

# Wie ist Verletzbarkeit durch Hochwasser zu verstehen?

## Zusammenfassung für die öffentliche Verwaltung, Privatfirmen und Bürger

### Was ist Hochwasser?

Hochwasser ist sowohl im tschechischen also auch im deutschen Wassergesetz definiert als "vorübergehende beträchtliche Erhöhung der Flusswasserpegel oder der Pegel von anderen Oberflächengewässern, bei welchem durch das Hochwasser bereits das Gebiet außerhalb des Flussbetts überschwemmt wird, und es konnte Schäden verursachen" (Gesetz Nr. 254/2001 GBl.). Dabei ist Hochwasser ein natürlicher Prozess in der Landschaft (Langhammer 2007 ed.). Es ist sogar in vielen Regionen und historischen Epochen eine unabdingbare Voraussetzung für die Entwicklung von Kulturlandschaft. Gleichzeitig ist es jedoch auch eine Naturgefahr mit großen Auswirkungen für Mensch und Umwelt.

### Wie schlimm sind die gegenwärtigen Hochwasserschäden?

Weltweit gilt Hochwasser als eine der schlimmsten Naturgefahren (EC 2007/60/EC; MunichRe 2017). Die Münchner Rückversicherungs-Gesellschaft kommt in ihrem Naturgefahrenbericht zu dem Schluss, dass Hochwasser zu den gefährlichsten meteorologischen Ereignissen im Zeitraum von 1980 bis 2016 handelt, wobei gleichzeitig die Häufigkeit dieser Ereignisse langfristig zunimmt (Tab. 1).

Staat	Jahre	Todesopfer	total finanzieller Schaden [Mio. €]
Tschechien	1997, 2002, 2013	60	5 078
Deutschland	2002, 2013, 2016	38	26 500
Polen	1997, 2001, 2010	101	7 280

Tab. 1 Auswirkungen der drei wichtigsten Hochwasserereignisse in ausgewählten mitteleuropäischen Ländern (1990-2018; EM-DAT-Datenbank)

### Wie sind die Hochwasserauswirkungen einzustufen?

Die Betrachtung sowie Bewertung der potentiellen Hochwasserschäden ist Kernbestandteil bei der Abschätzung der Verletzbarkeit durch Hochwasser. Auf Basis der Einstufung der Hochwasserschäden und der Datenverfügbarkeit (Tab. 2) kann für die unterschiedlichen Elementtypen im Gebiet die geeignetste Methodik zur Bewertung der Verletzbarkeit sowie gleichzeitig auch die aggregierten Kennzahlen der Verletzbarkeit festgelegt werden.

Sektor/Objekttyp	Datenverfügbarkeit und -standardisierung
Haushalte	hohe Verfügbarkeit, höhere Standardisierungsmöglichkeit
Industrie	niedrige Verfügbarkeit, hohe Preisvariabilität
Dienstleistungen	niedrige Verfügbarkeit, hohe Preisvariabilität
öffentlicher Sektor	die Verfügbarkeit sowie auch Variabilität ist von der Verwaltungsebene abhängig
Infrastruktur	variabel, Standardisierung nur für einige Objekte
Landwirtschaft	hohe Verfügbarkeit, hoher Standardisierungsgrad
Sonstiges	niedrige Verfügbarkeit, Standardisierung für einige Einheiten

Tab. 2 Einstufung der Hochwasserschäden entsprechend der Datenverfügbarkeit und -standardisierungsmöglichkeit (d. h. die Möglichkeit, repräsentative Durchschnittswerte festzulegen; Merz et al. 2010)

### Was ist Verletzbarkeit?

Die Reduzierung der Auswirkungen von Hochwasser erfordert ein detailliertes Verständnis der verschiedenen Aspekte sowie gleichzeitig aber auch Verständnis der komplexen Hochwassercharakteristik. Ein geeignetes Instrument hierfür könnte ein Modell sein, das von Fachleuten als vereinfachte Darstellung des Sachverhalts verwendet wird.

Als eines der anerkanntesten Modelle zum Hochwasserrisiko gilt das sog. Prozessrisikomodell, welches auf Programm der UNO zur Unterstützung bei Katastrophenereignissen basiert ist (UNDRO 1979). Das Modell wird seit 40 Jahren verwendet. Bei diesem Modell wird das Risiko als Funktion dreier Variablen dargestellt.

