362,5 (Pegel Maxau) und km 642 der Wasserspiegel des 200-jährlichen Hochwassers um 0,5 m erhöht, während den Berechnungen am **Niederrhein** zwischen Rhein-km 642 bis km 857 der Wasserspiegel ein 500-jährliches Hochwasser zu Grunde gelegt wurde.

Im verzweigten **Rheindelta** von Lobith (Rhein km - 857) bis zur Mündung von Waal, Nederijn/Lek und IJssel in die Nordsee (Rhein km - 1030) wurden die Wasserspiegellagen für ein HQ1.250 bis HQ10.000 inklusive des Einflusses der Nordsee betrachtet.

3.3 Topographische Annahmen

Die Bestimmung der Überschwemmungsflächen und -tiefen hängt von den hydraulischen Annahmen und von der Genauigkeit der Höhenangaben für das Gelände ab. Die Ausdehnung der Überschwemmungsflächen kann entscheidend durch vorhandene Linienstrukturen wie Straßendämme, Kanäle oder alte Hochwasserdämme beeinflusst werden. Da deren Höhenlage im gewählten Maßstab nur sehr ungenau erfasst wird, muss die Angabe der Überschwemmungsflächen als eher grob angesehen werden. Lokal sind exakte Berechnungen mittels hydraulischer Modellierungen zur Abklärung der effektiv gefährdeten Flächen unbedingt erforderlich. Die für die Simulation eingesetzten digitalen Höhenmodelle sind im Anhang enthalten. Die berechneten Wasserspiegellagen wurden mit den Geländemodellen aus der topographischen Karte im Maßstab 1 : 25.000 verschnitten. Die in diesem Arbeitsmaßstab ermittelten und überprüften Flächen wurden anschließend für die Darstellung im Kartenmaßstab 1:100.000 generalisiert.

3.4 Besonderheiten bei der Darstellung der Extremhochwasser am kanalisiertem südlichen Oberrhein

Die Modellberechnung stellt für den kanalisiertem Oberrhein die Grenze des bei dem Hochwasser 1882 überschwemmten Bereichs dar (etwa Abfluss eines 100jährigen Ereignisses), die aufgrund beobachteter Hochwassermarken und der derzeitigen topographischen Gegebenheiten rekonstruiert wurde.

Dabei wurde nicht berücksichtigt:

- die Eintiefung der Flusssohle an gewissen Fließstreckenabschnitten
- die Schaffung von Querriegeln durch senkrecht zur Rheintalachse verlaufende Straßen, die keine freie Überflutung gemäß den dargestellten historischen Verhältnissen mehr zulassen. Für einzelne Ortslagen würde die Überflutungsfläche und –tiefe aufgrund dieser Querriegel deutlich größer ausfallen.

3.5 Besonderheiten am Rheindelta

In den Niederlanden würden bei Hochwasser ohne Schutzmaßnahmen zwei Drittel der Landesfläche überschwemmt werden. Diese besondere Situation ist aus den deutlich blau gefärbten Überschwemmungsgefährdungskarten ersichtlich. Jedoch ist es für die Bewertung dieser Karten wichtig zu wissen, dass der Schutzgrad in diesem Teil des Rheineinzugsgebietes am höchsten ist.

4. Karten der möglichen Schäden

4.1 Karteninhalt

In den Karten der möglichen Schäden soll aufgezeigt werden, wo bei den dargestellten Überschwemmungstiefen große Sachwerte gefährdet sind. Sie sind somit als Hinweis auf die möglichen Auswirkungen der Überschwemmung zu verstehen. Wegen der Abhängigkeit der Schadenhöhe von der Überschwemmungstiefe wurden die Karten der möglichen Schäden als transparente Auflagen ausgeführt, um gleichzeitig und einfach Gefahr (Wassertiefe) und mögliche Schäden erkennen zu können.

Die inhaltlich zu diesem Kapitel zugehörige Personengefährdung ist – aus darstellerischen Gründen – in die Karten der Überschwemmungsgefährdung integriert worden.

In der Darstellung der möglichen Schäden wird unterschieden zwischen

Betroffenen Personen: Diese Kategorie umfasst unabhängig von der Wassertiefe alle Einwohner auf der überschwemmungsgefährdeten Fläche.

Gefährdeten Personen: Diese Kategorie ist eine Teilmenge der betroffenen Personen und umfasst alle Einwohner in Siedlungsgebieten, die höher als 2 Meter überschwemmt werden.

Sachwerten: Bei möglichen Schäden wird in erster Linie nach den betroffenen Nutzungsarten (Landwirtschaft, Industrie und Siedlung) und erst in zweiter Linie nach der Schadenhöhe unterschieden, denn es sind die Betroffenen, die reagieren sollen. Also muss aufgezeigt werden, wer wie weit betroffen ist, ohne dass die Beiträge der einzelnen Bereiche in einer Gesamtsumme verschwinden.

