

**WIFO**

A-1103 WIEN, POSTFACH 91  
TEL. 798 26 01 • FAX 798 93 86

 **ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR  
WIRTSCHAFTSFORSCHUNG**

**Hochwasserschutz in der Wachau**

**Eine Kosten-Wirksamkeitsanalyse von  
Baumaßnahmen in Dürnstein, Spitz  
und Weißenkirchen**

**Angela Köppl, Franz Sinabell**

**September 2003**

# **Hochwasserschutz in der Wachau**

## **Eine Kosten-Wirksamkeitsanalyse von Baumaßnahmen in Dürnstein, Spitz und Weißenkirchen**

**Angela Köppl, Franz Sinabell**

Studie des Österreichischen Instituts für Wirtschaftsforschung  
im Auftrag des Amtes der Niederösterreichischen Landes-  
regierung

Begutachtung: Franz Pretenthaler, Stefan Schleicher  
(Universität Graz)

Wissenschaftliche Assistenz: Alexandra Wegscheider,  
Dietmar Weinberger

September 2003

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Ausgangssituation</b>	<b>1</b>
<b>2. Methodischer Hintergrund</b>	<b>3</b>
<b>3. Daten zum Hochwasserereignis 2002 und 1991</b>	<b>6</b>
<b>4. Kosten-Wirksamkeit von Bauten zum Hochwasserschutz im Projektgebiet</b>	<b>8</b>
4.1 <i>Untersuchte Schäden und Vermeidungsstrategien</i>	8
4.2 <i>Schätzung der erwarteten Schäden durch Hochwasser im Projektgebiet</i>	9
4.2.1 <i>Die Methode im Überblick</i>	9
4.2.2 <i>Die angewandte Methode</i>	10
4.2.3 <i>Schätzung der erwarteten Schäden und der Schadensminderung</i>	13
4.3 <i>Kosten der baulichen Hochwasserschutzmaßnahmen</i>	15
4.4 <i>Kosten-Wirksamkeit der Hochwasserschutzmaßnahmen im Projektgebiet</i>	18
<b>5. Schlussfolgerungen</b>	<b>21</b>
5.1 <i>Ergebnisse der Kosten-Wirksamkeitsanalyse</i>	21
5.2 <i>Konsequenzen aus der Untersuchung</i>	22
5.3 <i>Elemente einer umfassenden Analyse und weiterer Forschungsbedarf</i>	23
<b>Literaturhinweise</b>	<b>25</b>
<b>Anhang</b>	<b>26</b>

## 1. Ausgangssituation<sup>1)</sup>

Das Ausmaß des Hochwasserereignisses 2002 in Niederösterreich hat beträchtliche Effekte in Form von Vermögensschäden sowie Produktionsausfällen im privaten und öffentlichen Sektor verursacht. Der Umfang der verursachten Schäden und die Betroffenheit weiterer Bevölkerungskreise durch dieses extreme Wetterereignis haben die Frage einer Verbesserung des Hochwasserschutzes sowie einer effizienten Dimensionierung von Schutzmaßnahmen aufgeworfen. Damit im Zusammenhang ist die Forderung nach Richtlinien zur Festlegung des Schutzniveaus vor extremen Wetterereignissen zu sehen. Eine geeignete Entscheidungsbasis würden eine Risikoanalyse sowie ökonomische Analysen nach Regionen darstellen. Aus den Ergebnissen dieser Analysen könnten Empfehlungen für ein "optimales" Risikomanagement abgeleitet werden.

Eine ökonomische Methode zur Beurteilung von Projekten, die in der Regel zumindest zum Teil aus öffentlichen Mitteln finanziert werden, stellt die Kosten-Nutzen-Analyse bzw. Kosten-Wirksamkeitsanalyse dar. In einer Kosten-Nutzen-Analyse werden beide Kategorien, also Kosten und Nutzen monetär bewertet (z. B. "die Vermeidung von Schäden im Ausmaß von 10 Mio. € kostet 9 Mio. €"). Der Rahmen einer Kosten-Nutzen-Analyse erlaubt eine Prioritätenreihung zwischen alternativen Maßnahmenbündeln und zeigt die ökonomischen Effekte alternativer Projekte im Detail auf. In einer Kosten-Wirksamkeitsanalyse, einer einfacheren Methode, wird beurteilt zu welchen Kosten ein bestimmter Hochwasserschutz (z. B. "Schutz gegen ein 30-jährliches Ereignis") erreicht werden kann, ohne dass die Nutzen-Seite monetär bewertet wird.

In einer umfassenden ökonomischen Analyse sollten auf sehr differenzierte Weise die einzelnen Nutzen-Kategorien, die von einem Projekt berührt werden, den zu erwartenden Kosten gegenübergestellt werden. Darunter fallen wichtige Kategorien wie z. B. ökologische Kriterien, die in der vorliegenden Stellungnahme nicht berücksichtigt werden. Im Zuge einer ausführlichen Untersuchung sollte auch der Fragenkomplex berücksichtigt werden, dass sich die persönliche Risikowahrnehmung von Betroffenen häufig von objektiv abgeleiteten Risiken unterscheidet. Die vorliegende Untersuchung klammert wegen der sehr eng gestellten Fragestellung diese Aspekte allerdings aus.

In vereinfachter Form wird im Folgenden das Instrument einer Kosten-Wirksamkeitsanalyse für die Gemeinden Dürnstein, Spitz an der Donau und Weißenkirchen in der Wachau angewendet. Die Interpretation der Ergebnisse ist dahingehend beschränkt, als Kosten und Wirksamkeit lediglich auf einer hohen Aggregationsstufe betrachtet werden. Dies liegt zu einem Gutteil darin begründet, dass die Daten über die Schäden durch das Hochwasser 2002 nicht in geeigneter Form vorliegen.

---

<sup>1)</sup> Die Autorin und der Autor danken Dr. Hubert Holzmann vom Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und Konstruktiven Wasserbau an der BOKU Wien und Dr. Franz Pretenthaler und Prof. Dr. Stefan Schleicher, Universität Graz sowie Dipl.-Ing. Gerhard Streicher, Joanneum Research Wien, für wertvolle Anregungen.

Übersicht 1: Schadenskategorien

Schadenssumme	Förderung						Fälle	Versicherung	Ausschöpfung Maßnahmen in %
	Bund	Länder	Gemeinden	EU	insg.				
<b>Haushalte</b> Gebäude Langlebige Konsumgüter Andere Schäden									
<b>Betriebe</b> Gebäude Ausrüstungsgüter Lager Produktionsausfälle Andere Schäden									
<b>Land- / Forstwirtschaft</b> Wirtschaftsgebäude Ausrüstungsgüter Schäden an Vorräten und Vieh, Ernteschäden Andere Flurschäden Andere Schäden									
<b>Öffentliche Hand</b> Gebäude Langlebige Konsumgüter Infrastruktur: Straßen Wasser und Abwasser Schutzwasserbau Übrige Infrastruktur Andere Schäden									
<b>Andere Betriebe</b> <b>ÖBB</b> Infrastruktur Gebäude Produktionsausfälle Andere Schäden <b>Post/Telekommunikation</b> Infrastruktur Gebäude Produktionsausfälle Andere Schäden <b>Elektrizität</b> Infrastruktur Gebäude Produktionsausfälle Andere Schäden									

Für fiskalische Maßnahmen Angaben soweit vorhanden, vorzugsweise sektorale Gliederung.

Eine Bewertung wirtschaftlicher Folgen von Extremereignissen in Österreich ist aufgrund einer fehlenden Datengrundlage nicht möglich. Vorbedingung für eine ökonomische Analyse extremer Wetterereignisse ist die Erfassung der Schäden anhand eines standardisierten Konzepts. Um diese Lücke für die Zukunft zu schließen, wurde im Rahmen dieser Stellungnahme sowie anderer Projekte der Versuch unternommen eine Systematik zu erarbeiten, die als

Grundlage für die Schadenserfassung künftiger extremer Wetterereignisse herangezogen werden könnte. In Übersicht 1 wird die Systematik, nach welcher Detaillierung die Schadensfälle zu erfassen wären, um für differenzierte ökonomische Analysen nutzbar zu sein, dargestellt. Die ausgewiesenen Kategorien wären gegebenenfalls um ökologische Kriterien zu ergänzen.

Eine Unterscheidung zwischen Schäden an Anlagegütern (z. B. Gebäude, Kanalnetz, . . .), Produktionsausfällen und Schäden an Konsumgütern ist für die jeweils Betroffenen möglicherweise ohne Belang. Aus ökonomischer Sicht ist eine solche Unterscheidung nötig, damit die volkswirtschaftlichen Kosten vor allem in dynamischer Hinsicht ermittelt werden können.

## 2. Methodischer Hintergrund

Bei Maßnahmen zum Schutz vor Hochwasser handelt es sich um klassische *öffentliche* Güter mit *externen* Effekten.

Personen, Unternehmen und öffentliche Einrichtungen in einem hochwassergefährdeten Gebiet bilden eine Gruppe von Akteuren, die durch die räumliche Abgrenzung definiert ist. Sie können sich gegen physische Schäden durch Hochwasser durch verschiedene Maßnahmen schützen:

⇒ Individuelle Maßnahmen

- Unterlassen von Aktivitäten (z. B. Bauten, landwirtschaftliche Produktion) im gefährdeten Gebiet
- schadensmindernde Maßnahmen
  - im Vorfeld von Ereignissen (z. B. kein Bau von Kellern, Wiesen- statt Ackernutzung)
  - im Hochwasserfall (z. B. Abdichten von Kanälen, Räumen von Lagern, Inventar, Vorräten und Vieh, Stilllegung des Betriebs)

⇒ Beispiele für kollektive Maßnahmen

- Errichtung und Wartung von Schutzeinrichtungen im betroffenen Gebiet;
- Schaffung von Retentionsräumen im Oberlauf;
- Maßnahmen zur langfristigen Minderung von Schadenereignissen (z. B. Verminderung Kohlendioxidausstoß).
- Raumplanung

Zur Absicherung gegen ökonomische Schäden dienen Versicherungen, wobei die derzeitigen Lösungen allerdings verbesserungswürdig sind. Akteure in gefährdeten Gebieten, die nicht bei Versicherungsunternehmen individuell gegen Schäden versichert sind, sind im ökonomischen Sinn dennoch versichert, ohne Prämien zu zahlen. Die öffentliche Hand übernimmt nämlich die teilweise Abdeckung der Schäden aus Mitteln des Katastrophenfonds. Für den Fall dass weder Versicherungsunternehmen noch die öffentliche Hand zur Schadensdeckung bereitstünden, müssten die Betroffenen für den Schaden zur Gänze selber aufkommen. Die

jährliche "Prämie" würde in diesem Fall den diskontierten erwarteten Schäden je Jahr entsprechen.

Externe Effekte von Schutzmaßnahmen durch die potentiell Betroffenen ergeben sich aus mehreren Gründen, die jeweils kombiniert auftreten können:

- im Fall von Investitionen in Retentionsräume profitieren auch Akteure im Unterlauf;
- im Fall von Investitionen in Schutzbauten im unmittelbar gefährdeten Gebiet können Akteure im Unterlauf potentiell höher gefährdet werden, weil der Abfluss beschleunigt wird;
- Dämme versperren möglicherweise die Sicht und mindern dadurch den Nutzen von Anliegern und Besuchern;
- im Fall von reinen Versicherungslösungen (ob durch Versicherungsunternehmen oder die öffentliche Hand) wird zwar der ökonomische Schaden der unmittelbar Betroffenen verringert, es können aber ökologische Schäden auftreten, die der Allgemeinheit angelastet werden; andererseits profitieren lokale Unternehmen vom Wiederaufbau.

