

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Conference Paper, Published Version

Schinke, Reinhard; Hennersdorf, Jörg; Ortlepp, Regine; Thieme, Susann; Müller, Uwe

Minderung potentieller Hochwasserschäden an Wohngebäuden – Ein interaktives Tool zur Auswahl und Bewertung baulicher Vorsorgeoptionen

Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit/Provided in Cooperation with:

Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/107555>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Schinke, Reinhard; Hennersdorf, Jörg; Ortlepp, Regine; Thieme, Susann; Müller, Uwe (2021): Minderung potentieller Hochwasserschäden an Wohngebäuden – Ein interaktives Tool zur Auswahl und Bewertung baulicher Vorsorgeoptionen. In: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik (Hg.): Wasserbau zwischen Hochwasser und Wassermangel. Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen 65. Dresden: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik. S. 297-306.

Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



Minderung potentieller Hochwasser- schäden an Wohngebäuden – Ein inter- aktives Tool zur Auswahl und Bewertung baulicher Vorsorgeoptionen

Reinhard Schinke
Jörg Hennersdorf
Regine Ortlepp
Susann Thieme
Uwe Müller

In den zurückliegenden zwei Dekaden hat die öffentliche Hand enorme Anstrengungen unternommen, um – mit Blick auf die staatliche Daseinsvorsorge – auf zukünftige Hochwasserereignisse besser vorbereitet zu sein und die nachteiligen Folgen von Hochwasser maßgeblich vermindern bzw. begrenzen zu können. Hierbei zeigte es sich, dass Restrisiken verbleiben und mit einer zunehmenden, individuellen Betroffenheitssituation die Verantwortung auf den Einzelnen übergeht. Ein wichtiges Element stellt dazu die bauliche Eigenvorsorge dar, die bisher eher selten bzw. nur zögerlich genutzt wird. Dies lässt sich u. a. auf fehlende Werkzeuge zurückführen, mit denen sich zielgerichtet geeignete Optionen auswählen sowie die Wirkung einzelner und kombinierter Maßnahmen charakterisieren lassen. Vor diesem Hintergrund konnte die innovative WebGIS-Anwendung FLOOD.Bi entwickelt werden, welche neben einer gebäudebezogenen Gefährdungsbewertung, die Risiken der Objekte detailliert untersucht und dazu einen gebäudetypologischen, synthetischen Ansatz nutzt. Das Tool schließt die Auswahl und Analyse von Vorsorgemaßnahmen ein, so dass deren Wirkungen charakterisiert und eine individuelle Ersteinschätzung zu den Optionen getroffen werden kann.

Stichworte: Entscheidungsunterstützung, Hochwasser, Bauvorsorge, Wohngebäude

1 Einleitung

Die Hochwasserereignisse in den 1990iger und 2000er Jahren führten zu immensen wirtschaftlichen Schäden, die enorme Anstrengungen erforderlich machten, um neben der Schadensbeseitigung auf zukünftige Ereignisse besser vorbereitet zu sein. Dabei zeigt es sich, dass traditionelle Hochwasserschutzmaßnahmen als Gebietsschutz nur dort umgesetzt werden können, wo eine hohe Betroffenheit mit einer hohen Konzentration an ökonomischen, ökologischen und gesellschaftlichen Werten zusammenfällt. Für die damit ausgeschlossenen Bereiche und Werte verbleiben zunächst die bestehenden Hochwasserrisiken und es werden andere Elemente des Hochwasserrisikomanagements in Betracht gezogen, mit denen sich die Folgen weiter reduzieren oder minimieren lassen (z.B. Risikovorsorge, Verhaltensvorsorge). Mit zunehmenden individuellen Gegebenheiten wird dann insbesondere auf die Eigenvorsorge verwiesen, die durch die Eigentümer und die Betroffenen selbst zu planen und zu realisieren ist (Müller, 2010; WHG §5 Abs. 2).