Der Atlas zeigt auf:

gelb Schäden an landwirtschaftlichen Erträgen, die deutlich kleiner sind als in anderen Bereichen.

violette Töne Schäden auf Industrie-, Gewerbe- und Verkehrsflächen in zwei Stufen (größer und kleiner als 25 Euro/m²). Die gesonderte Abbildung des Industriegebietes rechtfertigt sich durch häufig nicht quantifizierbare Umweltrisiken, die oft von diesen Flächen ausgehen.

rote Töne Schäden in Siedlungsgebieten (größer und kleiner als 50 Euro/m²). Im Siedlungsgebiet sind nicht nur die Schäden an privatem Wohnvermögen, sondern auch Handel und Dienstleistung, öffentliche Bauten und Teile des Verkehrs und Gewerbes enthalten. Dieses ist notwendig, da diese Nutzungsformen eng vermischt sind. Eine unterschiedliche Besiedlungsdichte wird entsprechend der Anzahl Einwohner pro 1000 m² berücksichtigt.

4.2 Berechnung der möglichen Schäden

Die Berechnung der möglichen Schäden bei Extremhochwasser erfolgte in folgenden Schritten:

1. Bestimmung der Flächennutzungen in den überschwemmungsgefährdeten Gebieten
2. Bestimmung der betroffenen Personen und gefährdeten Personen auf den Überschwemmungsflächen
3. Bestimmung der in den Überschwemmungsflächen befindlichen Güter und Werte
4. Ermittlung der möglichen Schäden, indem für die verschiedenen Güter eine von der Überschwemmungstiefe abhängige Schadensfunktion angewendet wird.

Angesichts des Ausmaßes der Flächen und des Überblicksmaßstabes mussten für jeden dieser Abschnitte Vereinfachungen eingeführt werden, die im Folgenden beschrieben werden.

4.2.1 Bestimmung der Flächennutzung

Grundlage bildet der einheitlich für ganz Europa erstellte Datensatz CORINE. Die 44 Landnutzungsarten wurden entsprechend ihrer Relevanz für die Schadenermittlung in 6 Nutzungsklassen (Siedlung, Industrie, Verkehr, Landwirtschaft, Wald und sonstige Flächen) zusammengefasst. Die gesamteuropäische Darstellung ist generalisiert, so dass nur Landnutzungsflächen größer 25 ha dargestellt werden. Dieses kann zu einer Vernachlässigung von linearen Strukturen wie Straßen, Bahnen, Gewässer und kleineren, langgestreckten Siedlungsflächen führen.

Die wegen der Generalisierung unvermeidliche Aufnahme der kleinflächigen Nutzungen insbesondere des Verkehrs in die umgebenden großflächigen Nutzungsklassen, wird bei der Schadenberechnung durch eine analoge Verlagerung der Werte in diese Klassen ausgeglichen.

4.2.2 Bestimmung der betroffenen und gefährdeten Personen

Im gesamten Untersuchungsgebiet waren die Einwohnerzahlen pro Gemeinde verfügbar. Diese wurden gleichmäßig auf die Siedlungsflächen in CORINE verteilt, so dass pro Gemeinde eine mittlere Einwohnerdichte errechnet werden konnte. Durch die Überlagerung der Überschwemmungsflächen mit den Siedlungsflächen konnten pro Gemeinde die betroffenen Einwohner bestimmt werden. Da bei Überflutungshöhen von weniger als 2 Meter Todesfälle nur selten und nur bei unachtsamen Verhalten vorkommen, wurde die Grenze zwischen gefährdeten und von der Überflutung betroffenen Personen bei dieser Wassertiefe festgelegt. Auf eine Abschätzung der unter diesen Bedingungen wahrscheinlichen Todesfälle wurde verzichtet, da einerseits die Bestimmungsgrundlagen zu unsicher sind und andererseits die Aufgabe, für die Sicherheit aller Personen zu sorgen, unabhängig von der Eintrittswahrscheinlichkeit bestehen bleibt.

Die Anzahl der betroffenen Beschäftigten zu ermitteln, scheiterte an inhomogenen Daten. Die Erhebungen in den Ländern lagen unterschiedlich weit zurück, waren anders gegliedert und nicht immer den Gemeinden zuzuordnen. Da bei großräumigen Überschwemmungen ein nicht bestimmbarer Teil der Beschäftigten auch im Überschwemmungsgebiet wohnt, wurde um Doppelzählungen zu vermeiden, auf eine Bestimmung verzichtet.