Schutzmaßnahmen (gleich welcher Art) verursachen Kosten (einschließlich Opportunitätskosten). Zur Festlegung des optimalen Schutzniveaus in einem potentiellen Schadensgebiet müssen die Grenzkosten der Schadensvermeidung gegen den Grenznutzen abgewogen werden unter Einbeziehung der externen Effekte der jeweiligen Schutzmaßnahmen. Die sozialen Kosten bzw. der soziale Nutzen sind in der Bewertung zu berücksichtigen. Die Entscheidungsregel für einen typischen Verlauf von Grenzkosten- und Grenznutzen aufgrund von Schadensvermeidung durch Schutzbaumaßnahmen ist in Abbildung 1 skizziert.

Maßnahmen zur Schadensminderung mit positiven externen Effekten werden von individuellen Akteuren, die von diesen Maßnahmen profitieren, nicht im optimalen Ausmaß getätigt (vgl. *Mueller*, 2003, 18ff). Der Grund dafür ist, dass hier Anreize zum Trittbrettfahrerverhalten wirken.

Wenn man von externen Effekten, die durch Schutzmaßnahmen ausgelöst werden absieht, lassen sich die Kosten relativ einfach ableiten (vgl. *LAWA*, 1998). Zur Quantifizierung des Nutzens müssen allerdings mehrere Herausforderungen bewältigt werden.

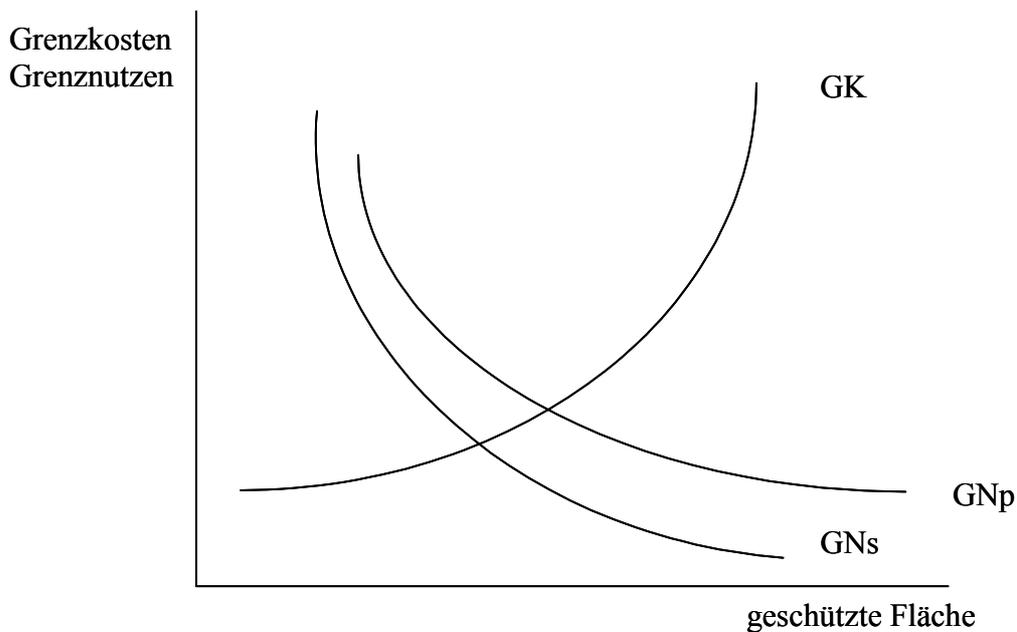
- Zunächst muss definiert werden, welcher Nutzen für die Entscheidung relevant ist (z. B. bloß Veränderungen der Wertschöpfung oder auch Vermögensänderungen; vgl. *Hanley – Spash*, 1993, *Schmidtke*, 1982 Abschnitt 7; *Schmidtke*, 1981; *USDA*, 1998, Kap. 4 und 5).
- Die einzelnen Nutzenkomponenten müssen monetär zu realen Preisen bewertet werden. Hierbei stellen vor allem die Nicht-Gebrauchswert-Komponenten des ökonomischen Gesamtwertes (vgl. *Pearce – Turner*, 1991) erhebliche Anforderungen an die Analyse.
- Wegen des Anreizes zum Trittbrettfahrerverhalten müssen Methoden zur Erfassung der Zahlungsbereitschaft eingesetzt werden, um die private Nachfrage nach Schutzmaßnahmen zu bestimmen.

- Es müssen plausible Szenarien über die künftige wirtschaftliche und raumordnerische Entwicklung in einer zu schützenden Region über lange Zeiträume erstellt werden, da z. B. Schutzbauten bis zu 100 Jahre halten.

Diese an sich schon schwierige Aufgabe wird weiter erschwert, wenn auch andere Effekte der Schutzmaßnahmen in die Analyse einfließen sollen und intangible Effekte in großem Ausmaß zu erwarten sind. Ein solches Unterfangen ist im Rahmen von Einzelprojekten gar nicht sinnvoll, sondern sollte auf der Ebene von Flusseinzugsgebieten erfolgen.

Mit einer Kosten-Wirksamkeitsanalyse umgeht man diese Herausforderungen. In einer Kosten-Nutzen-Analyse wird der erwartete soziale Grenznutzen gegen die erwarteten sozialen Grenzkosten der Schutzmaßnahme abgewogen (vgl. Abbildung 1). Wenn beide gleich groß sind, ist das optimale Schutzniveau erreicht.

**Abbildung 1:** Entscheidungsregel zur Festlegung des optimalen Schutzniveaus



**Abkürzungen:** GK Grenzkosten der Schadensvermeidung, GNp Grenznutzen der Akteure, die vom Bau einer Hochwasserschutzanlage profitieren, GNs sozialer Grenznutzen (GNp abzüglich des Saldos aus Schädigung/Vorteil anderer Akteure aufgrund der Schutzmaßnahme; zugrunde liegt die Annahme, dass Schäden die Vorteile überwiegen).

Q: WIFO-Darstellung.

In einer einfachen Kosten-Wirksamkeitsanalyse werden lediglich private Kosten solchen Indikatoren gegenübergestellt, von denen man annehmen kann, dass sie mit dem erwarteten Nutzen korrelieren. Allerdings besteht keine Gewissheit darüber, ob dies tatsächlich der Fall ist. Dennoch kann die Kosten-Wirksamkeitsanalyse wertvolle Beiträge zur Entscheidungsfindung

liefern. Solche Untersuchungen bieten für Privatpersonen gute Orientierungshilfen für individuelle Maßnahmen und es kann auf Basis solcher Untersuchungen auch entschieden werden, ob die viel umfangreichere Kosten-Nutzen-Bewertung sinnvoll und notwendig ist, um zu einer optimalen Entscheidung zu gelangen.

### **3. Daten zum Hochwasserereignis 2002 und 1991**

Die für die Kosten-Wirksamkeitsanalyse vorliegenden Daten zum Hochwasserereignis 2002 bzw. Hochwasserereignis 1991 weichen deutlich vom in Übersicht 1 vorgeschlagenen Detaillierungsgrad ab.

Etwa ist eine Differenzierung der erfassten Hochwasserschäden für die drei betrachteten Wachau-Gemeinden nicht nach Vermögensschäden privater Haushalte und Betriebe möglich. Auch weitere Detaillierungen nach Gebäude, Investitionsgüter bzw. langlebige Konsumgüter sowie die Bezifferung der Schäden aufgrund des Ausfalls von Produktion können aus den Schadensmeldungen bei der Landesregierung nicht vorgenommen werden. Hingegen können die Schadensmeldungen gemeindeweise zugerechnet werden, sodass Schadenssummen für die in die Analyse einbezogenen Wachau-Gemeinden Dürnstein, Spitz und Weißenkirchen vorliegen. Dies trifft sowohl auf die privaten Vermögensschäden als auch die Schäden im Gemeindevermögen zu. Diese Daten wurden dem WIFO von den zuständigen Abteilungen der Landesregierung Niederösterreich zur Verfügung gestellt. Zusätzliche Recherchen waren erforderlich, um den Schaden 2002 des Abwasserverbandes anteilmäßig den drei Gemeinden zurechnen zu können.

Für Dürnstein errechnen sich für die beiden Jahre die in Übersicht 2 ausgewiesenen Hochwasserschäden. Aus der Tabelle ist klar ersichtlich, dass das Schadensereignis 2002 ein vielfach stärkeres war als 1991. Nominell liegt die Schadenssumme 1991 bei 12% der gemeldeten Schäden im Jahr 2002. Bringt man die Schadenssumme auf eine gemeinsame Preisbasis (2002), erreichen die Vermögensschäden des Hochwassers 1991 15% der Schäden des Hochwasserereignisses 2002.

Setzt man die geleistete Beihilfe in Relation zur Schadenssumme ergibt sich für das Hochwasserereignis 1991 eine Förderquote von knapp 40%. Für das Hochwasser 2002 liegen noch keine endgültigen Ergebnisse vor, sodass die Berechnung einer Förderquote irreführend wäre. Für Beihilfenzahlungen zur Behebung der Schäden am Gemeindevermögen gilt z. B. folgendes: Für die geschätzten Schäden am Gemeindevermögen werden 20% als Vorauszahlung aus den Mitteln des Katastrophenfonds an die Gemeinden überwiesen. Die endgültige Höhe der Zuschüsse wird nach einem genauen Kostennachweis festgesetzt und lag zum Zeitpunkt der Fertigstellung der vorliegenden Stellungnahme nicht vor. Nach Gemeinden zugerechnet werden die Schäden des Abwasserverbandes. Die Schäden, die Dürnstein im Jahr 2002 aus der Mitgliedschaft beim Abwasserverband entstanden sind, betragen etwa 15.000 €.

Übersicht 2: Hochwasserschäden Dürnstein

	1991 zu laufenden Preisen			1991 zu Preisen 2002 <sup>1)</sup>		2002		
	Schadensfälle Anzahl	Schadenssumme Euro	Beihilfe	Schadenssumme Euro	Beihilfe	Schadensfälle Anzahl	Schadenssumme Euro	Beihilfe vorläufig
Vermögensschäden Haushalte und Betriebe	49	449.441	154.215	544.777	186.927	183	5.049.502	1.165.300
Landwirtschaftliche Schäden	53	135.334	65.107	164.041	78.918	56	165.483	68.800
Schäden am Gemeindevermögen	1	96.946	48.473	117.510	58.755	1	354.000	71.000
Gemeindeschaden - Abwasserverband	-	-	-	-	-	1	15.500	-
	103	681.721	267.795	826.328	324.600	241	5.584.485	1.305.100
Einwohner		1.002		1.002			931	
Schaden je EW (Euro pro Person)		680		825			5.998	

<sup>1)</sup> Deflationiert mit dem BIP-Deflator.