Die öffentliche Hand unterstützt die Eigenvorsorge primär durch Informations-, Beratungs- und Fortbildungsangebote, was beispielsweise (i) das Monitoring, die Auswertung und die Prognose von Umweltdaten, (ii) die Bereitstellung von Gefahren- und Intensitätskarten sowie von weiterführenden Informationsmaterialien (z.B. BMI, 2018) beinhaltet, aber auch (iii) den Betrieb von Melde- und Warndiensten einschließt. Ungeachtet dessen, sehen sich die Betroffenen – mit Blick auf die Auswahl und Umsetzung der baulichen Vorsorgeoptionen – einer durchaus komplexen und teilweise mit hohen bzw. unübersichtlichen Aufwendungen verbundenen Aufgabe gegenüber stehen. Dadurch ist eine eher zögerliche bzw. seltene Umsetzung zu beobachten oder aber die Wirksamkeit der Maßnahmen ist nicht immer in vollem Umfang gegeben.

Vor diesem Hintergrund ist es gelungen, geeignete methodische Grundlagen zu entwickeln, die – auf Basis einer typbasierten Unterscheidung von Gebäuden – eine Ersteinschätzung zu potentiellen Hochwasserschäden und zur Wirkung baulicher Vorsorgeoptionen erlauben. Diese Funktionalität konnten in einer neuen Anwendung integriert und umgesetzt werden, welche in diesem Beitrag vorgestellt wird.

2 Konzept

Die festgestellten Defizite bei der Nutzung baulicher Vorsorgeoptionen waren Anlass für die Entwicklung einer interaktiven, webbasierten Anwen-

derung, die primär auf die Möglichkeiten an Wohngebäuden fokussiert und sich an betroffene Bürger, Hauseigentümer sowie Fachplaner und Ingenieurbüros wendet.

Bei den konzeptionellen Vorüberlegungen kristallisierten sich zunächst drei zentrale Funktionsmerkmale für die Anwendung heraus, um ein ganzheitliches Bild zur Hochwassersituation und zum Gebäude abzubilden:

- die objektbezogene Charakterisierung der Hochwassergefahr,
- die Ermittlung der zu erwartenden potentiellen Gebäudeschäden sowie
- die Integration und Wirkungsanalyse für nutzerselektierte Vorsorgeoptionen.

Zur Realisierung dieser zentralen Funktionsmerkmale wurde zunächst eine grobe Systemstruktur abgeleitet, die auf eine WebGIS-Lösung abzielt und mit seinen Hauptkomponenten in Abbildung 1 dargestellt ist.

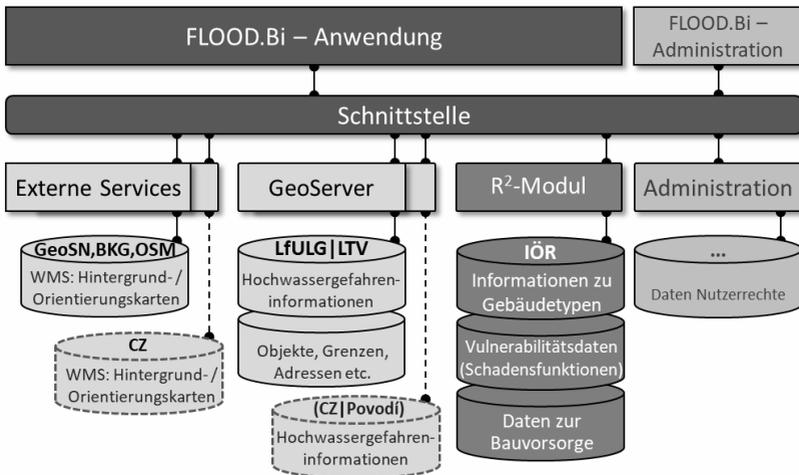


Abbildung 1: Hauptkomponenten und Systemstruktur der FLOOD.Bi Anwendung

Die modulare Struktur ermöglicht dabei eine schrittweise Entwicklung und Erweiterung zur Integration weiterer Funktionalitäten und Daten. Die eingebundenen Komponenten kennzeichnen bereits den vorgesehenen Anwendungsbereich, der zunächst Nutzergruppen im sächsisch-tschechischen Grenzraum adressiert. Hierdurch ergeben sich die erforderliche Zweisprachigkeit und der grenzübergreifende Anwendungsbereich, der umfangreiche Geodatenbedarfe bedingt und einige Herausforderungen bei der Zu-

sammenführung der Datenquellen und bei der Darstellung eines Gesamtbildes bereithält.