4.2.3 Bestimmung der betroffenen Güter

Bei großräumigen Erhebungen ist eine Bestimmung der betroffenen Objekte (z.B. Anzahl Gebäude, km Straßen) nicht möglich. Es mussten daher durchschnittliche Werte pro Nutzungskategorie ermittelt werden. Für die deutschen Bundesländer Baden-Württemberg, Hessen, Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen wurden die Kapitalstöcke (Gesamtwert der vorhandenen Güter) den Wirtschaftsstatistiken entnommen und auf die Nutzungskategorien verteilt, wobei zwischen Investitionen in Bauten und bewegliche Güter (Hausrat, Vorräte, Ausrüstung, Maschinen) unterschieden wurde. Da diese Daten nur für die deutschen Bundesländer vorliegen, wurden für die anderen betroffenen Staaten die Werte mit länderspezifischen Faktoren angepasst. Diese wurden für das Wohnvermögen entsprechend der Kaufkraft und für den Bereich Wirtschaft entsprechend dem Bruttosozialprodukt ermittelt. Somit wurden für jede der Nutzungskategorien durchschnittliche, für ein Land oder einen Staat geltende Werte pro Flächeneinheit ermittelt. Diese Werte wurden in der Folge gemeindenspezifisch nach der Anzahl der Einwohner pro ha Siedlungsfläche angepasst, um den Einfluss der Bebauungsdichte auf die Wertkonzentration zu berücksichtigen.

4.2.4 Ermittlung der Sachschäden

Alle auf einer Fläche befindlichen Werte werden nur bei extrem großen Wassertiefen zerstört. In der Regel besteht eine Abhängigkeit zwischen der Wassertiefe und dem Schadegrad, d.h. dem Schadenprozentsatz, welcher durch sogenannte Schadensfunktionen mathematisch erfasst wird. Für die verschiedenen Objekte und Güter gibt es eine Anzahl solcher Funktionen, deren Ergebnisse aber innerhalb weiterer Grenzen schwanken können. Für diese Untersuchung mussten die Schadensfunktionen den gewählten Nutzungskategorien und den vorhandenen summarischen Wertangaben angepasst werden. Für Gebäude kann unabhängig vom Verwendungszweck die gleiche Funktion verwendet werden. Das bedeutet, dass für die Siedlungsflächen, deren Wert eine Mischung aus Handel und Dienstleistung, Wohnen, Verwaltung und Infrastruktur ist, für das immobile Kapital (Gebäude) eine einheitliche Schadensfunktion angenommen werden kann. Zu unterscheiden waren daher innerhalb des Siedlungsgebietes - je nach Wirtschaftszweig - unterschiedliche Schadensfunktionen für die mobilen Werte (Hausrat, Möbel, Ausrüstung, Vorräte). Aus den einzelnen Funktionen wurde eine Mischfunktion (60 % Wohnen, 35 % Wirtschaft und 5 % Staat) gebildet. Die verwendeten Beziehungen sind im Anhang zusammengestellt und beruhen auf der HOWAS - Datenbank, Studien aus den Niederlanden, Expertengesprächen und Erfahrungen des beauftragten Konsortiums.

Aus den Überschwemmungskarten und aus den mit den gemeinde-spezifisch angepassten Werten pro Nutzungskategorie des CORINE-Datensatzes wurde ein Rasterdatensatz mit Zellen von 1000 m² (L = 31,62 m) erzeugt, der die Überschwemmungstiefe und die vorhandenen Werte enthält. Die Anwendung der Schadensfunktionen ergibt sodann einen möglichen Schaden in einer Zelle.

Beim **Vergleich mit früheren Schadenabschätzungen** ist zu berücksichtigen, dass diese Schadensermittlungen verschiedene Aspekte nicht einschließen, die zu deutlichen Abweichungen gegenüber anderen Erhebungen führen können. Dabei handelt es sich im Einzelnen um:

- Keine Einbeziehung des Wiederbeschaffungswertes (Neuwert) – Es wird der Zeitwert zu heutigen Marktpreisen betrachtet. Dieses führt beim Vergleich mit Versicherungsdaten, die mit Bezug zum Neuwert abgeschlossen werden, zu großen Unterschieden, die den Faktor 2 erreichen können.
- Keine Einbeziehung von Produktionsunterbrechung und Betriebsausfall - Für Handel und Dienstleistung, Gewerbe und Industrie ist die Schadensart oft wichtiger als der erlittene Sachschaden. Aus Ereignisdaten kann entnommen werden, dass Schäden durch Produktionsunterbrechung und Betriebsausfall zwischen dem 1- bis 4-fachen des direkten Schadens dieser Sparte betragen kann. Auf eine Ermittlung wurde verzichtet, da bei großräumigen Überschwemmungen auch Betriebe, die nicht direkt betroffen sind, Unterbrechungsschäden erleiden können.
- Keine Berücksichtigung von Schäden an Fahrzeugen - Diese können 2 – 7 % der Schadenssumme bedingen.
- Keine Berücksichtigung von Kosten des Katastrophenschutzes und des Einsatzes von Feuerwehr und Rettungskräften - Die großen Hochwasserereignisse 1997 in Deutschland an der Oder und 1995 in den Niederlanden am Rhein haben Einsatzkosten in Höhe von mehreren 100 Millionen Euro verursacht.
- Keine Berücksichtigung der Schäden an Hochwasserschutzanlagen und anschließend erforderliche Ertüchtigung derselben. Die bei den Ereignissen festgestellten Schäden an Hochwasserschutzanlagen betragen oft 30 % des Gesamtschadens und können die privaten Schäden übertreffen. Sie sind schwer zu schätzen, insbesondere wenn Neuanlagen erforderlich sind.
- Keine Einbeziehung schadenmindernder Maßnahmen.
- Beschränkung landwirtschaftlicher Schäden auf den Ertragsausfall ohne Berücksichtigung von Intensivkulturen und Schäden an zugehörigen Infrastrukturanlagen, da im CORINE-Datensatz diese Sondernutzungen nicht gesondert gekennzeichnet sind.

5. Ergebnisse

5.1 Allgemeines

Die ermittelten Schäden sind reine Sachschäden und basieren auf einem Zeitwert der geschädigten Güter.

Für die jeweils betrachtete Teilfläche stellen die angegebenen Vermögensschäden den unteren Grenzwert bei der ermittelten Überschwemmungstiefe dar.

Es wird daran erinnert, dass die dargestellten Schäden in ihrer Gesamtheit nicht bei einem einzigen Ereignis auftreten werden; die Angaben sind lediglich für einzelne Flussabschnitte realistisch. Die Summe der Schäden verweist auf kein konkretes Ereignis und wurde nur zur Vereinfachung der Darstellung und zur Hervorhebung des globalen Schadenpotentials ausgewählt.

5.2 Gefährdete Flächen

Tabelle 1: gefährdete Flächen in km²

Rheinabschnitte	nach Überschwemmungstiefe			nach Landnutzungseinheiten				
	gesamte Fläche	Tiefe < 0,5 m	Tiefe 0,5-2 m	Tiefe > 2 m	Siedlung	Industrie und Verkehr	Landwirtschaft	Sonstige (incl. Wald)
Hochrhein	78,8	62,4	15,7	0,7	1,5	0,4	10,8	66,1
Oberrhein	1.839,5	223,0	685,4	931,1	166,3	82,6	1.108,3	482,3
Mittelrhein	52,5	4,1	11,2	37,2	17,5	4,6	18,7	11,7
Niederrhein	1.355,9	119,3	320,9	915,7	218,1	74,6	952,2	111,0
Rheindelta	11.272,2	2.459,2	1.784,0	7.029,0	1.186,9	291,8	8.785,7	1.007,8
Summe	14.598,9	2.868,0	2.817,2	8.913,7	1.590,5	454,0	10.875,7	1.678,9

Bei extremen Hochwasserereignissen treten auf je 20 % der gesamten überschwemmbar Fläche von 14.600 km² am Rhein nur geringe (0 - 0,5 m) beziehungsweise mittlere (0,5 - 2 m) Wassertiefen auf. Flächen mit stark erhöhter Gefährdung (Tiefe größer 2 m) befinden sich vor allem in den durch Deiche geschützten Gebieten. Bedingt durch die geringe Höhenlage - zum Teil sogar unter dem Meeresspiegel - liegen am Deltarhein 79 % der tief überschwemmbar Flächen.

Am Mittelrhein - mit seinen bereits im Mittelalter direkt am Rheinufer errichteten Städten ist der Siedlungsanteil mit 34 % der betroffenen Fläche deutlich höher als an den übrigen Rheinabschnitten (zwischen 9 und 16 %). Die Nutzungsintensität der überschwemmungsgefährdeten Talböden ist am Nieder- und Deltarhein am höchsten. Hier umfassen die schadenrelevanten Flächen (Siedlung, Industrie und Verkehr, Landwirtschaft) 90% der gesamten betroffenen Fläche, während es vergleichsweise am Ober- und Mittelrhein nur 74 % sind.