Von den drei in dieser Stellungnahme einbezogenen Wachau-Gemeinden weist Spitz an der Donau die höchsten Vermögensschäden sowohl im Jahr 1991 als auch 2002 auf. Auf Preisbasis 2002 machen die Vermögensschäden des Hochwassers 1991 etwas mehr als 16% der vorläufigen Schadenssumme des Hochwassers 2002 aus. 401 Geschädigte meldeten 2002 einen Vermögensschaden von insgesamt 19,2 Mio. €. Trotz insgesamt deutlich höherer Vermögensschäden fallen die geschätzten Schäden am Gemeindevermögen geringer aus als in Dürnstein. Mit 71.000 € liegt hingegen der Schaden, der Spitz aus der Mitgliedschaft im Abwasserverband entsteht wesentlich über dem Schaden von Dürnstein und Weißenkirchen.

Übersicht 3: Hochwasserschäden Spitz

	1991 zu laufenden Preisen			1991 zu Preisen 2002 <sup>1)</sup>		2002		
	Schadensfälle Anzahl	Schadenssumme Euro	Beihilfe	Schadenssumme Euro	Beihilfe	Schadensfälle Anzahl	Schadenssumme Euro	Beihilfe vorläufig
Vermögensschäden Haushalte und Betriebe	156	2.285.786	761.232	2.770.650	922.705	373	18.602.295	5.044.434
Landwirtschaftliche Schäden	54	229.578	101.143	278.276	122.598	26	183.730	73.600
Schäden am Gemeindevermögen	1	59.539	29.770	72.168	36.085	1	303.000	60.000
Gemeindeschaden - Abwasserverband	-	-	-	-	-	1	71.000	-
	211	2.574.903	892.145	3.121.095	1.081.388	401	19.160.025	5.178.034
Einwohner		1.931		1.931			1.769	
Schaden je EW (Euro pro Person)		1.333		1.616			10.831	

<sup>1)</sup> Deflationiert mit dem BIP-Deflator.

Die durchschnittlichen Pro-Kopf Schäden in Spitz an der Donau liegen für das Hochwasserereignis 2002 bei 10.831 €, der durchschnittliche Vermögensschaden je Einwohner in Dürnstein beträgt knapp 6.000 €. Weißenkirchen erreicht eine ähnliche Größenordnung wie Spitz.

Für Weißenkirchen in der Wachau erreichen die gemeldeten Vermögensschäden 2002 insgesamt 16,6 Mio. €. Besonders auffällig ist die hohe Summe der geschätzten Vermögensschäden am Gemeindevermögen. Diese werden auf 538.000 € geschätzt und liegen damit um etwa 200.000 € über den geschätzten Gemeindegeschäden in Spitz an der Donau und Dürnstein. Detailinformationen, welche Ursachen diese Differenzen begründen, liegen uns nicht vor. Während die Gemeindegeschäden des Hochwassers 2002 in Dürnstein und Spitz das drei- bis vierfache des Schadens des Hochwasserereignisses 1991 erreichen (Preisbasis 2002), liegen die geschätzten Schäden in Weißenkirchen um einen Faktor 12 über den Schäden aus dem Jahr 1991. Die Höhe der Schäden, die Weißenkirchen 2002 aus der Mitgliedschaft beim Abwasserverband entstanden sind, erreicht etwa 16.000 €.

#### Übersicht 4: Hochwasserschäden Weißenkirchen

	1991 zu laufenden Preisen			1991 zu Preisen 2002 <sup>1)</sup>			2002		
	Schadensfälle Anzahl	Schadenssumme Euro	Beihilfe	Schadenssumme Euro	Beihilfe	Schadensfälle Anzahl	Schadenssumme Euro	Beihilfe vorläufig	
Vermögensschäden Haushalte und Betriebe	105	1.336.667	512.946	1.620.202	621.753	264	15.986.819	4.453.346	
Landwirtschaftliche Schäden	68	152.804	50.375	185.217	61.061	21	105.171	43.200	
Schäden am Gemeindevermögen	1	36.685	18.343	44.467	22.234	1	538.000	96.000	
Gemeindegeschäden - Abwasserverband	-	-	-	-	-	1	16.000	-	
	174	1.526.156	581.664	1.849.886	705.047	287	16.645.990	4.592.546	
<i>Einwohner</i>		1.563		1.563			1.494		
<i>Schaden je EW (Euro pro Person)</i>		976		1.184			11.142		

<sup>1)</sup> Deflationiert mit dem BIP-Deflator.

## 4. Kosten-Wirksamkeit von Bauten zum Hochwasserschutz im Projektgebiet

### 4.1 Untersuchte Schäden und Vermeidungsstrategien

Laut den Zielvorstellungen der österreichischen Bundesregierung sind folgende Prioritäten in der Durchführung von Hochwasserschutzmaßnahmen zu beachten: "Die Schwerpunkte des integralen Hochwasserschutzes liegen in den Bereichen Risikoausweisung, Freihaltung von Gefährdungsgebieten und verstärktem Wasserrückhalt zur Dämpfung der Hochwasserwelle" (Pröll, 2003).

In der vorliegenden Untersuchung über die Wirksamkeit von Maßnahmen zur Schadensvermeidung werden nur Schutzbauten untersucht, ohne dass alternative Möglichkeiten zur

Schadensvermeidung bzw. -minderung beurteilt werden. Die folgenden Ausführungen sind daher unter diesem Aspekt zu werten und Schlussfolgerungen über die Reihung von Maßnahmenbündel müssen berücksichtigen, dass Alternativen, die gegebenenfalls günstiger wären, in der vorliegenden Untersuchung nicht berücksichtigt wurden.

Da der Nutzen der verschiedenen Vermeidungsstrategien nicht analysiert und daher auch nicht monetär bewertet wurde, muss ein Indikator gefunden werden, anhand dessen die Wirksamkeit von Maßnahmen gemessen werden kann. Hierfür wird jene Fläche gewählt, die durch die Maßnahme geschützt wird und zwar differenziert nach Grünland und Nicht-Grünland (bebaute Fläche und Verkehrsfläche).

## **4.2 Schätzung der erwarteten Schäden durch Hochwasser im Projektgebiet**

### *4.2.1 Die Methode im Überblick*

Alle Schäden durch Hochwasser können prinzipiell monetär bewertet werden und das Ausmaß des optimalen Schutzniveaus kann auf der Basis der Wohlfahrtsökonomie eindeutig bestimmt werden (vgl. *Hanley – Spash, 1993, Perman et al., 1999*). Etablierte ökonomische Bewertungsverfahren können dazu verwendet werden, selbst schwierig monetär zu fassende Schäden (z. B. Ökoschäden, Verlust von Erholungsnutzen, den Wert emotionaler Bindung, die Schäden an Kulturgütern die nicht ersetzt werden können) zu bewerten. In der Praxis stößt die Bewertung jedoch an Grenzen z. B. wenn es um den Tod von Personen geht. Die Vermeidung dieser Opfer sollte höchste Priorität haben. Trotz dieser höchsten Priorität kann nicht der Schluss gezogen werden, dass jede Schutzmaßnahme deshalb gerechtfertigt ist.

Schäden umfassen neben Schäden am Vermögen auch den Verlust der Ernte und Produktionsausfälle. Dabei kann zwischen physischem Vermögen zum Zweck der Produktion und Vermögen privater Haushalte unterschieden werden.

Die konkrete Schadenshöhe ist dabei die Kombination von zwei Verteilungen:

- der Vermögensverteilung und Verteilung wirtschaftlicher Aktivitäten im Überflutungsbe- reich (daraus lässt sich ableiten, wie hoch die Schäden sind);
- dem Ausmaß des Hochwasserereignisses (daraus lässt sich ableiten, mit welcher Wahr- scheinlichkeit welcher Hochwasserabfluss zu erwarten ist)

Aus der Kombination beider Verteilungen lässt sich das Risiko der Hochwassergefährdung und somit der erwartete Schaden durch Hochwasser ermitteln.

Aus den Übersichten 2 bis 4 kann die empirische Realisation von Schäden aufgrund von zwei Hochwasserereignissen (in den Jahren 1991 und 2002) abgelesen werden. Um welche Schä- den es sich konkret handelt und ob tatsächlich alle Schäden auf das Hochwasser im Projekt- gebiet zurückzuführen sind, kann an dieser Stelle nicht beurteilt werden. Die in diesen Über- sichten ausgewiesenen Beobachtungen werden dazu herangezogen, Schadensfunktionen abzuleiten, um einen erwarteten Schaden zu ermitteln. Dabei wird vereinfachend nach fol- gender Risikoerwartung vorgegangen:  $R = S * P$  (Schaden mal Wahrscheinlichkeit).

Zu diesem Zweck wird zunächst jedem der beiden Schäden die erwartete Häufigkeit zugewiesen ( $p$ ). Prinzipiell können die wichtigsten Parameter von Hochwasserereignissen, maximaler Abfluss (HQ) und maximaler Wasserstand (HW) durch Extremwertverteilungen angenähert werden. Aus beobachteten Pegelständen und einem Geländemodell kann auf Basis hydraulischer Berechnungen die Anschlaglinie und der Hochwasserabfluss berechnet werden. Diese Ergebnisse können zur Schätzung der Parameter einer Gumbel-Verteilung herangezogen werden, sodass schließlich eine empirische Dichtefunktion der Hochwasserabflüsse für ein konkretes Projektgebiet ermittelt werden kann.

#### 4.2.2 Die angewandte Methode

Solche Kalkulationsgrundlagen stehen für die Zwecke dieser Untersuchung nicht zur Verfügung. Vereinfachend wird daher angenommen, dass es sich bei dem Ereignis vom Jahr 1991 um ein 30-jährliches Hochwasser (HW-30) handelt und bei dem Ereignis von 2002 um ein Hochwasser mit 100-jährlicher Frequenz (HW-100).

Die Schäden der jeweiligen Hochwässer werden in jener Höhe angenommen, die in den Übersichten 2 bis 4 ausgewiesen sind. Hier sei noch einmal angemerkt, dass lediglich Vermögensschäden erfasst sind. Dabei wurde differenziert ob es sich um landwirtschaftliche oder andere Schäden handelt. Über das gesamte Projektgebiet (also die drei Gemeinden) summiert ergeben sich somit zwei Punkte, die sich in einer Abbildung auftragen lassen. Auf der Abszisse wird die Wahrscheinlichkeit von Hochwasserereignissen und auf der Ordinate werden die monetären Schäden aufgetragen (vgl. die beiden Punkte in Abbildung 2). In dieser Abbildung werden daher zwei unterschiedliche Verteilungen, und zwar jene über ökonomische Schäden und jene über die Erwartung von Hochwasserständen zusammengefasst. Weder über die eine noch über die andere Verteilung sind genügend Informationen verfügbar, um sie getrennt schätzen zu können.