Ein Kernelement der Anwendung bildet das R²-Modul des Leibniz-Instituts für ökologische Raumentwicklung (IÖR). Es beinhaltet die Informationsbasis zu den Gebäudetypen, zu deren Verletzbarkeit und zur Wirkung der Vorsorgemaßnahmen. Die hier zugrunde liegende Datenbank liefert auch die Beziehungen, die Abhängigkeiten und die Berechnungsalgorithmen für die Auswertungen im Tool.

3 Umsetzung und Ergebnisse

3.1 Aufbau der Benutzeroberfläche

Grundsätzlich gibt es bereits eine Vielzahl von WebGIS-Lösungen, die unterschiedliche Zielgruppen und Fragestellungen adressieren sowie vielfältige, breit gefächerte Informationsangebote besitzen. Für den Nutzer ist es teilweise schwierig, die für seine Fragestellung geeignetste Plattform zu finden und auszuwählen. Die Integration des entwickelten FLOOD.Bi Tools in ein bestehendes System erschien daher ein wichtiger Aspekt für die Umsetzung zu sein, um die Auffindbarkeit zu erleichtern und darüber hinaus auch bestehende Systemperformance zu nutzen.

Mit der Einbindung der Fachanwendung in das Umweltdatenportal iDA steht ein umfangreiches Funktionsangebot und eine geeignete graphische Benutzeroberfläche zur Verfügung (iDA - interdisziplinäre Daten und Auswertungen). Darüber hinaus ist die Plattform bereits etabliert, da den Nutzern hier ein weitreichendes Angebot an sächsischen Umweltdaten – insbesondere auch im Themenfeld Wasser und Hochwasser – bereitgestellt wird.

Durch die bestehenden, visuellen Anpassungsoptionen lässt sich die FLOOD.Bi Anwendung ideal in das Webdesign der iDA – Plattform integrieren und gleichzeitig die Eigenständigkeit hervorheben. Die iDA Performance wird vor allem an der einheitlich Symbolik und Menügestaltung deutlich. Demgegenüber wird die Spezifik von FLOOD.Bi durch die abweichende Grundfarbgestaltung (blau) ersichtlich. Außerdem konnte das Datenangebot an den grenzübergreifenden Kontext angepasst bzw. erweitert werden.

Der Einstieg in die Anwendung richtet sich auf die kartographische Navigation und Selektion eines Gebäudes, auf dessen Grundlage die Auswertung zur Hochwassergefährdung erfolgt (siehe auch Kap. 3.2). Darauf aufbauend finden die weiteren Interaktionen mit dem Nutzer in einem Steckbrief bzw.

in einem Fenster statt, um die Informationen zum Gebäude, zu schadensrelevanten Gebäudeattributen und zur Vorsorge zu spezifizieren sowie die Analysen durchzuführen und die Ergebnisse aufzubereiten. Die Abbildung 2 gibt einen Einblick in die Gestaltung der Benutzeroberfläche mit der WebGIS-Funktionalität im Hintergrund und dem geöffneten Steckbrief im Vordergrund.

Die Nutzerführung ist in der Anwendung grundsätzlich so gestaltet, dass mit wenigen Nutzereingaben immer wieder (Zwischen-)Ergebnisse präsentiert werden können, die das Interesse aufrechterhalten. Gleichzeitig bleiben auf der Benutzeroberfläche die wichtigsten Informationen aus den voranstehenden Menüpunkten sichtbar, so dass dem Nutzer am Ende ein Gesamtbild aufgezeigt werden kann. Dies ermöglicht auch ein gezieltes zurückspringen auf einzelne Menüpunkte, um Eingaben zu prüfen oder zu verifizieren. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, die getätigten Eingaben und Ergebnisse als pdf-Datei auszugeben und abzuspeichern.