5.3 Möglicherweise betroffene Personen

Tabelle 2: Möglicherweise betroffene Personen

Rheinabschnitt	Betroffene Personen	davon gefährdete Personen
	auf Überschwemmungsflächen	ab Wassertiefe > 200 cm
Hochrhein	7.400	100
Oberrhein	777.400	322.400
Mittelrhein	73.300	45.200
Niederrhein	1.264.200	557.400
Rheindelta	8.564.000	4.576.900
Summe	10.686.300	5.502.000

Mehr als 10 Millionen Personen leben in den bei Extremhochwasser überschwemmbar Gebieten am Rhein. Die unterschiedliche Besiedlungsdichte wird beim Vergleich zwischen Ober- und Niederrhein deutlich. Am Oberrhein ist eine wesentlich größere überschwemmbar Fläche (+36%) vorhanden, die Anzahl möglicherweise betroffener Personen ist jedoch deutlich geringer (-39%) als am Niederrhein.

Infolge der großen Siedlungsdichte am Rheindelta ist an diesem Stromabschnitt der Anteil betroffener Personen höher (+3%) als es dem Flächenanteil entsprechen würde. Für ungefähr die Hälfte der betroffenen Personen besteht eine erhöhte Gefährdung.

5.4 Ermittelte mögliche Schäden bei Extremereignissen

Tabelle 3: mögliche Sachschäden in Millionen Euro

Rheinabschnitte	Siedlung	Industrie und Verkehr	Landwirtschaftliche Erträge	Summe
Hochrhein	32,6	4,8	0,8	38,3
Oberrhein	8.224,5	3.671,9	81,7	11.978,0
Mittlerhein	1.336,3	350,1	1,0	1.687,4
Niederrhein	16.458,9	3.788,5	85,6	20.333,0
Rheindelta	111.011,8	19.244,0	610,6	130.866,4
Summe	137.064,2	27.059,2	779,7	164.903,1

Unter betroffenen Vermögenswerten wird die Gesamtheit aller sich auf den Überschwemmungsflächen befindlichen Werte verstanden. Sie wurde für alle Rheinabschnitte mit 750 Milliarden Euro bestimmt. Von dieser Gesamtheit kann jedoch nur entsprechend der Überschwemmungstiefe und der Empfindlichkeit ein bestimmter Anteil geschädigt werden.

Wegen des hohen Anteils an Siedlungsfläche sind die Schäden pro Flächeneinheit am Mittelrhein mit 32 Euro/m² deutlich höher als am Niederrhein (15 Euro/m²) oder am Rheindelta (12 Euro/m²). Der Durchschnittsschaden sinkt auf 6,5 Euro/m² am Oberrhein und auf 0,5 Euro/m² am Hochrhein. Die Zahlen belegen die bedeutend geringere Nutzungsintensität an den letztgenannten Flussabschnitten.

74 % der betroffenen Fläche werden heute landwirtschaftlich genutzt, aber 83 % aller Schäden treten im Siedlungsgebiet auf, das nur über einen Flächenanteil von 11 % verfügt.

Mit nur 16 % der Gesamtschäden (3 % der Fläche) ist der Anteil von Industrie und Verkehr überraschend klein. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass - wie bereits erwähnt - der Betriebsausfall bei der Berechnung nicht einbezogen wurde. Nimmt man jedoch für diese nicht erfassten Schäden des Betriebsausfalls einen Multiplikationsfaktor von 3 bis 4 an, so erhöht sich die potentielle Schadenssumme in dieser Sparte auf 80 bis 110 Milliarden Euro und erreicht so den für diese Sparte zu erwartenden Gesamtschaden.

5.5 Besonderheiten im Rheindelta

Verschiedene niederländische Studien haben im Vergleich zu obigen Werten ein wesentlich höheres Schadenpotential für den Deltarhein ermittelt. Dies ist im Siedlungs- und Industriebereich auf die bereits erwähnte Beschränkung auf direkte Sachschäden, das heißt, ohne Wertschöpfungsverluste und ohne Folgeschäden, zurückzuführen. Des Weiteren ergibt sich auch im Landwirtschaftsbereich durch die Beschränkung auf durchschnittliche Ertragseinbußen eine viel kleinere Schadenssumme. Die Besonderheiten der niederländischen Landwirtschaft mit intensiver Tierzucht und großflächigen Intensivkulturen (Glashäuser) werden im gewählten Ansatz zu wenig berücksichtigt. Bei den im Rheindelta auftretenden sehr großen Überschwemmungstiefen muss mit wesentlichen Folgeschäden (zerstörte Infrastruktur, Ertragsausfall über mehrere Ernten) gerechnet werden, die in diesem Ausmaß im übrigen Rheingebiet nicht auftreten.

6. Anlagen

Die Anlagen enthalten für das Verständnis des Atlas wichtige tabellarische Zusammenstellungen. Sie wurden dem Abschlussbericht des Konsortiums mit dem Titel: „Übersichtskarten der Überschwemmungsgefährdung und der möglichen Schäden bei Extremhochwasser am Rhein – Vorgehensweise zur Ermittlung der überschwemmungsgefährdeten Flächen sowie Vorgehensweise zur Ermittlung der Vermögenswerte“ - (2001) entnommen. Der Bericht ist auf Anfrage bei der IKSR erhältlich.

