

# Risikoanalyse für ein Sihl-Hochwasser in der Stadt Zürich

Fabian Dolf, Bernhard Kruppenacher, Dörte Aller, Bernhard Kuhn, André Gauderon, Severin Schwab

## Zusammenfassung

Im Projekt Hochwasserschutz der Stadt Zürich wurde im Rahmen des integralen Risikomanagements, im Anschluss an die Überflutungsmodellierungen, eine detaillierte Risikoanalyse durchgeführt. Dabei bestand die Schwierigkeit, die rund 3000 Gebäude, die bei einem 500-jährlichen Sihl-Hochwasser betroffen sein können, mit einem sinnvollen Aufwand möglichst genau zu erfassen und so die Risiken möglichst real abschätzen zu können. Die Risikoanalyse wurde mit dem vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) zur Verfügung gestellten Berechnungsinstrument EconoMe durchgeführt.

Da noch nie ein so grosses Gebiet mit solch einer komplexen Struktur bezüglich Schadenpotenzial mit EconoMe berechnet worden war, wurde das Projekt zweistufig durchgeführt. In einem Pilotgebiet wurde zuerst das Vorgehen zur Erhebung des Schadenpotenzials getestet und anschliessend auf das gesamte Stadtgebiet angewendet.

## 1. Ausgangslage

Im Anschluss an die Erstellung der Gefahrenkarte Hochwasser hatte der Zürcher Regierungsrat beschlossen, ein integrales Hochwassermanagement für den Kanton Zürich und insbesondere für das im vorliegenden Fall relevante Sihl-Einzugsgebiet zu entwickeln und umzusetzen (vgl. Artikel «Integrales Risikomanagement für den Hochwasserschutz in der Stadt Zürich», «Wasser Energie Luft» 4/2013, Seite 297). Das kantonale Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) entschied, zuerst eine Risikoanalyse durchzuführen. Dieses Projekt leitete die Koordinationsstelle Naturgefahren der Stadt Zürich. Die Risikoanalyse dient als Grundlage für die Festlegung des erforderlichen Schutzgrades für das Stadtgebiet sowie für die Berechnung der Kostenwirksamkeit von Schutzmassnahmen. Als Instrument für

die Berechnung der Risiken wurde das Berechnungsinstrument «EconoMe 2.1» (www.econome.admin.ch) des Bundesamts für Umwelt (BAFU) bestimmt. Aus Datenschutzgründen kam die Offlineversion zur Anwendung.

## 2. Risikoanalyse

Eine Risikoanalyse gibt grundsätzlich Antwort auf die Frage, welche Personen- und Sachschäden im Ereignisfall zu erwarten sind. Dazu werden die Schutzgüter mit den Intensitätskarten der verschiedenen Sze-



**Bild 1. Überblick über das Untersuchungsgebiet Giesshübel. Rot dargestellt sind die erhobenen Gebäude und hellrot schraffiert die dazugehörigen unterirdischen Gebäudeteile. Die Sihl verläuft in diesem Bereich unterhalb der Nationalstrasse.**

nario-Jährlichkeiten verschnitten und mit den Verletzlichkeiten verknüpft. Das Risiko setzt sich zusammen aus dem jeweiligen Schadenausmass und der dazugehörigen Wahrscheinlichkeit der Szenarien. Das Produkt ergibt die durchschnittliche jährliche Schadenerwartung, die in Franken pro Jahr angegeben wird.

### 3. Problemstellung und Herausforderungen

Bisher fehlte eine vergleichbare Risiko-studie mithilfe von «EconoMe 2.1» in einer Schweizer Grossstadt mit vielen und sehr komplexen Schutzgütern. Es fehlen auch öffentlich zugängliche Gutachten oder Studien, welche die Gültigkeit der in EconoMe verwendeten Standardwerte (Sachwerte, Schadenempfindlichkeiten usw.) für Objekte in Grossstädten wie Zürich beschreiben. Deshalb standen folgende Fragen für die Bearbeitung im Vordergrund:

- Wie führt man eine Risikoanalyse in einem so dicht bebauten, urbanen Raum wie der Stadt Zürich effizient und mit vertretbarem Aufwand durch?
- Wie kann das Vorgehen mit «EconoMe 2.1» optimiert werden, um mit einem gezielten Ressourceneinsatz gute Resultate zu erhalten?
- Wie hoch sind die Sach- und Personenrisiken, die mit Standardwerten gemäss «EconoMe 2.1» ermittelt werden, und wie sehen diese im Vergleich zu einer Expertenschätzung aus?