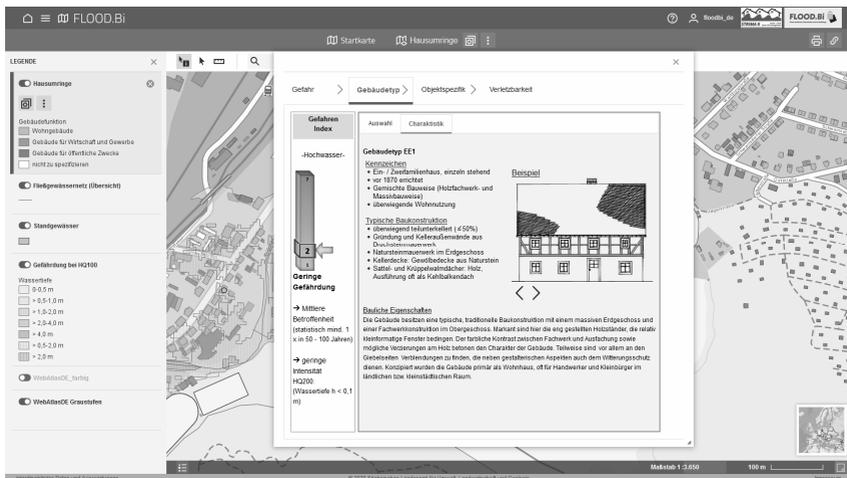


Abbildung 2: Ausschnitt aus der grafischen Benutzeroberfläche (GUI), der den WebGIS-Bereich mit dem geöffneten Steckbrief zeigt.

3.2 Gefahrenanalyse

In FLOOD.Bi stehen zunächst die Hochwassergefahrenkarten zur Verfügung, die als Wassertiefenklassen für ausgewählte Eintrittswahrscheinlichkeiten ausgewertet sind und über die iDA-Plattform bereits angeboten werden. Diese erlauben einen schnellen Gebietsüberblick, sind jedoch für die hier erstrebten, objektbezogenen Auswertungen nur bedingt geeignet. Daher werden diese Daten zunehmend durch hochaufgelöste, rasterbasier-

B7a

te Wassertiefen- und (so vorhanden) Fließgeschwindigkeitsinformationen ersetzt. Wichtige Partner sind hier vor allem die Landestalsperrenverwaltung des Freistaats Sachsen und die Tschechischen Flussgebietsämter (Povodí). Durch die gesetzlich vorgeschriebene, zyklische Aktualisierung der Gefahren- und Risikokarten werden die hydronumerischen Modellierungen regelmäßig nachgeführt, so dass geeignete, fortlaufend aktualisierte Daten für das Tool vorliegen.

Die zur Auswertung der Gefahrensituation vorgesehenen Algorithmen sind an den derzeitigen, im Anwendungsgebiet noch unterschiedlichen Datenbestand angepasst. Für die selektierten Gebäude lassen sich somit die relevanten Wassertiefenklassen zuordnen oder die mittleren Wasserstände und Fließgeschwindigkeiten ausweisen.

Darüber hinaus wird dem Nutzer eine – auf den objektbezogenen Werten basierende – Gesamteinschätzung zur Gefahrensituation gegeben, die sich auf einen Gefahrenindex stützt.

Grundsätzlich gibt es bereits vielfältige Indizes und Klassifizierungen, die spezifische Gefährdungseinordnungen ermöglichen. Diese beschränken sich jedoch in der Regel auf einen Parameter, wie die Häufigkeit oder die Intensität eines Ereignisses. Beispiele sind hierfür das „Zonierungssystem für Überschwemmung, Rückstau und Starkregen“ (ZÜRS), die eine Klassifizierung über die Eintrittswahrscheinlichkeit vornehmen oder die bereits erwähnten Gefahrenkarten mit der Verwendung von Wassertiefenklassen als Intensitätsparameter.