Pegel	Rhein-km	HQ10	HQ100	HQ200
	km	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Maxau	362	4030	4790	5000
Worms	444	4470	5880	6000
Mainz	498	5480	7410	7960
Kaub	546	5680	7530	8090
Koblentz	592	6140	8200	8830
Andernach	614	8740	11730	12700
Bonn	655	8760	11700	12600
Köln	688	8900	12000	12900
Ruhrort	781	9200	12400	13400
Rees	837	9170	12300	13300
Emmerich	852	9100	12200	13100

Wiederkehrperioden ausgewählter Messstellen und zugehörige Durchflüsse

Vorgehensweise bei der Erstellung der Karten der Überschwemmungsgefährdung

Die dargestellten Überschwemmungsgrenzen der Hochwasser mit einer Wiederkehrperiode von 10 und 100 Jahren lagen für den gesamten Betrachtungsraum bei den regionalen wasserwirtschaftlichen Dienststellen vor.

Die aufgezeigten Überschwemmungstiefen bei Extremereignissen sind das Ergebnis einfacher hydraulischer Modellierungen. Zur Anwendung kam ein vereinfachtes Überflutungsmodell, das ausgehend von der jeweils für den Flusskilometer im Flussbett vorgegebenen Wasserspiegelhöhe die Überflutung so lange nach außen überträgt, bis im stationären Zustand die gesuchte Überschwemmungsgrenze im Gelände ermittelt war. Hindernisse wie Bahndämme und Durchlässe wurden insoweit berücksichtigt, wie diese in Geländemodellen abgebildet sind. Die Subtraktion der Geländehöhe von den Wasserständen lieferte die Überschwemmungstiefen.

Im Bereich der staugeregelten und deichgeschützten Rheinstrecke ist das Versagen an der jeweils ungünstigsten Stelle eines Deiches angenommen worden, wobei wieder der Wasserspiegel nach außen in das Gelände extrapoliert wurde, was vereinfachend einer Annahme des Fehlens von Schutzdeichen bei unverändertem Wasserspiegel entspricht. Auf niederländischem Gebiet stellt die niedrigste Deichhöhe das Bezugsniveau dar, bei dem der gesamte Polder überflutet ist.

Ergebnis dieser Vorgehensweise ist eine Umhüllende von vielen möglichen Deichbruchszenarien, die für jeden Abschnitt die maximal zu erwartenden Wasserstände bei einem stationären Endzustand wiedergibt. Dieser kann jedoch nur in einem begrenzten Raum auftreten, da normalerweise ein Überströmen oder ein Deichbruch einen Retentionseffekt hat und der Wasserspiegel im Rhein flussabwärts unmittelbar deutlich absinken würde.

Tabelle: Hydrologische Grundlagen

Hydrologische Grundlagen						
Rheinabschnitte	Hochrhein	südl. Oberrhein, staugerecht	nördl. Oberrhein, deichgeschützt	Mittelrhein	Niederrhein	Deltarhein
Rheinkilometer	0 - 170	>170 - 334	>334 - 529	>529 - 642	>642 - 857	>857 - 1030
Länder	Schweiz, Baden-Württemberg	Frankreich, Baden-Württemberg	Frankreich, Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz, Hessen	Rheinland-Pfalz, Hessen, Nordrhein-Westfalen	Nordrhein-Westfalen	Niederlande
HQ ₁₀	entspricht im Maßstab 1:100.000 der Uferlinie	entspricht im Maßstab 1:100.000 der Uferlinie	entspricht im Maßstab 1:100.000 der Uferlinie, teils auch der Sommerdeichlinie	entspricht im Maßstab 1:100.000 der Uferlinie	entspricht weitestgehend der Uferlinie	entspricht der Uferlinie
HQ ₁₀₀	entspricht der Wasser - Landlinie des Hochwasserereignis des Mai 1999	entspricht der ersten Deichlinie	entspricht der Winterdeichlinie	entspricht im Maßstab 1:100.000 der Uferlinie	entspricht der Hauptdeichlinie	entspricht der Hauptdeichlinie
HQ _{Extrem}	liegt einen Meter über dem Hochwasserereignis des Mai 1999, am Untersee ist der Zuschlag auf einen halben Meter reduziert	ist als aufgemessene Wasserspiegellage des historischen Hochwasserereignis von 1882 angesetzt ¹	entspricht der Wasserspiegellage von HQ ₂₀₀ + 0,5 Meter, Deichversagen an der ungünstigsten Stelle in einem geschlossenen System ²	Wasserspiegellage von HQ ₂₀₀ + 0,5 Meter, im Maßstab 1:100.000 streckenweise deckungsgleich mit der Uferlinie	Wasserspiegellage von HQ ₂₀₀ , Deichversagen an der tiefsten Stelle eines Deichsystems (Polder)	Wasserspiegellage von HQ ₁₂₅₀ , Deichversagen an der tiefsten Stelle eines Deichsystems (Polder)
¹ wegen der hydraulische Besonderheiten des staugeregelten Rheinabschnittes zwischen Basel und Iffezheim mit einem teilweise zweiachsigen Deichsystem und einem Schutzgrad von 1000 Jahren Wiederkehrintervall sind zur Ableitung der Überschwemmungsflächen des HQEXTREM Deichbruchszenarien gewählt ² in Hessen ist die Insel Kühkopf bei HW10 überstaut						