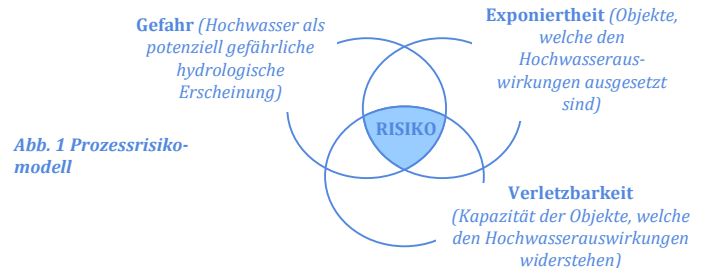


Abb. 1 Prozessrisiko-modell

Beim Hochwasserrisiko handelt es sich somit um das Ergebnis des Zusammenwirkens der drei genannten Elemente. Es ist definiert als Wahrscheinlichkeit, dass es im betreffenden Gebiet zu Hochwasser kommt, und dabei ist Hochwasser mit konkreten gesellschaftlichen, ökonomischen bzw. Umweltverlusten verbunden.

#### Exkurs: Zusammenwirken der Hochwasserrisikoelemente

Stellen wir uns einen Fluss vor, zum Beispiel in der Größenordnung der Saale in Deutschland, mit einem symmetrischen Flussbett und einem Talboden. An den gegenüberliegenden Ufern befinden sich zwei Gemeinden.

Jedes Hochwasser am betreffenden Ort kann als identisches gefährliches Ereignis bewertet werden, da die Hochwasserwelle an diesem Ort eine identische hydrologische Charakteristik aufweist (Scheitelabfluss, Wasserstand). Trotzdem wird das Hochwasserrisiko für beide Gemeinden unterschiedlich sein, denn es können Unterschiede bezüglich der Gebäude- und Einwohneranzahl sowie des Umfangs der wirtschaftlich nutzbaren Grundstücke vorliegen.

Auch bei übereinstimmenden Anzahlen und Umfang (d. h. bei gleicher Exponiertheit) können die Hochwasserschäden aufgrund des unterschiedlichen Grads der Verletzbarkeit verschiedenartig ausfallen: Objektwerkstoffe, Anwesenheit von Rettungseinheiten, Mobilitätsgrad der Einwohner, angebaute Nutzpflanzenarten, etc.

### Für welche Objekte und in welchen Maßstäben erfolgt die Festlegung der Verletzbarkeit?

Auch wenn die Verletzbarkeit zum Schlüsselbegriff bei der Schadensabschätzung infolge von Hochwasser geworden ist, gehen bei Fachleuten und Politikern die Meinungen erheblich auseinander, was unter dem Begriff Verletzbarkeit zu verstehen ist. Die "Präferenzen" werden u. a. durch die Sachgebiete beeinflusst, für die sie zuständig sind. In Bezug auf die unterschiedliche Datenverfügbarkeit sowie die verschiedenen Interpretationen von Verletzbarkeit wird die Grade der Verletzbarkeit vor allem für die Bevölkerung sowie für verschiedene Objekt-, Aktivitäts- bzw. wirtschaftlich genutzte<sup>1</sup> Grundstückstypen festgelegt:

- Bevölkerung - auf Ebene der Gesamtbevölkerung des Gebiets (des Landes, der Region, der Gemeinde), der Haushalte oder von einzelnen Personen;
- Objekte - auf Gebiets- oder auf Ebene der einzelnen Objekte (der Gebäude, der Infrastruktur);
- Aktivitäten - auf Ebene des wirtschaftlichen Sektors oder auf Unternehmensebene;
- Grundstücke - auf Gebiets- oder auf Ebene der jeweiligen Grundstückstypen entsprechend ihrer Nutzung.

<sup>1</sup> bislang sind nur wenige Versuche in Bezug auf die Festlegung der Verletzbarkeit der Umwelt für ein Gebiet erfolgt



### Von was ist die Verletzbarkeit abhängig und wie kann sie reduziert werden?

In wissenschaftlichen Arbeiten, die sich mit Naturrisiken befassen, sind in der Regel vier generelle "globale" Ansätze definiert, welche auch die unterschiedliche Auffassung der Faktoren mit einbeziehen, durch die Verletzbarkeit beeinflusst wird. Diese Ansätze sind sukzessive entstanden. Nichtsdestotrotz haben sie sich eher ergänzt und jeder von ihnen kann auf unterschiedliche Weise zur Reduzierung des Grads der Verletzbarkeit beitragen (Tab. 3).