Im Tool werden beide Parameter Intensität und Eintrittswahrscheinlichkeit durch die in Abbildung 3 dargestellte Gefahrenmatrix abgebildet. Die y-Achse charakterisiert den Intensitätsparameter mit

$$I_{\max} = \max(h, v \cdot h) \quad [m, m^2/s].$$

Diese Formulierung verdeutlicht, dass die Wassertiefen für die Ereignisintensität maßgebend sind, so lange die Fließgeschwindigkeiten unter 1 m/s liegen. Eine Minderung des Intensitätswertes bei geringen Fließgeschwindigkeiten wird damit vermieden. Die x-Achse der Gefahrenmatrix reflektiert die Betroffenheit bzw. die Ereignishäufigkeit mit vier Klassen. Der Klassifizierungswert in der Matrix ergibt sich aus der ungünstigsten Konstellation der beiden Parameter. Auf Grundlage der damit aufgebauten Gefahrenmatrix ergibt sich der 7-stufige Gefahrenindex, der im Tool durch eine Farbskala grafisch aufbereitet ist.

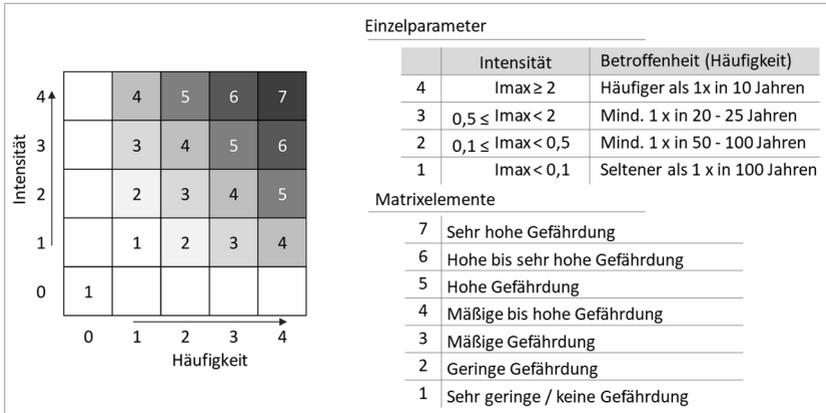


Abbildung 3: Matrix zur Charakterisierung der Hochwassergefährdung

3.3 Analyse potentieller Schäden und baulicher Vorsorgeoptionen

Das R^2 -Modul beinhaltet Daten und Funktionalitäten, um die potentiellen Gebäudeschäden und die Wirkung baulicher Vorsorgeoptionen zu analysieren. Es nutzt hierzu eine vom IÖR entwickelte Methodik, die sich auf eine typenbasierte Unterscheidung von Gebäuden und synthetisch ermittelte Schadensfunktionen stützt. Diese Methodik ist durch gebietsbezogene Verletzbarkeitsanalysen, skalenübergreifende Anwendungsmöglichkeit sowie eine hohe räumliche und kontextbezogene Auflösung gekennzeichnet. Sie wird seit vielen Jahren in der Risikomodellierung und bei der Bewertung von Hochwasserschutzkonzepten eingesetzt und hierzu stetig weiterentwickelt (z.B. *Neubert et al. 2016*, *Schinke et al. 2016*).

Die Ermittlung der synthetischen Schadensfunktionen – als Grundlage für die Schadens- und Risikoanalysen – ist durch eine virtuelle, stufenweise Flutung charakteristischer Gebäude geprägt, so dass schrittweise relevante Schadensmechanismen identifiziert, Sanierungsleistung festgelegt und Kosten zur Wiederherstellung kalkuliert werden können. Diese Vorgehensweise eröffnet auch die Möglichkeit, die Wirkung baulicher und technischer Minderungsmaßnahmen zu untersuchen, zu katalogisieren und zu berücksichtigen (*Schinke et al. 2016*).