### 4. Risikoanalyse mit «EconoMe 2.1 offline»

#### 4.1 Das Berechnungsinstrument

Mit «EconoMe» werden in elf Arbeitsschritten die Risiken von schadenbringenden Naturereignissen für verschiedene Jährlichkeiten berechnet und die Kostenwirksamkeit von Schutzmassnahmen bestimmt. «EconoMe» wurde im Auftrag des BAFU entwickelt und im Juli 2008 offiziell in Betrieb genommen. Die Berechnungen laufen direkt über eine Internetplattform oder können in einer Offlineversion durchgeführt werden. «EconoMe» wird im Projekt aus folgenden Gründen eingesetzt:

- Es ist ein praktisch zu handhabendes, auch offline verfügbares Programm.
- Die wissenschaftlichen Grundlagen zur Risikoanalyse (Formeln und Basiswerte gemäss Bründl Michael [Ed.] 2009: Risikokonzept für Naturgefahren – Leitfaden. Nationale Plattform für Naturgefahren PLANAT, Bern) sind auf dem neusten Stand und werden durch die Subventionsbehörden, ins-

besondere den Bund, akzeptiert.

- Die einmal erfassten Daten können ohne Weiteres für spätere Berechnungen der Kostenwirksamkeit von Schutzmassnahmen und deren Beurteilung verwendet werden. Damit muss dieser Arbeitsschritt nur einmal durchgeführt werden.

Es ist zu beachten, dass mit «EconoMe» nur die direkten Risiken ermittelt werden können. Indirekte Risiken wie Betriebsausfall usw. sind nicht berücksichtigt.

#### 4.2 Konzeptuelles Vorgehen

Die Bearbeitung erfolgte nach folgendem Konzept:

##### A) Erhebungen im Pilotgebiet Zürich-Giesshübel und Methodentest

- Definition eines Pilotgebietes.
- Möglichst umfassende Erhebung der Schutzgüter und Schätzung des potenziellen Schadenausmasses von 300- und 500-jährlichen Überflutungsereignissen. Für Gebäude wurden zwei unterschiedliche Ansätze verwendet:
- mit «EconoMe»-Standardwerten.
- mit den von der kantonalen Gebäudeversicherung (GVZ Gebäudeversicherung Kanton Zürich) pro Gebäude nachvollziehbar abgeschätzten Werten und Schadenhöhen. Zusätzlich wurden Angaben zu den restlichen relevanten Schutzgütern (z.B. Schienenverkehr, Leitungen usw.) erhoben.
- Berechnung des jährlichen Schaden-erwartungswertes

##### B) Methodenfestlegung aufgrund der Erfahrungen im Pilotgebiet

- Vergleich der Resultate aus Schritt 2a und Schritt 2b. Ziel: Ermittlung der «realitätsnahen» Risiken und Anpassung der in «EconoMe 2.1» verwendeten Parameter auf die Verhältnisse in der Stadt Zürich.
- Entwicklung einer pragmatischen Methode, wie die Erkenntnisse aus Schritt 4 in «EconoMe 2.1» umgesetzt werden können.

##### C) Durchführung der Risikoanalyse im Gesamtgebiet

- Erhebung des möglichst vollständigen Schutzgüterbestandes im gesamten Überflutungsgebiet der Sihl in der Stadt Zürich mit einer im Teil B) entwickelten, vereinfachten Methode.
- Anpassung verschiedener Parameter in «EconoMe 2.1».
- Berechnung der Risiken für das gesamte Überflutungsgebiet der Sihl in der Stadt Zürich mit «EconoMe 2.1».
- Punktueller Vergleich der mit den angepassten Parametern berechneten

Risiken mit den Schätzungen der GVZ-Experten.