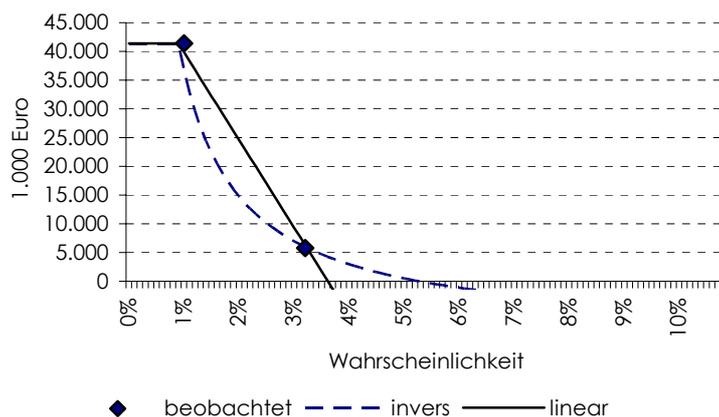
Naturgemäß handelt es sich bei dem dargestellten Sachverhalt um grobe Vereinfachungen der tatsächlichen Verhältnisse. In Ermangelung besserer Grundlagen sind jedoch zumindest annäherungsweise Aussagen über den zu erwartenden Schaden aufgrund von Hochwasser ableitbar. Dazu werden weitere vereinfachende Annahmen unterstellt:

- Die Schäden der Landwirtschaft verhalten sich anders als die übrigen Schäden. Es wird angenommen, dass bereits bei einem relativ häufigeren Ereignis (HW-30) ein Schadensmaximum erreicht, das auch durch relativ seltenere Ereignisse (HW-100) nicht überschritten wird.
- Die Schäden sind nach oben begrenzt, und zwar wird ein Schadensmaximum bereits im 100-jährlichen Ereignis (HW-100) erreicht.

Aufgrund der ersten Annahme ist es möglich, landwirtschaftliche Schäden von den übrigen zu trennen. Vereinfachend kann daher unterstellt werden, dass das Ausmaß landwirtschaftlicher Schäden in Bezug auf landwirtschaftlich genutzte Flächen ("Grünland") in Beziehung gesetzt werden kann. Die übrigen Schäden (von nicht-landwirtschaftlichen Betrieben und

Haushalten sowie von öffentlichen Einrichtungen und Gebietskörperschaften) können folglich in Bezug auf die nicht-landwirtschaftliche Fläche (also Bau- und Verkehrsflächen) in Beziehung gesetzt werden. Mit diesen beiden Flächenkategorien sind somit die Wirksamkeitsindikatoren der Kosten-Wirksamkeitsanalyse definiert.

**Abbildung 2:** Beobachtete und interpolierte Schäden in der Projektregion



Q: WIFO-Berechnungen.

Bezieht man die erhobenen Schäden auf die jeweiligen Flächen (Übersicht 5a und 5b), so zeigt sich, dass der durchschnittliche landwirtschaftliche Schaden je landwirtschaftliche Fläche 0,64 € je m<sup>2</sup> im Jahr 2002 (1,39 € im Jahr 1991) betrug. Die nicht-landwirtschaftlichen Schäden (bezogen auf die verbaute Fläche und Verkehrsfläche) betragen ca. 98 € je m<sup>2</sup> im Jahr 2002 (26,61 €/m<sup>2</sup> im Jahr 1991).

Mehrere Einflussfaktoren können ausschlaggebend dafür sein, dass die landwirtschaftlichen Schäden des Jahres 1991 (HW-30) höher waren als im Jahr 2002 (HW-100): Z. B. herrschte im Jahr 1991 (vor dem EU-Beitritt) noch ein höheres Preisniveau; ein weiterer Grund könnte der Rückgang in der landwirtschaftlichen Tätigkeit sein. Die Ursachen können allerdings mangels ausreichender Daten nicht verifiziert werden. Jedenfalls ist es auf Basis der vorliegenden Daten zulässig, davon auszugehen, dass über weite Bereiche die landwirtschaftlichen Schäden relativ konstant sind.

Die Konsequenz aus der zweiten Annahme ist, dass die in Übersicht 2 bis 4 angeführten Schäden über die Ereignisse aus dem Jahr 2002 die Obergrenze aller möglichen Ereignisse bilden. Es wird also unterstellt, dass ein 250-jährliches Ereignis nicht mehr Schäden verursacht als ein 100-jährliches Ereignis.

Übersicht 5a: Flächen und erhobene Schäden

		Projektgebiet insgesamt	Ereignis 2002 <sup>1)</sup>		
			Weißen- kirchen	Spitz	Dürnstein
<b>Flächen</b>					
<b>Insgesamt</b>	In m <sup>2</sup>	<b>1.127.058</b>	<b>356.016</b>	<b>328.357</b>	<b>442.685</b>
Grünland	In m <sup>2</sup>	<b>707.464</b>	182.023	173.041	352.400
Verbaute Flächen	In m <sup>2</sup>	<b>259.658</b>	112.397	98.161	49.100
Verkehrsflächen <sup>2)</sup>	In m <sup>2</sup>	<b>159.936</b>	61.596	57.155	41.185
<b>Erhobene Schäden</b>					
<b>Insgesamt</b>	In 1.000 €	<b>41.391</b>	<b>16.646</b>	<b>19.160</b>	<b>5.584</b>
Landwirtschaft	In 1.000 €	<b>454</b>	105	184	165
Insgesamt ohne Landw.	In 1.000 €	<b>40.936</b>	16.541	18.976	5.419
<b>Insgesamt</b>	In €/m <sup>2</sup>	<b>36,72</b>	<b>46,76</b>	<b>58,35</b>	<b>12,62</b>
Landwirtschaft	In €/m <sup>2</sup>	<b>0,64</b>	0,58	1,06	0,47
Insgesamt ohne Landw.	In €/m <sup>2</sup>	<b>97,56</b>	95,07	122,18	60,02

Q: WIFO-Berechnungen auf Basis *Werner Consult* (2003); – <sup>1)</sup> Entspricht einem HW-100 Ereignis; – <sup>2)</sup> Spitz und Weißenkirchen: Verkehrsflächen inkl. Flächen der ÖBB.

Übersicht 5b: Flächen und erhobene Schäden

		Projektgebiet insgesamt	Ereignis 1991 <sup>1)</sup>		
			Weißen- kirchen	Spitz	Dürnstein
<b>Flächen</b>					
<b>Insgesamt</b>	In m <sup>2</sup>	<b>646.936</b>	<b>124.747</b>	<b>249.780</b>	<b>272.409</b>
Grünland	In m <sup>2</sup>	<b>452.668</b>	87.259	146.958	218.451
Verbaute Flächen	In m <sup>2</sup>	<b>98.943</b>	3.744	73.875	21.324
Verkehrsflächen <sup>2)</sup>	In m <sup>2</sup>	<b>95.325</b>	33.744	28.947	32.634
<b>Erhobene Schäden</b>					
<b>Insgesamt</b>	In 1.000 €	<b>5.797</b>	<b>1.850</b>	<b>3.121</b>	<b>826</b>
Landwirtschaft	In 1.000 €	<b>628</b>	185	278	164
Insgesamt ohne Landw.	In 1.000 €	<b>5.170</b>	1.665	2.843	662
<b>Insgesamt</b>	In €/m <sup>2</sup>	<b>8,96</b>	<b>14,83</b>	<b>12,50</b>	<b>3,03</b>
Landwirtschaft	In €/m <sup>2</sup>	<b>1,39</b>	2,12	1,89	0,75
Insgesamt ohne Landw.	In €/m <sup>2</sup>	<b>26,61</b>	44,41	27,65	12,27

Q: WIFO-Berechnungen auf Basis *Werner Consult* (2003); – <sup>1)</sup> Entspricht einem HW-30 Ereignis; – <sup>2)</sup> Spitz und Weißenkirchen: Verkehrsflächen inkl. Flächen der ÖBB.

Abgesehen von der Unsicherheit über das konkrete Schadensausmaß und über die Parameter einer Dichtefunktion der Hochwasserabflüsse besteht Ungewissheit über die konkrete funktionale Form der jeweiligen Verteilungen, wenn nur zwei Beobachtungen vorliegen. Vereinfachend wird daher in weiterer Folge angenommen, dass sich die Schäden in den einzelnen Teilregionen  $r$  entweder durch eine lineare oder inverse Funktion in Abhängigkeit von der Wahrscheinlichkeit annähern lassen (vgl. *Schmiedtke*, 1999).

### 4.2.3 Schätzung der erwarteten Schäden und der Schadensminderung

Aus den beiden Schadensbeobachtungen (unterstellt für HW-100 und HW-30) können unter der Annahme von einander unabhängiger Ereignisse die Parameter für solche Funktionen abgeleitet werden (vgl. Übersicht A1 im Anhang). Diese vereinfachende Zugangsweise führt zu regionsspezifischen Schadensfunktionen  $f_r(p)$  mit jeweils unterschiedlichen Nullstellen, die mit  $p_r$  bezeichnet werden. Die solchermaßen ermittelten Nullstellen unterscheiden sich von den eigentlich zu erwartenden Nullstellen. Diese sollten jeweils bei etwa  $p_r = 0,1$  liegen, da der vorhandene minimale Schutz gegen 10-jährliche Ereignisse ausreicht.

a) Annahme lineare Schadensfunktion:  $f_r(p) = kp + d$  für  $p = [0,01 \dots p_r]$

b) Annahme inverse Schadensfunktion:  $f_r(p) = a * (1/p) + b$  für  $p = [0,01 \dots p_r]$

Aus dem Integral unter den jeweiligen Funktionen lassen sich auf diese Weise jährliche erwartete Schäden für Ereignisse bis HW-100 in den einzelnen Gemeinden ableiten.

Zur Ermittlung der gesamten zu erwartenden jährlichen Schäden für die jeweilige Region wird in zwei Schritten vorgegangen.

Zunächst wird der Verlauf der Schadenfunktion über den Bereich von  $p = 0$  bis  $p = 0,01$  vorgegeben. Damit wird der zu erwartende Schaden bestimmt für Ereignisse, die seltener auftreten als HW-100. Aufgrund der Annahme über einen konstanten Schaden bis zu einem hundertjährigen Ereignis verläuft der erwartete Schaden  $S_{lr}$  in diesem Abschnitt in den einzelnen Teilregionen des Projektgebietes ( $r$ ) entlang einer konstanten Größe  $k_r$ . Diese Konstante entspricht dem beobachteten Schaden im Jahr 2002. In Gleichung (1) ist dieser Sachverhalt formal festgehalten.

In einem zweiten Schritt wird die Schadenskomponente  $S_{ll}$  ermittelt. Sie verhält sich wie eine Funktion, deren Funktionswert (Schaden) mit zunehmender Wahrscheinlichkeit ( $p$ ) abnimmt. In Gleichung (2) wird dieser Sachverhalt dargestellt. Die Obergrenze der Wahrscheinlichkeit  $p_r$  ist abhängig von der gewählten funktionalen Form und der jeweiligen Region. Die Parameter für die Funktion  $f_r$  werden in Übersicht A1 im Anhang für die jeweilige funktionale Form in den einzelnen Regionen gegenübergestellt. Dabei wird zwischen erwarteten Gesamtschäden und erwarteten Gesamtschäden ohne Landwirtschaft unterschieden.

$$S_{lr} = \int_0^{0,01} k_r dp \quad (1)$$

$$S_{llr} = \int_{0,01}^{p_r} f_r(p) dp \quad (2)$$

Auf Basis dieser hier getroffenen Annahmen und der gewählten Vorgehensweise lassen sich die erwarteten Schäden durch Hochwässer in den einzelnen Teilregionen ableiten (vgl. Übersicht 6). Je nach Annahme über den Verlauf der Schadensfunktion liegt der erwartete Schaden bezogen auf die Verkehrsfläche und die verbaute Fläche im Durchschnitt der drei Gemeinden bei knapp 2 €/m<sup>2</sup> bzw. 2,3 €/m<sup>2</sup>. In dieser Schätzung sind die erwarteten Schä-

den der Landwirtschaft nicht enthalten. Dieser Wert ist so zu interpretieren, dass ein Besitzer von Verkehrsflächen oder verbauten Flächen damit rechnen muss, jährlich einen Betrag in der angegebenen Höhe zur Schadensbeseitigung aufzuwenden. Für das Gesamtgebiet ist mit einem jährlichen Schaden von 0,86 bzw. 0,98 Mio. € zu rechnen (in diesem Wert sind die landwirtschaftlichen Schäden enthalten).