Ausgangspunkt für die Analysen in FLOOD.Bi bildet die Selektion eines Wohngebäudetyps, der sich aus Baualterstufe, Bebauungsart und Hauptkonstruktion ergibt und mit einer typenabhängigen Schadensfunktion verbunden ist. Um den individuellen Randbedingungen am Gebäude Rechnung zu tragen, lassen sich die Funktionen hinsichtlich der schadensrelevanten Gebäudeattribute „Unterkellerungsanteil“ und „Gelände-anbindung“

anpassen. Darüber hinaus können die Wirkungen der baulichen Vorsorge durch weitere Funktionsanpassungen beschrieben werden. Die Abbildung 4 kennzeichnet dazu charakteristische Funktionsverläufe für die drei Strategien der Bauvorsorge.

Für die Strategien „Widerstehen“ und „Ausweichen“ ließen sich die Wirkungen der Maßnahmen relativ einfach im Tool integrieren, da es sich um eine überschaubare Anzahl handelt und sich diese Maßnahmen anhand weniger Einzelparameter beschreiben lassen. Im Gegensatz dazu kennzeichnet das „Nachgeben“ eine Vielzahl kleinerer und größerer baulicher Eingriffe in allen Bereichen des Gebäudes, die sich oft nur auf Bauteilebene beschreiben lassen. Hierzu konnte eine Schnittstelle für die synthetischen Schadensfunktionen geschaffen werden, die eine Ankopplung von Musterlösungen, die eine Ankopplung von Musterlösungen erlaubt.

Um die Wirkung der Vorsorgemaßnahmen bzw. die Änderungen am Gebäude konkret zu erfassen, wählt der Nutzer einen Ist- und einen angepassten Zustand. Die Auswertung erfolgt dann anhand der Schadenserwartungswerte für die beiden charakterisierten Zustände.

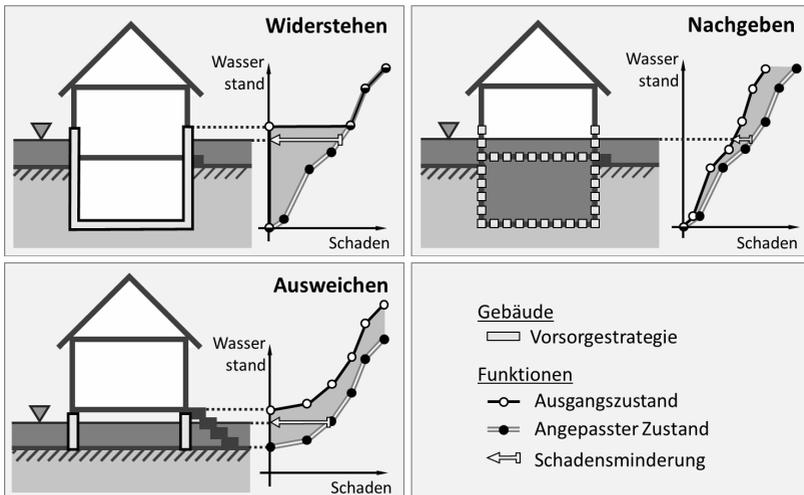


Abbildung 4: Charakterisierung der Verletzbarkeit infolge Hochwasser und der Wirkung baulicher Vorsorge auf Basis synth. Schadensfunktionen

4 Schlussfolgerungen und Ausblick

Mit FLOOD.Bi ist eine innovative Anwendung entstanden, welche die komplexen Herausforderungen bei der Planung und Umsetzung von Vorsorgemaßnahmen aufgreift. Es zeigt ein umfassendes Bild zur Gefährdungssituation eines ausgewählten Gebäudes und analysiert dessen Hochwasserrisiken. Außerdem erlaubt es die zielgerichtete Auswahl geeigneter Vorsorgeoptionen und charakterisiert die Wirkung der einzelnen oder auch kombinierten baulichen Veränderungen. Durch den intuitiven Aufbau der Benutzeroberfläche liefert das Tool eine adäquate Ersteinschätzung zur baulichen Vorsorge und stellt eine wertvolle Grundlage für die weiteren Planungs- und Umsetzungsschritte dar, die sich dann auf eine konkrete, bauliche Aufnahme vor Ort stützen müssen. Mit dem Tool konnte auf diese Weise eine Informationslücke geschlossen werden, die bisher ein Hemmnis für die Anwendung baulicher Vorsorgemaßnahmen durch die betroffenen Hauseigentümer darstellte. Darüber hinaus eröffnet die Funktionalität des Tools durchaus weiterführende Optionen, um beispielsweise zusätzliche Bewertungsaspekte einzubinden oder einen gebietsbezogenen Umsetzungsprozess zur privaten Bauvorsorge abzubilden und zu fördern.