Die in «EconoMe» verwendeten Berechnungsparameter wurden für den schweizerischen Durchschnitt bestimmt, damit sie sowohl in ländlichen als auch in städtischen Gebieten anwendbar sind. Aufgrund der Analysen im Pilotgebiet und des im Stadtzentrum liegenden Untersuchungsgebietes waren Anpassungen einiger Parameter erforderlich, welche abgestützt auf die Erfahrungen der GVZ-Experten erfolgten. Deshalb war von Anfang an eine enge Zusammenarbeit zwischen dem Auftragnehmer (GEOTEST AG) und der GVZ notwendig.

### 5. Erhebungen im Pilotgebiet Giesshübel und Methodentest

Der Untersuchungsperimeter des Pilotgebietes Giesshübel (siehe Bild 1) mit rund 100 Gebäuden wurde aufgrund seiner guten Durchmischung der Gebäudetypen gewählt. Somit können die gewonnenen Erkenntnisse auf das gesamte Untersuchungsgebiet übertragen werden.

#### 5.1 Erhebung Gebäudewerte und mögliches Schadenausmass

Die Sachwerte und das mögliche Schadenausmass wurden jeweils für die beiden Szenarien HQ<sup>300</sup> (300-jährliches Ereignis) und EHQ (extremes Hochwasser mit einer Wiederkehrperiode von 500 Jahren) ermittelt. Die betroffenen Gebäude- und Mobiliarwerte sowie die potenziellen Schäden des jeweiligen Szenarios erhoben GVZ-Experten detailliert zusammen mit den Eigentümern. Diese Experten sind erfahrene Architekten, die regelmässig im Auftrag der GVZ Gebäudewerte und Überschwemmungsschäden schätzen. Die Experten konzentrierten sich nur auf diejenigen Teile der Gebäude, die den grössten Teil des Schadenausmasses bestimmen (i.d.R. die grossen Werte und Schadenanteile in Erd- und Untergeschosse), d.h., die erhobenen Werte sind als Minimum anzusehen.

Für die Abschätzung eines möglichen Schadens wurde zuerst aufgrund von Wassertiefenkarten (vgl. Artikel «Umsetzung von Gefahrenkarten – ein Beispiel aus der Praxis, «Wasser Energie Luft» 4/2013, Seite 302) geprüft, ob überhaupt Wasser durch Öffnungen in die Gebäude eindringen kann. Es stellte sich heraus, dass bei einer Überflutung in praktisch alle Gebäude Wasser eindringen kann, weil die Öffnungen grösstenteils ebenerdig angelegt sind. Zudem ist aufgrund der vielen Untergeschosse, der intensiven Nutzung sowie des

hohen Ausbaustandards der städtischen Gebäude das mögliche Schadenausmass bereits bei geringen Intensitäten (niedrigen Wassertiefen) sehr hoch. Bei höheren Wassertiefen (vor allem beim EHQ) ergibt sich nur dann eine massive Steigerung des Schadenausmasses, wenn zusätzlich das Erdgeschoss bzw. die bei einem HQ<sup>300</sup> noch nicht betroffenen Gebäudeteile ebenfalls überflutet werden. Festzuhalten ist auch, dass bei niedrigen Wassertiefen das – oftmals ebenerdig zugängliche – Erdgeschoss von neueren Gebäuden eher betroffen ist als bei älteren Bauten, die häufig über Treppen erschlossen sind.

Eine frühzeitige gemeinsame Begehung diverser Objekte durch GEOTEST-Fachleute und GVZ-Schätzer war für das gemeinsame Verständnis, die Einigung auf die Methodik und die Nachvollziehbarkeit unabdingbar.