Ansatz	Zielrichtung
technischer Ansatz	Durch die Integration der räumlichen Daten können die Orte mit hohem Hochwasserrisikograd definiert werden, sowie spezifische Massnahmen geplant werden.
struktureller Ansatz	Durch Kenntnis der demografischen, sozialen und ökonomischen Daten kann man zum Zweck der Risikoreduzierung, der Verbesserung des Krisenmanagements, sowie zur besseren Betrachtung von Hochwasserschäden, zielgerichtet eingreifen.
behavioraler Ansatz	Wenn man die Motivation von einzelnen Personen und Gruppen zu Tätigkeiten im Gebiet versteht, kann man die sich aus diesen Tätigkeiten ergebenden Risiken besser erklären und zu einem besseren Vertrauen in die Verwaltung beitragen, dies erhöht die Effektivität von Hochwasserstrategien.
Entwicklungsansatz	Benutzt eher zur Beurteilung auf internationaler Ebene (Erfassung der Entwicklungsspezifika sowie der sich daraus ergebenden Probleme des Hochwassermanagements).

Tab. 3 Ansätze zur Bewertung Verletzbarkeit bei der Minimierung von Hochwasserschäden (Smith und Petley 2004)

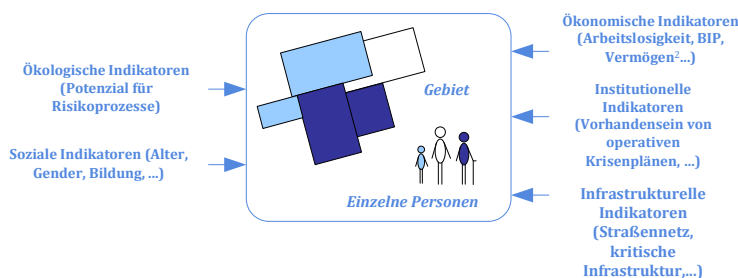
Andere Autoren klassifizieren die Verletzbarkeit je nachdem, ob es geht um (Cutter 1996):

- im vorher vorhandene Bedingung (Charakter des Gebiets, wodurch der Schadensumfang bei eventuellen Schäden wiedergegeben wird);
- Reaktion (der Umfang, in welchem sich die Gesellschaft mit den Hochwasserfolgen abfinden kann;
- Gefahr für den Ort (welche die Bedingungen im Gebiet mit dem Charakter der sozialen Beziehungen kombiniert, durch welche die Reaktionsfähigkeit der\_Gesellschaft ausgedrückt wird).

### A. Festlegung des Grads der Verletzbarkeit für die Bevölkerung

Der Staat hat die Verantwortung den Schutz der Bevölkerung in Naturkatastrophen zu gewährleisten. Jährlich sind jedoch viele Menschenleben infolge von Hochwasser zu beklagen. Aus diesem Grund wird die Verletzbarkeit für die Bevölkerung infolge von Hochwasser ermittelt, damit Orte mit erhöhtem Risiko identifiziert werden können. Dies geschieht auf Ebene der Gesamtbevölkerung (z. B. Anteil der als verletzbar Bevölkerung; oder auch "proportionalen Verletzbarkeit", Adger 2006) oder auch auf Ebene von abgegrenzten Gebieten (Regionen, Vierteln) bzw. von Haushalten oder einzelnen Personen. Die Ermittlung der Verletzbarkeit erfolgt als Index (z. B. Index der sozialen Verletzbarkeit; Cutter et al. 2008) durch Aggregation von Eingangsdaten (Abb. 2).

Abb. 2 Indikatoren der sozialen Verletzbarkeit



\* die Festlegung des Vermögens auf Haushaltsebene ist aufgrund der Datengrundlage problematisch, hier bedient man sich dann z. B. der marktüblichen Preise

### B. Festlegung des Grads der Verletzbarkeit von Gebäuden

Während sich die Festlegung des (ökonomischen) Grads der Verletzbarkeit der Gesellschaft schwierig gestalten kann, da keine detaillierten Daten über bewegliches Vermögen vorhanden sind (hier behilft man sich dann beispielsweise mit dem Verbraucherpreisindex, etc.), sind die vorhandenen Möglichkeiten zur Festlegung des Grads der Verletzbarkeit von Immobilien besser. Die Schäden infolge von Hochwasser können mit einer bestimmten Tiefe (hydrostatische Auswirkung) und Fließgeschwindigkeit (hydrodynamische Auswirkung) modellhaft dargestellt werden. Die Ergebnisse werden durch die Schadensfunktionen wiedergegeben (Schinke et al. 2016; Abb. 3). Dadurch lassen sich auch eventuelle Schadensreduzierungen im Rahmen der Einführung von geeigneten Hochwasserschutzmaßnahmen modellhaft darstellen. An der Festlegung von Objektpreisen im internationalen Vergleich hat sich z. B. das Unternehmen EC Harris (2010) versucht. Für das Jahr 2010 geben sie an, dass der Preis für 1 m<sup>2</sup> Wohnfläche in der Tschechischen Republik 1.055,- EUR, in Deutschland hingegen 2.159,- EUR betragen hat.