Übersicht 6: Erwartete Schäden durch Hochwasser in Abhängigkeit von der unterstellten Schadensfunktion und Schadensminderungserwartung nach Schutz gegen 100-jährliche Ereignisse

		Erwartete gesamte Schäden			
		Projektgebiet insgesamt	Weißenkirchen	Spitz	Dürnstein
<b>Inverse Schadensfunktion</b>					
Gesamtes Projektgebiet	In 1.000 €/Jahr	<b>859</b>	327	415	117
Je Gesamtfläche	In €/Jahr/m <sup>2</sup>	<b>0,76</b>	0,92	1,26	0,26
Schaden ohne Landwirtschaft	In 1.000 €/Jahr	<b>828</b>	320	400	109
Je Verkehrs- und verbaute Fläche	In €/Jahr/m <sup>2</sup>	<b>1,97</b>	1,84	2,57	1,20
<b>Lineare Schadensfunktion</b>					
Gesamtes Projektgebiet	In 1.000 €/Jahr	<b>976</b>	385	459	132
Je Gesamtfläche	In €/Jahr/m <sup>2</sup>	<b>0,87</b>	1,08	1,40	0,30
Schaden ohne Landwirtschaft	In 1.000 €/Jahr	<b>956</b>	380	450	126
Je Verkehrs- und verbaute Fläche	In €/Jahr/m <sup>2</sup>	<b>2,28</b>	2,18	2,90	1,40
		<b>Schadensminderungserwartung<sup>1)</sup></b>			
<b>Inverse Schadensfunktion</b>					
Je Fläche insgesamt	In €/Jahr/m <sup>2</sup>	<b>0,58</b>	0,69	0,97	0,20
Je Bau- und Verkehrsfläche	In €/Jahr/m <sup>2</sup>	<b>1,49</b>	1,36	1,96	0,90
<b>Lineare Schadensfunktion</b>					
Je Fläche insgesamt	In €/Jahr/m <sup>2</sup>	<b>0,68</b>	0,85	1,10	0,24
Je Bau- und Verkehrsfläche	In €/Jahr/m <sup>2</sup>	<b>1,79</b>	1,71	2,29	1,10

Q: WIFO-Berechnungen auf Basis Büro Hinterleitner (2003) und Werner Consult (2003). –<sup>1)</sup> Gesamtschadenserwartung abzüglich Restschadenserwartung nach Schutzbaumaßnahmen gegen 100-jährliches Ereignis.

Nach der Bereitstellung eines Schutzes gegen 100-jährliche Ereignisse beträgt der erwartete Schaden durch Hochwasser nicht Null, da Ereignisse die seltener auftreten, nicht verhindert werden. Die dadurch zu erwartenden Schäden müssen berücksichtigt werden. Die Verbauung gegen 100-jährliche (bzw. 30-jährliche) Ereignisse führt daher lediglich zu einer erwarteten Schadensminderung und nicht zu einer Schadensverhinderung. Die erwarteten Beträge der Schadensminderung (Übersicht 6) sind ebenfalls abhängig von der angenommenen funktionalen Form der Schadenserwartung und liegen deutlich unter den erwarteten Gesamtschäden.

Die Errichtung von Hochwasserschutzanlagen kann diesen erwarteten Schaden verringern. Allerdings nur bis zum Ausmaß des jeweiligen Schutzniveaus (HW-15, HW-30 und HW-

100). Schutzmaßnahmen, die vor 100-jährlichen Ereignissen schützen, können nur erwartete Schäden im Bereich von  $p = [0,01 \dots p_r]$  vermeiden (entspricht der Komponente  $S_{11}$ ). Darüber hinausgehende Schäden in beträchtlichem Ausmaß müssen weiterhin getragen werden, es sei denn, der Schutz wird auch gegen Ereignisse mit geringerer Häufigkeit ausgedehnt (z. B. gegen 250-jährliche Ereignisse).

### 4.3 Kosten der baulichen Hochwasserschutzmaßnahmen

Neben baulichem Hochwasserschutz gibt es eine Vielzahl von Vermeidungs- und Minderungsstrategien. Diese wurden in der vorliegenden Untersuchung allerdings nicht analysiert. In einer umfassenden Darstellung und im Zusammenhang mit einer Kosten-Nutzenanalyse müsste diesen anderen Strategien zumindest gleich viel Augenmerk geschenkt werden wie den baulichen Maßnahmen in dieser Untersuchung.

Zur Kostenermittlung der Schutzmaßnahmen wurde der Barwert von verschiedenen Varianten des Ausbaues ermittelt. Dabei wurden folgende Ausbauvarianten unterschieden

1. gesonderter Ausbau
  - a) gegen 15-jährliche Ereignisse
  - b) gegen 30-jährliche Ereignisse
  - c) gegen 100-jährliche Ereignisse
2. kombinierter Ausbau (erlaubt die nachträgliche Aufrüstung auf HW-100)
  - d) HW-15+: Basisschutz gegen 15-jährliche Ereignisse mit Ausbauoption
  - e) HW-30+: Schutz gegen 30-jährliche Ereignisse mit Ausbauoption
  - f) HW-30e: Schutz gegen 30-jährliche Ereignisse auf Basis von HW-15+
  - g) HW-100e: Schutz gegen 100-jährliche Ereignisse auf Basis von HW-30+

Damit die Varianten 2 f) und 2 g) realisiert werden können, müssen die Kosten des Ausbaues von HW-15+ und HW-30+ zusätzlich berücksichtigt werden. Diese werden in weiterer Folge als HW 15-30 und HW 30-100 bezeichnet.

Die Basis der Berechnungen bilden die im Rahmen des Projektes erhobenen Angaben in denen die Errichtungskosten, die laufenden Kosten (eine jährliche Übung zur Errichtung mobiler Einheiten), Erhaltungskosten (0,5% der Errichtungskosten) und Reinvestitionskosten (für Maschinen im Abstand von 15 Jahren) bereitgestellt wurden.

Der Barwert der einzelnen Varianten setzt sich dabei aus den Errichtungskosten der Anlage (real zu Preisen 2002)  $I_0$  und den diskontierten laufenden Kosten  $LK_0$  zusammen. Die laufenden Kosten setzen sich aus den laufenden Erhaltungskosten (ansteigend mit dem Baukostenindex), den Kosten der jährlichen Übung (ansteigend mit der Inflationsrate), den Reinvestitionskosten in Maschinen (Neuanschaffungen alle 15 Jahre mit Anstiegen entsprechen dem Baukostenindex und Restwerterlösen nach Ablauf des Projektes zum Zeitwert nach linearer Abschreibung).

Diese einzelnen Kostenelemente wurden jeweils addiert und mit einer einheitlichen Diskontrate diskontiert (in der Basisrechnung wurden  $r = 3\%$  angenommen; vgl. Kasten "Annahmen zu den Parametern des dynamischen Kostenvergleich").

$$LK_0 = \sum_0^t LK_t * (1+r)^{-t} \quad (3)$$

Die Summe aus  $I_0 + LK_0$  ergibt somit den Barwert der jeweiligen Ausbauvarianten (vgl. Übersicht 7a und 7b) wobei zwischen einer 50-jährlichen und 100-jährlichen Lebensdauer der Schutzverbauung unterschieden wurde.

Im Zuge von Sensitivitätsuntersuchungen wurde dieselbe Rechnung mit einer alternativen Diskontrate (5%) durchgeführt, um den Einfluss dieses Parameters auf die Barwerte zu ermitteln (siehe Anhang Übersicht A2 und A3). Wie erwartet, zeigt sich, dass eine höhere Diskontrate zu einem geringeren Barwert der Kosten führt.

Übersicht 7a: Barwert der Kosten des Hochwasserschutzausbaues

<b>Barwert der Kosten (Nutzungsdauer Bauwerk 50 Jahre)</b>				
Gesonderter Schutz	Etappen- ausbau	Davon:		
		Jeweils niedrigerer Schutz	Zusatz- kosten Ausbau	
HW 15, 30, 100	HW 30e 100e	HW 15+, 30+	HW 15-30, 30-100	
In Mio. €				
<b>Schutz gegen 100-jähr. Ereignis</b>				
<b>Projektgebiet insgesamt</b>	<b>38,37</b>	<b>40,73</b>	<b>-</b>	<b>6,00</b>
Weißkirchen	15,29	16,29	-	3,36
Spitz	12,53	13,33	-	1,40
Dürnstein	10,55	11,11	-	1,24
<b>Schutz gegen 30-jähr. Ereignis</b>				
<b>Projektgebiet insgesamt</b>	<b>23,71</b>	<b>24,11</b>	<b>31,47</b>	<b>6,30</b>
Weißkirchen	9,88	10,73	11,71	2,97
Spitz	7,38	7,52	10,76	2,00
Dürnstein	6,45	5,86	9,00	1,33
<b>Schutz gegen 15-jähr. Ereignis</b>				
<b>Projektgebiet insgesamt</b>	<b>10,33</b>	<b>-</b>	<b>14,96</b>	<b>-</b>
Weißkirchen	4,62	-	6,68	-
Spitz	3,50	-	4,72	-
Dürnstein	2,22	-	3,56	-

Q: WIFO-Berechnungen auf Basis Büro Hinterleitner (2003) und Werner Consult (2003). Annahmen zur Berechnung: Inflationsrate 2,0%; Baukostenindex 3,0%; Diskontrate 3,0%; Laufende Wartung der Bauwerke 0,5% je Jahr bezogen auf die Investitionssumme; Referenzzinssatz 4,0%.

### *Parameter des dynamischen Kostenvergleichs*

Die Europäische Zentralbank verfolgt das Ziel der Preisstabilität, die "als Anstieg der Verbraucherpreise von unter 2% gegenüber dem Vorjahr" definiert ist (Europäische Zentralbank, 2002). Die durchschnittliche Inflationsrate betrug in Österreich in den letzten zehn Jahren – unter teilweise etwas anderen geldpolitischen Zielsetzungen – 1,9% (2,2% über 20 Jahre und 3,1% über 30 Jahre; WIFO-Datenbank). Als Inflationserwartung für die Dauer des Investitionsvorhabens wurden 2% gewählt. Dies ist somit die Obergrenze des Zieles der Europäischen Zentralbank.

Der Index der Baupreise lag während der letzten zehn Jahre 1,04 Prozentpunkte über der Inflationsrate (1,26 Prozentpunkte in den letzten 20 Jahren bzw. 1,99 im Durchschnitt der letzten 30 Jahre; WIFO-Datenbank). Für die künftige Entwicklung der Baukosten wurde eine jährliche Steigerung von 3% angesetzt.