### 5.2 Erhebung restliche Schutzgüter

Die restlichen Schutzgüter wurden wie folgt erhoben und berücksichtigt:

- Angaben über Geleisanlagen (Bahn und Tram), elektronische Anlagen, Haltestellen usw. stellten die SBB, die Verkehrsbetriebe Zürich (VBZ) sowie die Sihltal Zürich Üetliberg Bahn (SZU) zur Verfügung.
- Für das städtische Abwassernetz wurden Angaben von Entsorgung & Recycling Zürich (ERZ) verwendet. Zudem stellte ERZ auch detaillierte Angaben zu betroffenen Fernwärmeleitungen zur Verfügung.
- Zusätzlich führte das Elektrizitätswerk der Stadt Zürich (EWZ) eine detaillierte Analyse über die betroffenen Kraftwerke, Unterwerke und Trafostationen durch, welche für die Risikoanalyse verwendet werden konnte.
- Das Schadenpotenzial von Strassenobjekten wurde im Verhältnis zu den restlichen grossen Schadenpotenzialobjekten als vernachlässigbar eingeschätzt. Dies deshalb, weil die verwendeten Schadenempfindlichkeitswerte bei der vorwiegend schwachen und teilweise mittleren Intensität der untersuchten Hochwasserszenarien sehr tief sind.
- Aus demselben Grund wurde, basierend auf der Einschätzung der städtischen Wasserversorgung (WVZ) sowie auf Vergleichsrechnungen mit Werten von Swisscom und Cablecom über ihre Telefon- und Kabelnetzleitungen, auf die Bestimmung des Schadenausmasses von unterirdischen Leitungen verzichtet.

### 5.3 Vergleich mit «EconoMe 2.1»

Nebst dieser detaillierten Erhebung der Werte und des möglichen Schadenausmasses durch die GVZ-Experten wurde auch eine Vergleichsrechnung mit den «EconoMe»-Standardwerten durchgeführt. So konnte ein Methodenvergleich vorgenommen werden. Dabei wurde angenommen, dass die nachvollziehbaren Abschätzungen der GVZ-Experten der Realität bei einem Schadenseintritt entsprechen (Hypothese).

Die Resultate des Vergleichs zeigen, dass vor allem beim HQ<sub>300</sub> grosse Unterschiede auftreten, die Übereinstimmung beim EHQ hingegen als sehr gut einzustufen ist (siehe *Tabelle 1*). Nach eingehender Analyse muss davon ausgegangen werden, dass die Abweichungen vor allem auf die zu geringen Schadenempfindlichkeiten von Gebäuden bei niedrigen Intensitäten in «EconoMe» zurückzuführen sind. Diese sind in einer dicht bebauten Stadt eher zu tief angesetzt.

### 5.4 Erhebung Personenschäden

Die Todesfallwahrscheinlichkeit (Letalität) für den Gefahrenprozess Hochwasser ist bei schwachen Intensitäten sehr gering. Für Personen im Strassen- und Schienenverkehr liegt der Wert für eine schwache Intensität bei 0 (das entspricht keiner Gefährdung), bei einem Wohngebäude bei 10<sup>-6</sup>. Die Analyse von stark genutzten Untergeschossen im Pilotgebiet hat jedoch gezeigt, dass im Ereignisfall Todesfälle mangels rechtzeitiger Warnung und Evakuierung oder wegen falschen Verhaltens nicht restlos auszuschliessen sind. Es ist aber schwierig, diese Letalitätszahlen zu erheben und monetär zu quantifizieren. Folglich wurde darauf verzichtet, Personenschäden in Gebäuden oder im Verkehr (Bahn, Tram, Strasse) zu berücksichtigen. Es wird lediglich darauf hingewiesen, dass mit Personenschäden und Verletzten im Ereignisfall zu rechnen ist.