Tabelle: Verwendete Geländemodelle

Verwendete Digitale Höhenmodelle							
	Schweiz	Frankreich	Baden-Württemberg	Hessen	Rheinland-Pfalz	Nordrhein-Westfalen	Niederlande
DHM	DHM25 Matrixmodell	Base de données altimétrique (Bd Alti)	DHM Baden-Württemberg	DHM 40	DGM Rheinland-Pfalz	Geländemodell der Studie "Potentielle Hochwasserschäden am Rhein in NRW bestehend aus Einzelmodellen mit verschiedenen Ausgangsdaten. Datenbasis DGM5 und DGM25 vereinzelt mittels Geländemodellen Dritter bzw. aus digitalisierten Höhenlinien oder Kanalkatasterdaten interpolierter Modelle ergänzt. Die vertikale Genauigkeit schwankt, im Bereich des DGM5 liegt sie bei 2-5 m.	Digitales Geländemodell bzw. Überflutungsmodell der Untersuchung "Overstromingsrisico's Buitendijkse Gebieden" des Directoraat-General Rijkswaterstaat (1999)
horizontale Auflösung	25 m	50 m	50 m	40 m	20 m		
vertikale Auflösung	1 m	1 m	1 m	1 dm	dm		
Genauigkeit der Höhen	im Mittel 1 - 2 m, im Mittelland rund 1,5 m und in den Alpen rund 5 bis 8m	im Mittel 2,5 m	zwischen ± 2-3m	zwischen ± 1-3m, teils 5m	durchschnittliche Höhengenaugkeit 0,5 m in Waldgebieten ± 2-5m		
abgeleitet aus	Interpolation aus der Landeskarte 1:25.000	Höhenlinien von topographischen Karten im Maßstab 1:25.000 mit Äquidistanzen von 5-40 m	photogrammetrische Auswertung von Luftbildern aus den 70er Jahren	photogrammetrische Auswertung von Luftbildern	Interpolation aus der Deutschen Grundkarte 1:5000		
Anmerkungen			Ergänzend sind für den Zuständigkeitsraum der Gewässerdirektion Lahr, die Städte Mannheim und Karlsruhe Laser-Scan-Daten hinzugenommen worden, ferner Höhendaten aus der DGK5				

Tabelle: Spezifische Vermögenswerte deutscher Bundesländer

Spezifische Vermögenswerte Baden-Württemberg			
Nutzungsklasse:	Wert je m ² immobil	Wert je m ² mobil	Gesamt
1 Siedlung	268,- Euro pro m ²	54,- Euro pro m ²	322,- Euro pro m ²
2 Industrie	262,- Euro pro m ²	83,- Euro pro m ²	345,- Euro pro m ²
3 Verkehr	246,- Euro pro m ²	2,- Euro pro m ²	249,- Euro pro m ²
4 landwirtschaftliche Nutzfläche			6,- Euro pro m ²
5 Forst			2,- Euro pro m ²
6 Sonstige			kein Wert

Spezifische Vermögenswerte Hessen			
Nutzungsklasse:	Wert je m ² immobil	Wert je m ² mobil	Gesamt
1 Siedlung	231,- Euro pro m ²	51,- Euro pro m ²	282,- Euro pro m ²
2 Industrie	258,- Euro pro m ²	80,- Euro pro m ²	338,- Euro pro m ²
3 Verkehr	300,- Euro pro m ²	3,- Euro pro m ²	303,- Euro pro m ²
4 landwirtschaftliche Nutzfläche			7,- Euro pro m ²
5 Forst			1,- Euro pro m ²
6 Sonstige			kein Wert

Spezifische Vermögenswerte Rheinland-Pfalz			
Nutzungsklasse:	Wert je m ² immobil	Wert je m ² mobil	Gesamt
1 Siedlung	181,- Euro pro m ²	41,- Euro pro m ²	222,- Euro pro m ²
2 Industrie	259,- Euro pro m ²	81,- Euro pro m ²	340,- Euro pro m ²
3 Verkehr	143,- Euro pro m ²	1,- Euro pro m ²	144,- Euro pro m ²
4 landwirtschaftliche Nutzfläche			5,- Euro pro m ²
5 Forst			1,- Euro pro m ²
6 Sonstige			kein Wert