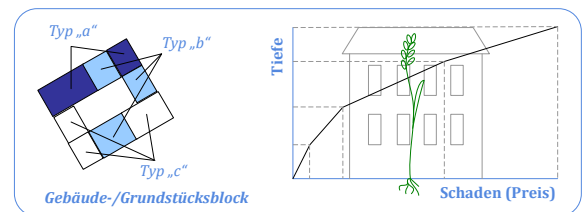


Abb. 3 Indikatoren der Verletzbarkeit für Gebäude/landwirtschaftliche Grundstücke

### C. Festlegung des Grads der Verletzbarkeit für landwirtschaftliche Flächen

Analog wie bei den Gebäuden werden bei den landwirtschaftlichen Grundstücken ebenfalls Schadensfunktionen verwendet. Die Festlegung des Schadens in diesen erfolgt auf Basis der Bodennutzung, wie etwa der angebauten Nutzpflanzenart bzw. der Saatverfahren sowie weiteren Indikatoren (Abb. 3). Dies kann zunächst auf Parzellenebene erfolgen; es kann aber auch zur Bewertung der Verletzbarkeit von landwirtschaftlichen Flächen einen internationalen Vergleich erstellt. Anhand der Daten über die Bodenbedeckung (CORINE Land Cover) und des Mehrwerts pro Hektar können Grade der Verletzbarkeit für gesamte Gebiete ermittelt werden (Huizinga et al. 2007 entsprechend der Weltbank 2015). In der Tschechischen Republik wurde der Mehrwert auf 983 \$ festgelegt, während er in Deutschland 1568 \$ pro Hektar betragen hat. Relativ wenig Aufmerksamkeit wurde bisher den indirekten Verlusten auf den Grundstücken gewidmet (ökologische, Erholungs- und ästhetische Funktionen). Eine Möglichkeit zur Bewertung dieser Verluste und Festlegung der Verletzbarkeit können die Ansätze zur Bewertung von Landschaftsökosystemleistungen darstellen.

### Gibt es bereits zugängliche Karten der Verletzbarkeit infolge von Hochwasser?

In Anbindung an die Europäische Hochwasserrichtlinie (2007/60/EG) sind auf nationaler Ebene sog. Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten entstanden. Die Verletzbarkeit (bzw. die potenziellen Schäden) werden hier durch Kombination der Hochwassergefahrenkarten mit der Bodennutzung eines Gebietes wiedergegeben. Als Ergänzung dient die Kalkulation von marktüblichen Vermögenspreisen (<http://cds.chmi.cz>, [www.boris.nrw.de](http://www.boris.nrw.de)).

### Literatur

- Adger WN (2006) Vulnerability. *Global Environmental Change* 16(3): 268–281.  
 Cutter SL (1996) Vulnerability to environmental hazards. *Progress in Human Geogr.* 20(4): 529–239.  
 Cutter SL et al. (2008) A place-based model for understanding community resilience to natural disasters. *Global Environmental Change* 18: 598–606.  
 EC (2007/60/EC) Directive on the assessment and management of flood risks. European Community.  
 EC Harris (2010) International buildings costs worldwide. EC Harris Built Asset Consultancy.  
 Huizinga J et al. (2007) Global flood depth-damage functions. European Commission, Brussels.  
 Langhammer J (2007 ed) Povodně a změny v krajině. UK v Praze a MŽP ČR, Praha.  
 MunichRe (2017) TopicsGeo – Natural catastrophes 2016, Analyses, assessments. MunichRe, Munich.  
 Merz B et al. (2010) Assessment of economic flood damage. *Nat. Haz. Earth Syst. Sci.* 10: 1697–1724.  
 Schinke R et al (2016) Analysing the Effects of Flood-Resilience Technologies in Urban Areas Using a Synthetic Model Approach. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* 11, 202.