## 6. Methodenfestlegung aufgrund der Erfahrungen im Pilotgebiet

Folgende Schlussfolgerungen können aus diesem Vergleich gezogen werden:

1. Die Schadenempfindlichkeiten von Wohngebäuden liegen in «EconoMe» bei schwacher Intensität (<0.5 m Überflutungstiefe) standardmässig bei 0.006. Ein Wert von 0 bedeutet dabei keinen Schaden und 1 die totale Zerstörung des Objektes. Aufgrund der Erkenntnisse im Pilotgebiet wurde dieser Wert für den städtischen Raum von 0.006 auf 0.1 erhöht. Die Schadenempfindlichkeiten bei mittleren Intensitäten (Fliesstiefen 0.5–2 m), welche im Untersuchungsgebiet nur von untergeordneter Bedeutung sind, wurden von 0.15 auf 0.3 erhöht.
2. Aufgrund der detaillierten Erhebung des Gebäudemobiliars können sogenannte Mobiliarfaktoren für einzelne Gebäudeklassen hergeleitet werden. Die Gebäudeklassen basieren dabei auf einer GVZ-Klassierung der Gebäude nach ihrer Zweckbestimmung. Mit diesem Faktor kann im Untersuchungsgebiet der Gesamtwert eines Gebäudes anhand des Gebäudeversicherungswertes hergeleitet werden. Die verwendeten Mobiliarfaktoren sind in der *Tabelle 3* dargestellt.

Bei den ermittelten Mobiliarwerten ist gegenüber den Gebäudewerten von grösseren Unsicherheiten auszugehen, weil die Gebäudeeigentümer unterschiedlich detaillierte Angaben lieferten. Zudem variieren die Mobiliarwerte von Gebäude zu Gebäude sehr stark, je nachdem, wie die Erd- und Untergeschosse genutzt werden.

Werden diese Erkenntnisse bei der Risikoberechnung in «EconoMe» berücksichtigt, d.h. die Verletzlichkeiten angepasst, so ist die Übereinstimmung zwischen «EconoMe» und der Abschätzung durch die GVZ als sehr gut einzustufen.

	mögl. Schadenausmass HQ300 [CHF]	mögl. Schadenausmass EHQ [CHF]
EconoMe	23.0 Mio.	111.5 Mio.
Schätzung GVZ	85.4 Mio.	130.7 Mio.

**Tabelle 1. Vergleich des möglichen Schadenausmasses zwischen EconoMe und der GVZ-Schätzung.**

	Intensität	
	Schwach	Mittel
EconoMe Standard	0.006	0.15
EconoMe angepasst	0.1	0.3

**Tabelle 2. Schadenempfindlichkeiten bei Wohngebäuden.**

## 7. Durchführung der Risikoanalyse im Gesamtgebiet

Aufgrund der Resultate des Pilotgebietes wurde für die Analyse im Gesamtgebiet (bestehend aus rund 3000 Objekten) die Summe der Gebäudeversicherungswerte pro Hauptgebäudetyp verwendet. Bei den Gebäuden mit den höchsten Versiche-

rungssummen machte die GVZ zur Überprüfung des Schadenausmasses stichprobenartig grobe Abschätzungen ohne Besichtigung vor Ort.

Angewendet wurden die im Testgebiet ermittelten Mobiliarfaktoren. Es gibt Hinweise dafür, dass im Gesamtgebiet grosse Gebäude mit sehr hohen Mobiliar-

werten im Unter- und Erdgeschoss vorhanden sind, die so nicht berücksichtigt werden konnten. Diese Gebäude können allenfalls das Gesamtschadenausmass beeinflussen, so dass auch hier die Abschätzungen eher als Minimum zu betrachten sind.

Es wurden nur bestehende Gebäude berücksichtigt. Gebäude in der Planungs- oder Bauphase wurden aufgrund der schwer abschätzbaren Gebäude- und Mobiliarwerten nicht erfasst. Zudem wurden keine Grundwasser- oder Rückstauschäden berücksichtigt. Dies sind weitere Gründe dafür, die Abschätzungen des Schadenausmasses als Minimum zu betrachten.