Spezifische Vermögenswerte Nordrhein-Westfalen			
Nutzungsklasse:	Wert je m ² immobil	Wert je m ² mobil	Gesamt
1 Siedlung	231,- Euro pro m ²	59,- Euro pro m ²	289,- Euro pro m ²
2 Industrie	231,- Euro pro m ²	80,- Euro pro m ²	311,- Euro pro m ²
3 Verkehr	263,- Euro pro m ²	2,- Euro pro m ²	265,- Euro pro m ²
4 landwirtschaftliche Nutzfläche			9,- Euro pro m ²
5 Forst			1,- Euro pro m ²
6 Sonstige			kein Wert

Bei der landwirtschaftlichen Nutzfläche handelt es sich um durchschnittliche Jahreserträge, ergänzt durch den Wert des im CORINE-Datensatzes nicht erfassten Anteils „Öffentlicher Tiefbau“.

Tabelle: Spezifische Vermögenswerte der Schweiz, Frankreichs und der Niederlande

Spezifische Vermögenswerte Schweiz			
Nutzungsklasse:	Wert je m ² immobil	Wert je m ² mobil	Gesamt
1 Siedlung	275,- Euro pro m ²	65,- Euro pro m ²	340,- Euro pro m ²
2 Industrie	287,- Euro pro m ²	96,- Euro pro m ²	383,- Euro pro m ²
3 Verkehr	292,- Euro pro m ²	3,- Euro pro m ²	294,- Euro pro m ²
4 landwirtschaftliche Nutzfläche			7,- Euro pro m ²
5 Forst			1,- Euro pro m ²
6 Sonstige			kein Wert

Spezifische Vermögenswerte Frankreich			
Nutzungsklasse:	Wert je m ² immobil	Wert je m ² mobil	Gesamt
1 Siedlung	217,- Euro pro m ²	51,- Euro pro m ²	268,- Euro pro m ²
2 Industrie	229,- Euro pro m ²	76,- Euro pro m ²	305,- Euro pro m ²
3 Verkehr	232,- Euro pro m ²	2,- Euro pro m ²	234,- Euro pro m ²
4 landwirtschaftliche Nutzfläche			7,- Euro pro m ²
5 Forst			1,- Euro pro m ²
6 Sonstige			kein Wert

Spezifische Vermögenswerte Niederlande			
Nutzungsklasse:	Wert je m ² immobil	Wert je m ² mobil	Gesamt
1 Siedlung	252,- Euro pro m ²	59,- Euro pro m ²	311,- Euro pro m ²
2 Industrie	262,- Euro pro m ²	87,- Euro pro m ²	350,- Euro pro m ²
3 Verkehr	266,- Euro pro m ²	2,- Euro pro m ²	268,- Euro pro m ²
4 landwirtschaftliche Nutzfläche			7,- Euro pro m ²
5 Forst			1,- Euro pro m ²
6 Sonstige			kein Wert

Tabelle: Schadensfunktionen

Schädigungsfunktion	Funktionstyp
SF_Siedlung, immobil	$Y = 2x^2 + 2x$
SF_Industrie, immobil	$Y = 2x^2 + 2x$
SF_Verkehr, immobil	$\{0..1\} Y=10x \quad \text{ab } 1 Y=10$
SF_Ausrüstung Wirtschaft	$Y = 11 * x + 7,5$
SF_Ausrüstung Wohnen	$Y = 12 * x + 16,25 \quad \{x=1..7\}$
SF_Ausrüstung Staat	$Y = 7 * x + 5$
SF_Siedlung, mobil (35%Wirtschaft, 60%Wohnen, 5%Staat)	$Y = 11,4 * x + 12,625$
SF_Industrie, mobil	$Y = 7 * x + 5$
SF_Verkehr, mobil	$\{0..1\} Y=10x \quad \text{ab } 1 Y=10$
SF_lwNF	$Y = 1$
SF_Forst	$Y = 1$

x = Wasserstand in Meter Y = Schädigungsgrad in Prozent

Der geringe Schädigungsgrad bei den landwirtschaftlichen Nutzflächen ergibt sich aus den großen, aber schadenunempfindlichen Vermögenswerten des öffentlichen Tiefbaus, die wegen des begrenzten Auflösungsvermögens des CORINE-Datensatzes in dieser Nutzungsklasse enthalten sind. Der Wert von 0,05 bis 1,0 Euro pro m² entspricht einem durchschnittlichen Ertragsverlust von Acker und Wiese bei Hochwasser.