Die Lebensdauer der Bauwerke zum Hochwasserschutz kann laut LAWA (1998) mit 80 bis 100 Jahren angenommen werden. Arbeiten über die Abschreibungen des österreichischen Kapitalstocks (vgl. Böhm, 2002 bzw. Statistik Austria, 2002) legen nahe, eine deutlich kürzere ökonomische Nutzungsdauer anzunehmen. Um die Abschätzung der Auswirkungen der unterschiedlichen Nutzungsdauer zu ermöglichen, wurden in den Übersichten daher jeweils die beiden Eckwerte 50 Jahre und 100 Jahre gegenübergestellt. Die laufenden Erhaltungs- und Reparaturkosten der Bauwerke wurden einheitlich mit 0,1% der Errichtungskosten festgesetzt.

Zur Bestimmung der Opportunitätskosten des zur Schutzverbauung eingesetzten Kapitals können die entsprechenden Zinsen angesetzt werden. Es ist allerdings nicht klar, ob die Baumaßnahmen aus privaten oder öffentlichen Mitteln finanziert werden. Es ist zu erwarten, dass die Opportunitätskosten jeweils unterschiedlich sind. Die Opportunitätskosten des Staates können zur erwarteten Wertschöpfungssteigerung einer Steuersenkung oder auch einer alternativen Investition im selben Umfang bewertet werden. Vereinfachend wird der Zinssatz von Bundesanleihen herangezogen. Die Sekundärmarktrendite der Bundesanleihen mit 10-jähriger Laufzeit betrug während der letzten 10 Jahre 5,8%. Die reale Verzinsung liegt unter diesem Wert. Für die vorliegenden Berechnungen wurden als Schätzgröße für die Opportunitätskosten von Kapital ein Referenzzinssatz von 4% angenommen.

Richtlinien zur Festlegung einer Diskontrate für öffentliche Investitionen in Schutzbauten in Österreich liegen nicht vor. Laut LAWA (1998) sollten Diskontraten aus dem Intervall von 2% bis 5% gewählt werden. Für die in den Übersichten 7 und 8 ausgewiesenen Größen wurde eine Diskontrate von 3% unterstellt.

Übersicht 7b: Barwert der Kosten des Hochwasserschutzausbaues

	<b>Barwert der Kosten (Nutzungsdauer Bauwerk 100 Jahre)</b>			
	Gesonderter Schutz	Etappen- ausbau	Davon:	
	HW 15, 30, 100	HW 30e 100e	Jeweils niedrigerer Schutz HW 15+, 30+	Zusatzkosten Ausbau HW 15-30, 30-100
	In Mio. €			
<b>Schutz gegen 100-jähr. Ereignis</b>				
<b>Projektgebiet insgesamt</b>	<b>46,94</b>	<b>49,30</b>	<b>-</b>	<b>6,00</b>
Weißenkirchen	18,68	19,68	-	3,36
Spitz	15,36	16,16	-	1,40
Dürnstein	12,90	13,46	-	1,24
<b>Schutz gegen 30-jähr. Ereignis</b>				
<b>Projektgebiet insgesamt</b>	<b>29,06</b>	<b>29,46</b>	<b>36,82</b>	<b>6,30</b>
Weißenkirchen	12,06	12,91	13,89	2,97
Spitz	9,06	9,20	12,44	2,00
Dürnstein	7,93	7,34	10,48	1,33
<b>Schutz gegen 15-jähr. Ereignis</b>				
<b>Projektgebiet insgesamt</b>	<b>12,89</b>	<b>-</b>	<b>17,51</b>	<b>-</b>
Weißenkirchen	5,73	-	7,79	-
Spitz	4,38	-	5,60	-
Dürnstein	2,78	-	4,13	-

Q: WIFO-Berechnungen auf Basis *Büro Hinterleitner* (2003) und *Werner Consult* (2003). Annahmen zur Berechnung: Inflationsrate 2,0%; Baukostenindex 3,0%; Diskontrate 3,0%; Laufende Wartung der Bauwerke 0,5% je Jahr bezogen auf die Investitionssumme; Referenzzinssatz 4,0%.

#### 4.4 Kosten-Wirksamkeit der Hochwasserschutzmaßnahmen im Projektgebiet

Im folgenden Abschnitt werden die bisher abgeleiteten Ergebnisse auf den Wirksamkeitsparameter "geschützte Fläche" bezogen, und zwar konkret auf die geschützte Bau- und Verkehrsfläche. Nachdem der Nutzen aus dem Hochwasserschutz im Rahmen dieses Projekts nicht erhoben werden konnte, ist dieser Indikator wahrscheinlich am besten geeignet, die verschiedenen Varianten des Schutzausbaues und die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme annäherungsweise zu beurteilen.

Die im vorigen Abschnitt ermittelten Größen werden in den Übersichten 8a und 8b jeweils auf die entsprechende Fläche bezogen (also die Gesamtfläche, wenn die landwirtschaftlichen Schäden mitberücksichtigt werden, bzw. die verbaute und Verkehrsfläche ohne die Schäden aus der Landwirtschaft). Als Entscheidungsgrundlage eignet sich die Gegenüberstellung der Kosten für Bau- und Verkehrsflächen am besten.

Geht man von einer Nutzungsdauer der Schutzbaumaßnahmen von 100 Jahren aus, dann muss mit einem Barwert der Kosten bezogen auf den Quadratmeter Bau- und Verkehrsfläche von 112 € im Durchschnitt der drei Gemeinden gerechnet werden. Der Schutz ist – bezogen auf diese Flächeneinheiten – in Spitz am günstigsten mit knapp unter 100 €/m<sup>2</sup>. Setzt man eine

Verzinsung von 4% an, so würden diesem Kapitaleinsatz jährlich Opportunitätskosten<sup>2</sup> von etwa 4,5 €/m<sup>2</sup> entsprechen. Der Schutz für ein typisches Grundstück mit Eigenheim im Ausmaß von 1.000 m<sup>2</sup> würde daher real etwa 4.500 € je Jahr kosten.

Übersicht 8a: Kosten und Opportunitätskosten des Hochwasserschutzausbaues, die Schadensminderungserwartung sowie aktuelle Baulandpreise und Mietkosten

		Schutz gegen 100-jährliches Ereignis <sup>1)</sup>			
		Projektgebiet insgesamt	Weißen- kirchen	Spitz	Dürnstein
		In €/m <sup>2</sup>			
<b>Kosten Schutz (gesonderter Ausbau)</b>	<b>Nutzungsdauer Verbauung</b>				
Je Fläche insgesamt	50 Jahre	<b>34,05</b>	42,95	38,16	23,84
Je Bau- und Verkehrsfläche	50 Jahre	<b>91,45</b>	87,88	80,67	116,87
Je Fläche insgesamt	100 Jahre	<b>41,65</b>	52,47	46,79	29,13
Je Bau- und Verkehrsfläche	100 Jahre	<b>111,87</b>	107,35	98,92	142,84
<b>Schätzung der jährlichen Opportunitätskosten</b>					
Fläche insgesamt	50 Jahre	<b>1,36</b>	1,72	1,53	0,95
Bau und Verkehrsfläche	50 Jahre	<b>3,66</b>	3,52	3,23	4,67
Fläche insgesamt	100 Jahre	<b>1,67</b>	2,10	1,87	1,17
Bau und Verkehrsfläche	100 Jahre	<b>4,47</b>	4,29	3,96	5,71
<b>Marktpreise für Bauland<sup>2)</sup></b>					
Maximum		.	.	70,00	150,00
Minimum		.	.	20,00	90,00
<b>Mietkosten<sup>3)</sup></b>					
Von Privatwohnungen			4,50	2,64	4,00

Q: WIFO-Berechnungen auf Basis Büro *Hinterleitner* (2003) und *Werner Consult* (2003); – <sup>1)</sup> Annahmen zur Berechnung: Inflationsrate 2,0%; Baukostenindex 3,0%; Diskontrate 3,0%; Laufende Wartung der Bauwerke 0,5% je Jahr bezogen auf die Investitionssumme; Referenzzinssatz 4,0%. – <sup>2)</sup> Baulandpreise laut Gewinn 7/8/2003. – <sup>3)</sup> WIFO-Recherchen; durchschnittliche Mietkosten in Gemeindewohnungen; für Spitz Kategorie A Richtwertsatz.

Die Variante des Hochwasserschutzes, in der lediglich gegen 30-jährliche Ereignisse Schutz geboten wird, liegt bezogen auf den Kennwert Kosten je m<sup>2</sup> Bau- und Verkehrsfläche ungünstiger. Der Schutz eines Quadratmeters würde im Durchschnitt 150 € kosten, wobei auch in dieser Variante die Kostenwirksamkeit in Spitz am günstigsten ist (unabhängig von der ökonomischen Nutzungsdauer).

Setzt man die Kosten des Hochwasserschutzes in Relation zu den in den Gemeinden zu erwartenden Grundstückspreisen, wird deutlich, dass die Schutzmaßnahmen relativ teuer sind.

<sup>2)</sup> Die Opportunitätskosten entsprechen jenem monetären Ertrag, den man an Zinsen bekommen könnte, würden die Projektmittel nicht verbaut, sondern am Kapitalmarkt zu einer Verzinsung von 4% angelegt.

Würden die Kosten des Hochwasserschutzes auf die Eigentümer der geschützten Flächen überwältigt (wie dies nach dem Äquivalenzprinzip aus ökonomischer Sicht durchaus gerechtfertigt ist), dann müssten sie damit rechnen, dass der Schutz etwa so viel kostet, wie Grund und Boden wert ist (für Weißenkirchen liegt allerdings kein Bodenpreis vor).

Es ist offensichtlich, dass die Kostensumme je Flächeneinheit deutlich geringer wird, wenn auch Grünland zur Beurteilung herangezogen wird. Bezieht man die jährlichen Opportunitätskosten auf die Gesamtfläche (also einschließlich land- und forstwirtschaftlich genutzter Flächen), so beträgt dieser Wert annähernd 16.700 € je Hektar. Dies ist ca. das 50-fache des Betrages, der für landwirtschaftliche Flächen an Pacht bezahlt wird.

Übersicht 8b: Kosten und Opportunitätskosten des Hochwasserschutzausbaues sowie aktuelle Baulandpreise und Mietkosten

		<b>Schutz gegen 30-jährliches Ereignis<sup>1)</sup></b>			
		<b>Projektgebiet insgesamt</b>	Weißen- kirchen	Spitz	Dürnstein
		In €/m <sup>2</sup>			
<b>Kosten Schutz (gesonderter Ausbau)</b>	<b>Nutzungsdauer Verbauung</b>				
Je Fläche insgesamt	50 Jahre	<b>36,64</b>	79,20	29,55	23,66
Je Bau- und Verkehrsfläche	50 Jahre	<b>122,03</b>	263,55	71,77	119,47
Je Fläche insgesamt	100 Jahre	<b>44,92</b>	96,71	36,29	29,11
Je Bau- und Verkehrsfläche	100 Jahre	<b>149,59</b>	321,81	88,15	146,97
<b>Jährliche Opportunitätskosten</b>					
Fläche insgesamt	50 Jahre	<b>1,47</b>	3,17	1,18	0,95
Bau und Verkehrsfläche	50 Jahre	<b>4,88</b>	10,54	2,87	4,78
Fläche insgesamt	100 Jahre	<b>1,80</b>	3,87	1,45	1,16
Bau und Verkehrsfläche	100 Jahre	<b>5,98</b>	12,87	3,53	5,88
<b>Marktpreise für Bauland<sup>2)</sup></b>					
Maximum		.	.	70,00	150,00
Minimum		.	.	20,00	90,00
<b>Mietkosten<sup>3)</sup></b>					
Von Privatwohnungen		.	4,5	2,64	4,0

Q: WIFO-Berechnungen auf Basis Büro Hinterleitner (2003) und Werner Consult (2003). – <sup>1)</sup> Annahmen zur Berechnung: Inflationsrate 2,0%; Baukostenindex 3,0%; Diskontrate 3,0%; Laufende Wartung der Bauwerke 0,5% je Jahr bezogen auf die Investitionssumme; Referenzzinssatz 4,0%. – <sup>2)</sup> Baulandpreise laut Gewinn 7/8/2003. – <sup>3)</sup> WIFO-Recherchen; durchschnittliche Mietkosten in Gemeindewohnungen; für Spitz Kategorie A Richtwertsatz.