Gebäudeklasse	Mobiliarfaktor
Verwaltungsgebäude	1.6
Wohngebäude mit Gewerbe	2
Wohngebäude (Gebäudewert > 5 Mio.)	1.6
Wohngebäude (Gebäudewert < 5 Mio.)	1.4
Gewerbe, Industrie, Handel, Landwirtschaft	1.3

**Tabelle 3. Mobiliarfaktoren für einzelne Gebäudeklassen für die Stadt Zürich. Der Gebäudeversicherungswert wird dabei mit dem Mobiliarfaktor multipliziert. Dies ergibt den Gesamtwert des Gebäudes (Gebäude inkl. Mobiliar).**

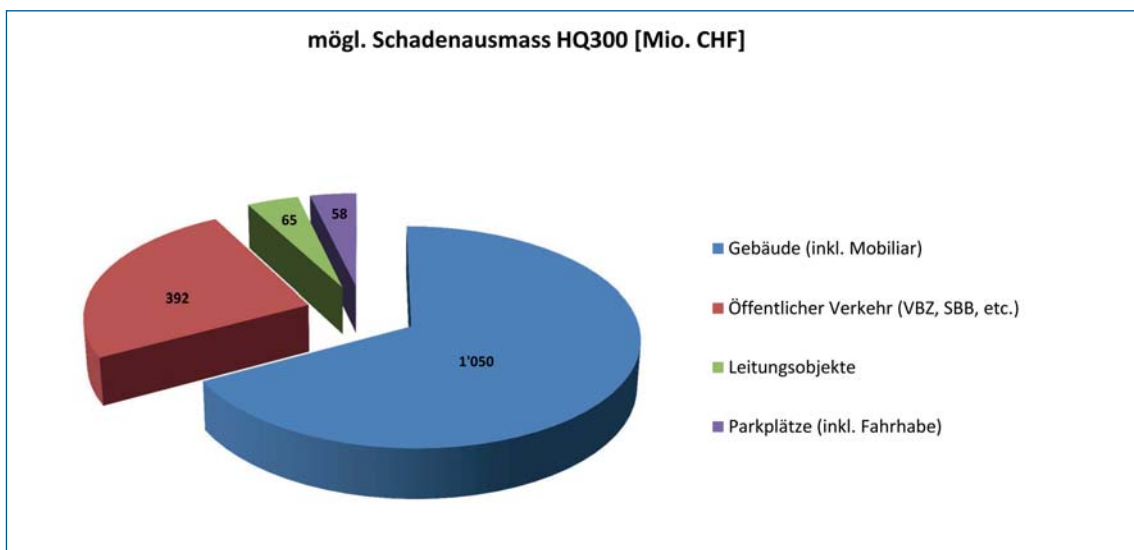
	HQ300 [CHF]	EHQ [CHF]
mögl. Schadenausmass	1.6 Mrd.	> 5 Mrd.

**Tabelle 4. Schadenausmass der Sachwerte aufgeteilt nach Szenarien.**

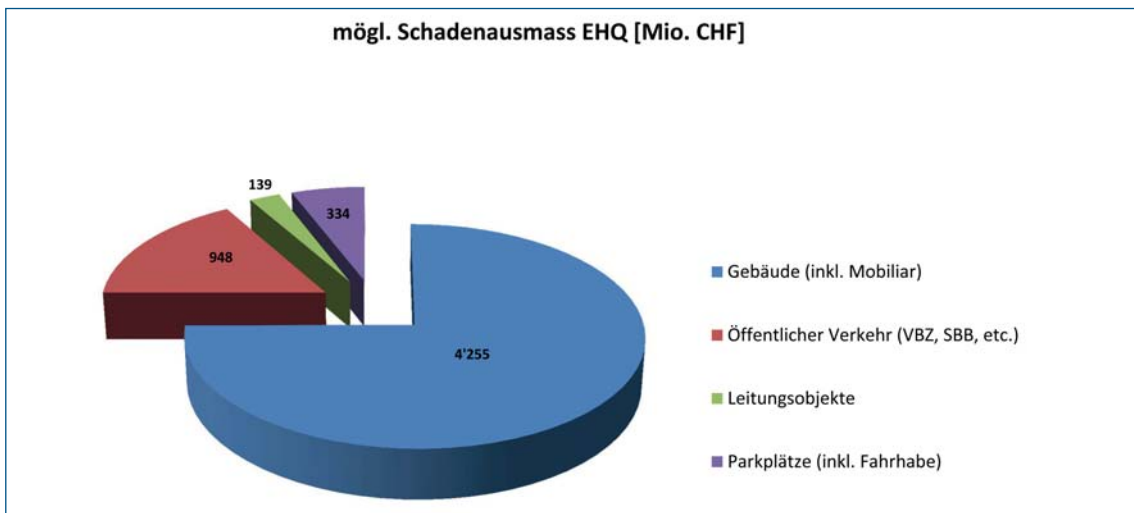
### 7.1 Risiken Gesamtgebiet Überflutung Sihl – Schadenausmass und Gesamtrisiko