5 Danksagung

Der diesem Tool zugrundeliegende Risikoansatz kennzeichnet eine kontinuierliche Forschungslinie des IÖR, deren Entwicklung durch die EU sowie Bundes-, Landes- und kommunale Einrichtungen unterstützt wird (z.B. BMBF, BMUB, LfULG, TLUBN, LfU BB, LH Dresden). Das vorgestellte Tool selbst entstand primär im Projekt STRIMA II – Sächsisch Tschechisches Hochwasserrisikomanagement. Die programmiertechnische Umsetzung erfolgte durch die Firmen Disy Informationssysteme und Digsyland, die damit maßgeblich zum Gelingen dieser Entwicklung beigetragen haben. Die Europäische Union finanzierte das Projekt STRIMA II über den Europäischen Fond für regionale Entwicklung (ERDF) auf Basis des Kooperationsprogramms zur Förderung der grenzübergreifenden Zusammenarbeit zwischen dem Freistaat Sachsen und der Tschechischen Republik 2014-2020 (Ahoj sousede. Hallo Nachbar.). Weiterentwicklungen entstehen derzeit in dem vom BMBF geförderten Projekt KlimaKonform (FKZ: 01LR2005). Für die Bereitstellung der Fördermittel sei an dieser Stelle gedankt.

6 Literatur

- BMI | Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (Hrsg., 2018): Hochwasserschutzfibel; https://www.fib-bund.de/Inhalt/Themen/Hochwasser/2018-12_Hochwasserschutzfibel_8.Auflage.pdf
- iDA | iDA – interdisziplinäre Daten und Auswertungen; <https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/infosysteme/ida/>
- Müller, U. (2010): Hochwasserrisikomanagement – Theorie und Praxis, Vieweg und Teubner Verlag, 440 S., ISBN 978-3-8348-1247-6
- Neubert, M.; Naumann, T.; Hennersdorf, J.; Nikolowski, J. (2016): The Geographic Information System-based flood damage simulation model HOWAD; In: Journal of Flood Risk Management 9 (2016) 1, S. 36-49; <http://dx.doi.org/10.1111/jfr3.12109>
- Schinke, R.; Kaidel, A.; Golz, S.; Naumann, T.; López-Gutiérrez, J.S.; Garvin, S. (2016): Analysing the effects of flood-resilience technologies in urban areas using a synthetic model approach. In: International Journal of Geo-Information 5 (2016) 11, Nr. 202, S. 14; <http://dx.doi.org/10.3390/ijgi5110202>
- Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), zuletzt durch Artikel 1 vom 19. Juni 2020 geändert (BGBl. I S. 1408)

Autoren:

Dr.-Ing. habil. Regine Ortlepp
Dr.-Ing. Reinhard Schinke
Dipl.-Vw. Jörg Hennersdorf

Dr.-Ing. habil. Uwe Müller
Dipl.-Geogr. Susann Thieme

Leibniz-Institut für ökologische
Raumentwicklung (IÖR)
Weberplatz 1
01217 Dresden

Sächsisches Landesamt für Umwelt,
Landwirtschaft und Geologie
Abteilung Wasser, Boden, Wertstoffe
Zur Wetterwarte 11
01109 Dresden

Tel.: +49 351 4679-246
Fax: +49 351 4679-212

Tel.: +49 351 8928 4000
Fax: +49 351 8928 4099

E-Mail:
R.Ortlepp@ioer.de
R.Schinke@ioer.de
J.Hennersdorf@ioer.de

E-Mail:
Uwe.Mueller@smul.sachsen.de
Susann.Thieme@smul.sachsen.de