## 5. Schlussfolgerungen

### 5.1 Ergebnisse der Kosten-Wirksamkeitsanalyse

In der vorliegenden Studie wurden die Schäden von Hochwasserereignissen der Jahre 1991 und 2002 in den Gemeinden Weißenkirchen, Dürnstein und Spitz zusammengestellt. Auf der Basis der vorliegenden Beobachtungen über das Schadensausmaß im Projektgebiet und aufgrund hydraulischer Berechnungen konnte den in der Vergangenheit beobachteten Ereignissen eine Jährlichkeit zugerechnet werden. Darüber hinaus wurde die Fläche ermittelt, die durch Baumaßnahmen geschützt werden kann. Dabei wurde differenziert zwischen dem betroffenen Flächenausmaß von 30- und 100-jährlichen Hochwasserereignissen und zwischen den Flächenkategorien (Grünland, Verkehrsfläche und Bauland). Diese Größen stellen den Wirksamkeitsindikator von baulichen Schutzmaßnahmen dar.

Die Kostenseite der Kosten-Wirksamkeitsanalyse beruht auf Kalkulationen verschiedener Varianten von Schutzbaumaßnahmen (vor 15-, 30- und 100-jährlichen Ereignissen, wobei auch der Etappenausbau untersucht wurde). Zur Ermöglichung der Vergleichbarkeit der einzelnen Varianten, die sich auch in den laufenden Kosten unterscheiden, wurden die Barwerte der Schutzverbauungen ermittelt.

Durch Gegenüberstellung der Kosten der Schutzmaßnahmen und dem Ausmaß der Flächen kann die Wirksamkeit verschiedener Maßnahmen verglichen werden. Dabei zeigt sich, dass insgesamt der Schutz je m<sup>2</sup> am günstigsten kommt, wenn ein Hochwasserschutz gegen 100-jährliche Ereignisse errichtet wird und auf einen Etappenausbau verzichtet wird.

Der Barwert der Kosten der Schutzbauten beträgt je m<sup>2</sup> geschützte Bau- und Verkehrsfläche rund 112 €. Es stellt sich heraus, dass der Bau einer Anlage zum Schutz vor einem 100-jährlichen Ereignis in der Gemeinde Spitz zu den geringsten Kosten je m<sup>2</sup> zu erreichen ist. Im selben Ort ist eine Verbauung gegen 30-jährliche Ereignisse ebenfalls am günstigsten, und zwar weil die Kosten je m<sup>2</sup> um 10% niedriger liegen als der Schutz gegen 100-jährliche Ereignisse. Zur Absicherung dieser Ergebnisse müssten die einzelnen Ortschaften der jeweiligen Gemeinden gesondert betrachtet werden, da zu erwarten ist, dass sich unterschiedliche Rangreihungen ergeben, genauso wie dies im Vergleich von ganzen Gemeinden der Fall ist.

Der Schutz von Dürnstein ist um etwa 50% teurer als in Spitz, wenn man die Verkehrs- und Bauflächen als Wirksamkeitsindikator heranzieht. Bezogen auf die Gesamtfläche ist der Schutz hingegen in Dürnstein am günstigsten. Diese Diskrepanz zeigt sehr deutlich die Schwächen der Kosten-Wirksamkeitsanalyse auf. Je nachdem welcher Wirksamkeits-Indikator zur Beurteilung herangezogen wird, kann das Ergebnis in die eine oder andere Richtung verändert werden. Dabei ließe sich die Wirksamkeit der Maßnahmen bezogen auf die Fläche noch weiter differenzieren, und zwar bis auf die Ebene einzelner Ortschaften innerhalb der drei Gemeinden. Vor einer allfälligen Investitionsentscheidung sollte eine solch detaillierte Untersuchung jedenfalls durchgeführt werden.

## 5.2 Konsequenzen aus der Untersuchung

Im Zuge der Untersuchung wurde deutlich, dass auf der Basis der derzeit verbreiteten Praxis der Schadenserhebung die Wirtschaftlichkeit von Schutzmaßnahmen nur in sehr eingeschränkter Weise untersucht werden kann. Für die ökonomische Beurteilung essentielle Größen lassen sich ex-post nur durch sehr großen Aufwand aus Primärdatenbeständen ableiten bzw. gar nicht mehr nachvollziehen.

Zur Erzielung nachvollziehbarer und vor allem über mehrere Schadensereignisse und Bundesländer hinweg vergleichbarer Schadenserhebungen sollte ein einheitliches Schema entwickelt werden. Dazu sollte der Katastrophenfonds Schadenskompensation nur dann gewähren, wenn Schäden im solchermaßen festgelegten Detaillierungsgrad gemeldet werden. Darüber hinaus sollte eine Datenbank mit einer definierten Schnittstelle gegenüber verbreiteten geographischen Informationssystemen etabliert werden, damit auch ex-ante Schadensschätzungen durchgeführt werden können bzw. unmittelbar nach Ereignissen bereits erste Schätzungen auf Basis empirischer Erhebungen durchgeführt werden können. Eine solche Einrichtung ist vor allem deshalb notwendig, weil in Zukunft Schäden durch Elementarereignisse wahrscheinlich zunehmen werden.

Zur ökonomischen Bewertung eines Hochwasserschutzprojektes muss der Barwert der erwarteten Kosten dem Barwert des Nutzens (jeweils bewertet zu sozialen Opportunitätskosten) gegenübergestellt werden. Dies ist nur durch eine fundierte Kosten-Nutzenanalyse möglich und mit deutlich höherem Aufwand verbunden. Allerdings ist eine solche Bewertung angesichts der hohen Investitionssummen zu befürworten, um Fehlinvestitionen zu vermeiden.

Obwohl es sich bei Hochwasserschutzmaßnahmen um Investitionen mit dem Charakter lokaler öffentlicher Güter handelt, heißt das nicht, dass die öffentliche Hand die Baumaßnahmen zur Gänze finanzieren sollte. Durch die eindeutige Ausweisung der von den Baumaßnahmen geschützten Flächen und die fix vorliegenden Verfügungsrechte über das Grundeigentum ist der Kreis der Nutznießer aus dem Projekt eindeutig bestimmbar. Dem Äquivalenzprinzip entsprechend könnten daher die Schutzleistungen von den Begünstigten bezahlt werden. Dies würde angesichts enger budgetärer Spielräume die Möglichkeiten der Finanzierung deutlich erweitern. Derart hohe steuerliche Belastungen, wie sie in den vorliegenden Fällen zu erwarten wären (etwa im Umfang von jährlich 4,5 €/m<sup>2</sup> Baufläche), würde allerdings vermutlich erheblichen Widerstand unter den Betroffenen Grundstücksbesitzern bzw. Mietern auslösen und insbesondere die künftige Nutzung des Raumes beeinflussen.

Unter diesem Gesichtspunkt sollte die Versicherung gegen Hochwasserschäden als alternative Lösung näher untersucht werden. In der vorliegenden Untersuchung wurde eine sehr grobe Schätzung der jährlich zu erwartenden Schäden vorgelegt (etwa 2 €/m<sup>2</sup> Bau- und Verkehrsfläche). Allerdings führt das Fehlen einer ausreichenden Datengrundlage zu großer Unsicherheit über die tatsächliche Höhe dieses Schätzwertes.

Die hier vorgelegten Schätzungen der erwarteten Schäden dürften eher die Untergrenze der tatsächlich zu erwartenden Schadensermittlung darstellen, und zwar aus folgenden Gründen:

- in die zugrunde liegenden Berechnungen sind relevante Positionen (z. B. Arbeitszeit der Feuerwehr oder der Hausbesitzer zur Schadensbeseitigung) nicht eingegangen;
- im Überschwemmungsbereich sind viele Objekte von privaten Haushalten; es ist zu erwarten, dass risikoaverse Akteure die Schäden aus Hochwasser höher bewerten;
- die Zugrundelegung des Erwartungswertes von Schäden lässt außer Acht, dass bei der Beurteilung von Katastrophenereignissen auch die Momente 2. Ordnung der Verteilung berücksichtigt werden sollten;
- mehrere Untersuchungen deuten darauf hin, dass die Zahlungsbereitschaft zur Vermeidung von Hochwasserschäden deutlich höher ist als die erhobenen Vermögensschäden (vgl. *Schmidtke, 1999*).

### **5.3 Elemente einer umfassenden Analyse und weiterer Forschungsbedarf**

Eine umfassende Kosten-Wirksamkeitsanalyse würde nicht – wie in diesem Fall – auf die Untersuchung von Bauvarianten beschränkt bleiben, sondern auch andere Varianten einbeziehen. Dazu könnten folgende Optionen zählen:

- Bereitstellung von Information über zu erwartende Schäden je nach Überflutungshöhe in Betrieben, öffentlichen Einrichtungen und für private Haushalte;
- in den Gemeinden aufliegende Informationen über Hochwasseranschlagslinien, sodass jeder (potentielle) Grundstücksbesitzer das individuelle Risiko einschätzen kann;
- Information über Standardlösungen zur individuellen Schadensvermeidung;
- Stimulierung von privaten Versicherungslösungen gegen Elementarrisiken;
- Schaffung von Retentionsräumen im Oberlauf von Gewässern zur Minderung der Spitze von Hochwasserwellen;
- Planung auf der Ebene von Flussgebietseinheiten unter Einbeziehung von Wildbach- und Lawinenverbauung zur koordinierten Abstimmung und Umsetzung von vorbeugenden Schutzmaßnahmen;
- Maßnahmen zum Schutz vor Klimaveränderungen um die Wahrscheinlichkeit von zu erwartenden stärker schädigenden Ereignissen zu verringern;
- transparente und öffentliche Darlegung über die Prioritätenfestlegung von Hochwasserschutzmaßnahmen auf der Basis von einheitlichen Kriterien (z. B. Diskontrate, Wirksamkeitsindikatoren, Lebensdauer von Anlagen);
- im Gefolge eines Hochwassers können durch optimierte Katastrophenpläne zur fristgerechten Information und zum effizienten und abgestimmten Einsatz von Hilfskräften über Trägerorganisationen hinweg (Bundesheer, Feuerwehr, Rotes Kreuz, Caritas, private Helfer) Schäden verringert werden;

Die Umsetzung dieser – durchaus nicht vollständigen – Liste an Maßnahmen kann dazu beitragen, die Schäden durch Hochwässer zu verringern. Jede einzelne Maßnahme verursacht Kosten und diesen kann eine erwartete Wirksamkeit gegenübergestellt werden. Die jeweilige Wirksamkeit ist in den meisten Fällen nicht schwerer zu ermitteln und nicht mit größeren Unsicherheiten behaftet als im vorliegenden Fall.