Folgendes Schadenausmass wurde ermittelt (Schäden in Franken pro Überflutungsereignis):

Wie die Auswertung in den Bildern 2 und Bild 3 zeigt, betrifft der Haupt-



**Bild 2. Überblick über das mögliche Schadenausmass im 300-jährlichen Szenario (HQ<sub>300</sub>), aufgeteilt nach den vier Sachwertklassen.**



**Bild 3. Überblick über das mögliche Schadenausmass im 500-jährlichen Szenario (EHQ), aufgeteilt nach den vier Sachwertklassen.**

schadenanteil bei beiden Szenarien primär die Gebäude inkl. Mobiliar (v.a. Gewerbe, Wohnhäuser und öffentliche Gebäude), wobei 5% der Objekte für rund 50% des zu erwartenden Schadenausmasses verantwortlich sind.

*Beim HQ<sub>300</sub> ist mit Sachschäden von bis zu 1.6 Mrd. CHF und beim EHQ mit über 5 Mrd. CHF zu rechnen. Der durchschnittliche jährliche Schadenerwartungswert beträgt rund 17 Mio. CHF pro Jahr.*

Dies sind allerdings Minimalwerte, weil Personenschäden, Strassenverkehr, Wasser-, Telefon- und Kabelnetzleitungen sowie indirekte Schäden (Betriebsunterbrüche, Umweltverschmutzung usw.) nicht berücksichtigt wurden.

### 8. Schlussfolgerungen

Erstmals wurden die zu erwartenden Risiken eines Sihl-Hochwassers in der Stadt Zürich nachvollziehbar aufgezeigt. Infolge der gewählten Methodik, d.h. einerseits der Schätzung von real zu erwartenden Sachschäden pro Szenario vor Ort im Gelände durch Experten und andererseits durch die Risikoberechnung mittels «EconoMe 2.1», sind die Resultate aus Sicht der Autoren belastbar. Sie bilden die Situation in der Grossstadt Zürich im Fall einer Überflutung mit seltener bis sehr seltener Wiederkehrperiode gut ab. Die Resultate zeigen, dass im gesamten Untersuchungsperimeter eine aussergewöhnlich hohe Wertedichte besteht. Bei einem extremen Sihl-Hochwasser (500-jährliches Ereignis) ist mit einem Schadenausmass von über fünf Milliarden Schweizer Franken zu rechnen.

Anschrift der Verfasser  
 Fabian Dolf, Projektleiter Naturgefahrenanalysen und Risikomanagement, Geotest AG  
 fabian.dolf@geotest.ch  
 Dr. Bernhard Krummenacher, Filialleiter Geotest AG, Davos  
 bernhard.krummenacher@geotest.ch  
 André Gauderon, Projektleiter Naturgefahrenanalysen und Risikomanagement, Geotest AG  
 andre.gauderon@geotest.ch  
 Severin Schwab, Fachteilbereichsleiter Wasser Geotest AG, severin.schwab@geotest.ch  
 Dörte Aller, Bereichsleiterin Naturgefahren, GVZ Gebäudeversicherung Kanton Zürich  
 doerte.aller@gvz.ch  
 Bernhard Kuhn, Leiter Koordinationsstelle Naturgefahren, Tiefbauamt der Stadt Zürich  
 bernhard.kuhn@zuerich.ch

# Daten absoluter Wasserspiegellagen der Gefahrenkarte Stadt Zürich

Martin Detert, Markus Schatzmann

**Zusammenfassung**

*Bei der Nutzung der Daten aus Hochwasser-Gefahrenkarten treten bei der Planung von Gebäudeschutzmassnahmen häufig Schwierigkeiten auf, wenn aus den Angaben der Fliesstiefenkarten Hochwasserschutzkoten definiert werden müssen. Die Anfragen bezüglich der zu erwartenden absoluten Wasserspiegellagen in m ü. M. nehmen zu, da diese anhand der auf Stufen von 0.25 m klassierten Fliesstiefenkarten in Verbindung mit einem Terrainmodell für den Planer nicht immer befriedigend eingeschätzt werden können. Daher erarbeitete die Basler & Hofmann AG im Auftrag des Tiefbauamtes der Stadt Zürich eine digitale Darstellung der Wasserspiegellagen und kinetischen Energiehöhen auf einem Raster von 3 x 3 m<sup>2</sup> basierend auf den Daten der Hochwasser-Gefahrenkarte der Stadt Zürich. Die verwendete Methodik kombiniert Daten aus hydronumerischen Berechnungen, Ergebnisse aus Fliesswegbestimmungen im Feld und ingenieurtechnischen Abschätzungen. Damit liegt nun direkt ein Planungsinstrument vor mit einer mittleren Genauigkeit von -0.1 m bis +0.3 m für eine Vordimensionierung von Hochwasserschutzkoten in der Stadt Zürich. Im Zweifelsfalle, insbesondere bei baulichen Massnahmen, die zu Änderungen der Fliessewege führen, sollte jedoch immer ein Hydraulikspezialist zu Rate gezogen werden.*

### 1. Ausgangslage

Im Rahmen der Gefahrenkarte Stadt Zürich [01] wurden u. a. kumulierte Fliesstiefenkarten für Hochwasserereignisse HQ<sub>100</sub> und HQ<sub>300</sub> erstellt. Die Ermittlung der Fliesstiefen erfolgte für die grösseren Gewässer (Sihl, Limmat) mit aufwendigen, gekoppelten 1D-2D hydronume-

rischen Simulationen. Für die kleineren Gewässer bzw. Bäche wurden 2D-Berechnungen durchgeführt und mit ingenieurtechnischen Abschätzungen, ergänzt. Schliesslich wurden die Wassertiefen bei Feldbegehungen verifiziert und von Hand adaptiert. Die Darstellung der Wassertiefen erfolgte anschliessend relativ, d.h. die

zu erwartenden Wasserstände wurden in Meter über Geländeoberkante angegeben, klassiert auf spezifische Abstufungen (Bild 1). Diese Darstellung folgte dem bei der Erstellung von Gefahrenkarten üblichen und laut Pflichtenheft geforderten Vorgehen. Gegenüber der Darstellung der Wassertiefen in m ü. M. ermöglicht diese klassifizierte, relative Darstellung einen effizienteren Work-Flow bei der Erstellung der eigentlichen Gefahrenkarten mit den Abstufungen «erhebliche», «mittlere» und «geringe» Gefährdung sowie der «Restgefährdung».

Bei der Nutzung der Informationen, aus der Gefahrenkarte, treten aufgrund von Bauprojekten nun jedoch vermehrt Anfragen bezüglich der zu erwartenden absoluten Wassertiefen in m ü. M. auf. Diese können anhand der bestehenden Wassertiefenkarte, insbesondere im Gelände mit wechselnden Gradienten, nicht immer in einer für den Planer befriedigenden Art und Weise eingeschätzt werden. Im Auftrag des Tiefbauamtes der Stadt Zürich wurde daher eine Übertragung der Fliesstiefenkarten HQ<sub>100</sub> und HQ<sub>300</sub> in absolute Wasserspiegellagen durchgeführt,