Jedenfalls haben die Ereignisse im Jahr 2002 gezeigt, dass eindimensionale Schadensminderungsstrategien allein nur eingeschränkten Wirkungsraum haben. Der Grund dafür liegt darin, dass Anreize verhaltensändernd wirken. Die Bereitstellung von baulichen Schutzmaßnahmen (oder Gratis-Versicherungen durch den Katastrophenfonds) bewirkt, dass Akteure höhere Risiken in Kauf nehmen. Der Grund liegt darin, dass zwar die Allgemeinheit für einen großen Teil des Schadens aufkommt, der Nutzen allerdings vollständig privatisiert werden kann.

Der oben skizzierte Überblick macht deutlich, dass der Handlungsspielraum deutlich weiter ist, als er in dieser Studie angenommen wurde. Die Zufallsvariable des Schadensindicators kann insgesamt von drei Möglichkeiten von Maßnahmen beeinflusst werden: solchen, die unmittelbar die Schadensabwehr betreffen; solchen, die auf das den Schaden auslösende Extremereignis einwirken; schließlich ist zumindest im Bereich Klima langfristig ein Einfluss auf die Natur möglich (vgl. *Schleicher, 2003*). Diese drei Optionen sollten über den Kontext des untersuchten Schadensfalles hinaus, eingehend untersucht werden.

Erst auf der Basis solcher weitergehenden Untersuchungen kann schließlich in einem konkreten Anwendungsfall (wie z. B. im vorliegenden Projektgebiet) untersucht werden, welche Option der Schadensminderung die volkswirtschaftlich beste ist. Die Möglichkeit, das ökonomische Risiko über Versicherungen breiter zu verteilen und dadurch die wirtschaftlichen Konsequenzen für den Einzelnen zu verringern, sollte dabei besonders beachtet werden. Versicherungen unterscheiden sich in ihrer ökonomischen Wirkung deutlich von Dammbaumaßnahmen (die Multiplikatorwirkung der Schadensbeseitigung weicht von jener von Baumaßnahmen ab). Versicherungen könnten auch als Mechanismus zur Aufdeckung der Zahlungsbereitschaft zur Schadensabdeckung dienen. Damit könnte auch eine weitere Entscheidungsgrundlage etabliert werden, um herauszufinden wo Schutzbaumaßnahmen am wirtschaftlichsten sind.

## Literaturhinweise

- Böhm, B., Gleiß, A., Wagner, M., Ziegler, D., 2002, Disaggregated capital stock estimation for Austria – methods, concepts and results, *Applied Economics*, 34, 23-37.
- Büro Hinterleitner, 2003, Bau- und Erhaltungskosten von Hochwasserschutzbauten, Kalkulationsgrundlagen in elektronischer Form, mimeo.
- Europäische Zentralbank, 2002, Die Europäische Zentralbank, September 2002, Frankfurt am Main.
- Hanley, N., L. Spash, C. L., 1993, *Cost-Benefit Analysis and the Environment*, Edward Elgar, Vermont.
- Kiesenhofer, 2003, persönliche Auskunft, Werner Consult Wien.
- LAWA, 1998, Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen (KVR-Leitlinien) / Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA). Ausgearb. vom LAWA-Arbeitskreis Nutzen-Kosten-Untersuchungen in der Wasserwirtschaft. – 6. überarb. Aufl. Kulturbuch-Verlag, Berlin.
- Mueller, D., 2003, *Public Choice III*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Pearce, D. W., Turner, R. K., 1991, *Economics of Natural Resources and the Environment*, The Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Perman, R., Yue, M., McGilvray, J., Common, M., 1996, *Natural Resource and Environmental Economics*, Pearson, Harlow.
- Proaqua, 2003, Potentielle Hochwasserschäden am Rhein in NRW. Studie im Auftrag des Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes NRW, Aachen.
- Proell, J., 2003, Anfragebeantwortung im österreichischen Parlament vom 25. April 2003, [http://www.parlinkom.gv.at/pd/pm/XXII/AB/texte/001/AB00168\\_\\_3068.html](http://www.parlinkom.gv.at/pd/pm/XXII/AB/texte/001/AB00168__3068.html)
- Schleicher, St., 2003, schriftliche Stellungnahme, mimeo.
- Schmidtke, R., 1981, Monetäre Bewertung wasserwirtschaftlicher Maßnahmen – Systematik der volkswirtschaftlichen Nutzenermittlung: Ergebnisse eines interdisziplinären Forschungsvorhabens / Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft München.
- Schmidtke, R., 1982, *Kompodium Nutzen-Kosten-Untersuchungen in der Wasserwirtschaft* / Schmidtke, R. F. Hrsg.: Radler, S., Universität für Bodenkultur Wien.
- Schmidtke, R., 1999, Hochwasserschadenspotentiale. Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, Informationsberichte Heft 5/99, S. 121-138.
- Schwarze R., Wagner, G., 2003, Marktkonforme Versicherungspflicht für Naturkatastrophen – Bausteine einer Elementarschadenversicherung, *DIW-Wochenbericht* Nr. 12/2003.
- Statistik Austria, 2002, Kapitalstockschätzung in der VGR, *Statistische Nachrichten* 57 (2).
- USDA (United States Department of Agriculture), 1998, *Water Resources Handbook for Economics*, Part 611, Natural Resources Conservation Service, Washington.
- Werner-Consult, 2003, Kalkulationsgrundlagen zur Kosten-Wirksamkeitsanalyse, mimeo.

## Anhang

Übersicht A1: Parameter für die Schadensfunktionen  $f_r(p)$  zur Schätzung der Schadenskomponente  $S_{ii}$

	Weißenkirchen	Spitz	Dürnstein
<b>Logarithmische Schadensfunktion</b>			
Gesamtschäden			
Anstieg $a$	211	229	68
Lage $b$	- 4.491	- 3.753	- 1.213
Schäden ohne Landwirtschaft			
Anstieg $a$	213	230	68
Lage $b$	- 4.711	- 4.072	- 1.376
<b>Lineare Schadensfunktion</b>			
Gesamtschäden			
Anstieg $k$	- 634.119	- 687.383	- 203.921
Lage $d$	22.987	26.034	7.624
Schäden ohne Landwirtschaft			
Anstieg $k$	- 637.549	- 691.435	- 203.859
Lage $d$	22.916	25.891	7.458

Q: WIFO-Berechnungen.

Übersicht A2: Kosten und Opportunitätskosten des Hochwasserschutzausbaues sowie aktuelle Baulandpreise (Diskontrate r=5%)

		Schutz gegen 100-jährliches Ereignis <sup>1)</sup>			
		Projektgebiet insgesamt	Weißkirchen	Spitz	Dürnstein
		In €/m <sup>2</sup>			
<b>Kosten Schutz (gesonderter Ausbau)</b>	<b>Bauwerk hält</b>				
Je Fläche insgesamt	50 Jahre	<b>31,37</b>	39,61	35,13	21,97
Je Bau- und Verkehrsfläche	50 Jahre	<b>84,27</b>	81,05	74,26	107,71
Je Fläche insgesamt	100 Jahre	<b>33,28</b>	42,00	37,30	23,30
Je Bau- und Verkehrsfläche	100 Jahre	<b>89,40</b>	85,94	78,86	114,23
<b>Jährliche Opportunitätskosten</b>					
Fläche insgesamt	50 Jahre	<b>1,25</b>	1,58	1,41	0,88
Bau und Verkehrsfläche	50 Jahre	<b>3,37</b>	3,24	2,97	4,31
Fläche insgesamt	100 Jahre	<b>1,33</b>	1,68	1,49	0,93
Bau und Verkehrsfläche	100 Jahre	<b>3,58</b>	3,44	3,15	4,57
<b>Marktpreise für Bauland<sup>2)</sup></b>					
Maximum		.	.	70,00	150,00
Minimum		.	.	20,00	90,00

Q: WIFO-Berechnungen auf Basis Büro Hinterleitner 2003 und Werner Consult, 2003; -<sup>1)</sup> Annahmen zur Berechnung: Inflationsrate 2,0%; Baukostenindex 3,0%; Diskontrate 5,0%; Laufende Wartung der Bauwerke 0,5% je Jahr bezogen auf die Investitionssumme; Referenzzinssatz 4,0%; -<sup>2)</sup> Baulandpreise laut Gewinn 7/8/2003.

Übersicht A3: Kosten und Opportunitätskosten des Hochwasserschutzausbaues sowie aktuelle Baulandpreise (Diskontrate r=5%)

		Schutz gegen 30-jährliches Ereignis <sup>1)</sup>			
		Projektgebiet insgesamt	Weißenkirchen	Spitz	Dürnstein
		In €/m <sup>2</sup>			
<b>Kosten Schutz (gesonderter Ausbau)</b>	<b>Bauwerk hält</b>				
Je Fläche insgesamt	50 Jahre	<b>33,71</b>	73,00	27,15	21,74
Je Bau- und Verkehrsfläche	50 Jahre	<b>112,27</b>	242,91	65,96	109,77
Je Fläche insgesamt	100 Jahre	<b>35,80</b>	77,39	28,85	23,12
Je Bau- und Verkehrsfläche	100 Jahre	<b>119,20</b>	257,53	70,08	116,70
<b>Jährliche Opportunitätskosten</b>					
Fläche insgesamt	50 Jahre	<b>1,35</b>	2,92	1,09	0,87
Bau und Verkehrsfläche	50 Jahre	<b>4,49</b>	9,72	2,64	4,39
Fläche insgesamt	100 Jahre	<b>1,43</b>	3,10	1,15	0,92
Bau und Verkehrsfläche	100 Jahre	<b>4,77</b>	10,30	2,80	4,67
<b>Marktpreise für Bauland<sup>2)</sup></b>					
Maximum		.	.	70,00	150,00
Minimum		.	.	20,00	90,00

Q: WIFO-Berechnungen auf Basis Büro Hinterleitner 2003 und Werner Consult, 2003; -<sup>1)</sup> Annahmen zur Berechnung: Inflationsrate 2,0%; Baukostenindex 3,0%; Diskontrate 5,0%; Laufende Wartung der Bauwerke 0,5% je Jahr bezogen auf die Investitionssumme; Referenzzinssatz 4,0%. -<sup>2)</sup> Baulandpreise laut Gewinn 7/8/2003.

© 2003 Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung

Medieninhaber (Verleger), Herausgeber und Hersteller: Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung,  
Wien 3, Arsenal, Objekt 20 • Postanschrift: A-1103 Wien, Postfach 91 • Tel. (+43 1) 798 26 01-0 •  
Fax (+43 1) 798 93 86 • <http://www.wifo.ac.at/> • Verlags- und Herstellungsort: Wien

Verkaufspreis: 25,00 €, Download 20,00 €:

[http://publikationen.wifo.ac.at/pls/wifosite/wifosite.wifo\\_search.get\\_abstract\\_type?p\\_language=1&pubid=24567](http://publikationen.wifo.ac.at/pls/wifosite/wifosite.wifo_search.get_abstract_type?p_language=1&pubid=24567)