

IN-DEPTH KNOWLEDGE: MAPPING AND DOCUMENTATION OF FLOODMARKS

IN-DEPTH KNOWLEDGE AS PART OF T4.3.1 MODULE FOR
ASSESSMENT AND MAPPING OF HEAVY RAIN RISKS
(RAINMAN TOOL 1)

Lisa Körte, Axel Sauer, Johann Heinke, Regine Ortlepp

Leibniz Institute of Ecological Urban and Regional Development (PP 10)



T4.3.1 Module for assessment and mapping of heavy rain risks (RAINMAN Tool 1)

In-depth knowledge: Mapping and documentation of floodmarks

Version 1 28/2/2020

Authors Lisa Körte*, Dr. Axel Sauer*, B.Sc. Johann Heinke, Dr.-Ing. habil. Regine Ortlepp*

*Leibniz Institute of Ecological Urban and Regional Development (PP 10)

Summary

Mapping in this context means the process of spatially differentiated description of heavy rain induced hazards. At the first level of complexity of the RAINMAN framework, empirical surveys of past events with an inventory of flood marks and traces of flow directions and velocities on site, via images and videos as well as with the help of aerial photographs are to be included. Although the value of such information for prevention measures is limited due to its post-event character, this information is very valuable for the identification of hazard hotspots and for the validation of simulation-based approaches.

Deterministic hydrological and hydrodynamic models are used to simulate the processes of surface runoff generation and flooding at a higher level of complexity and to provide detailed information on water levels, flow directions and flow velocities. However, even the results of sophisticated 2D flow models show uncertainties resulting from variable input parameters and data with spatial and temporal dynamics.

Within the framework of the method development in the RAINMAN project, the models need to be compared and evaluated not only with regard to their application requirements but also with regard to the uncertainty of the results or the accuracy of the information derived from the results for planning decisions. Therefore, the verification of the model structure and implementation as well as the validation of the model results are essential.

While river flood simulations can be verified e.g. by means of water level measurements at gauging stations, there is often a lack of suitable data for the validation of pluvial floods occurring independently from surface waters.

Therefore, for the evaluation of the models, heavy precipitation events observed in the study areas Meißen and Oderwitz were used for the calculations, which have led to well-documented flooding and damage in the areas. After the evaluation of this information, a validation of the simulation results can be performed, which goes beyond a mere plausibility check.

A documentation tool was developed for the structured recording of the event documentation consisting of photo and video recordings as well as aerial photographs taken during and after the precipitation events.

Precipitation events, images, watermarks and affected objects are recorded separately in a relational database and assigned to each other by unique IDs. To locate the images, the coordinates of the image acquisition points and the viewing direction were recorded. Likewise, water marks were recorded as georeferenced validation points.

In this context, water marks are defined as all indications of surface runoff and other traces of flooding. The marks were typified according to the type of information that can be derived, so that a distinction can be made between flood marks (e.g. debris/moisture lines on house walls) for determining the maximum water depth and indications of flow direction and speed (e.g. erosion and sedimentation patterns, oriented vegetation and debris, structural damage to buildings and infrastructure). Flood marks contain information on relative and absolute water levels, which are derived from the images and can be verified by measurements in the terrain.

Zusammenfassung

Unter Kartierung ist hier der Vorgang zu verstehen, starkregeninduzierte Gefahren räumlich differenziert zu beschreiben. Auf der ersten Komplexitätsstufe des RAINMAN-Frameworks sind empirische Erhebungen vergangener Ereignisse mit einer Bestandsaufnahme von Hochwassermarken und Spuren von Fließrichtungen und Geschwindigkeiten vor Ort, über Bilder (vgl. Abb. 1) und Videos sowie mit Hilfe von Luftbildern anzusiedeln. Zwar ist der Wert solcher Informationen für Präventionsmaßnahmen aufgrund ihres Nachereignischarakters begrenzt, auf der anderen Seite sind diese Informationen jedoch sehr wertvoll zur Bestimmung von Gefährdungs-Hotspots und zur Validierung simulationsbasierter Ansätze.

Um die Prozesse der Oberflächenabflussgeneration und Überflutung auf einer höheren Komplexitätsstufe zu simulieren und detaillierte Informationen über Wasserstände, Strömungsrichtungen und Strömungsgeschwindigkeiten zu liefern, kommen deterministische hydrologische und hydrodynamische Modelle zum Einsatz. Doch auch die Ergebnisse anspruchsvoller 2D-Strömungsmodelle weisen Unsicherheiten auf, die aus variablen Eingangsparametern und -daten mit räumlicher und zeitlicher Dynamik resultieren.

Im Rahmen der Methodenentwicklung im Projekt RAINMAN müssen die Modelle nicht nur hinsichtlich ihrer Anforderungen bei der Anwendung sondern auch bezüglich der Ergebnisunsicherheit bzw. der Genauigkeit der aus den Ergebnissen ableitbaren Informationen für planerische Entscheidungen verglichen und bewertet werden. Daher sind die Verifizierung der Modellstruktur und -implementierung sowie die Validierung der Modellergebnisse unerlässlich.

Während Flusshochwassersimulationen z.B. anhand von Wasserstandsmessungen an Pegelstationen überprüft werden können, fehlt es oftmals an geeigneten Daten zur Validierung der abseits von Oberflächengewässern auftretenden pluvialen Überflutungen.

Für die Evaluierung der Modelle wurden daher in den Untersuchungsgebieten Meißen und Oderwitz beobachtete Starkniederschlagsereignisse für die Berechnungen herangezogen, die zu gut dokumentierten Überflutungen und Schäden in den Gebieten geführt haben. Nach der Auswertung dieser Informationen kann eine Validierung der Simulationsergebnisse vorgenommen werden, die über eine bloße Plausibilitätsprüfung hinausgeht.

Zur strukturierten Erfassung der Ereignisdokumentation bestehend aus Foto- und Videoaufnahmen sowie Luftbildern, die während und nach den Niederschlagsereignissen aufgenommen wurden, wurde ein Dokumentationswerkzeug entwickelt.

Niederschlagsereignisse, Bilder, Wassermarken sowie betroffene Objekte werden separat in einer relationalen Datenbank erfasst und einander über eindeutige IDs zugeordnet. Zur Verortung der Bilder

wurden die Koordinaten der Bildaufnahmepunkte und die Blickrichtung erfasst. Ebenso wurden Wassermarken als georeferenzierte Validierungspunkte aufgenommen.

Unter Wassermarken sind in diesem Kontext alle Hinweise auf Oberflächenabfluss zu verstehen. Es wurde eine Typisierung der Marken nach Art der ableitbaren Informationen vorgenommen, sodass zwischen Hochwassermarken (z.B. Geschwemmsel-/Feuchtigkeitslinien an Hauswänden) zur Bestimmung der maximalen Wassertiefe und Hinweisen auf Fließrichtung- und Geschwindigkeit (z. B. Erosions- und Sedimentationsmuster, orientierte Vegetation und Schutt, Strukturschäden an Gebäuden und Infrastruktur) unterschieden werden kann. Hochwassermarken enthalten Informationen zu relativen und absoluten Wasserhöhen, die aus den Bildern abgeleitet und durch Einmessungen im Gelände verifiziert wurden.

Inhaltsverzeichnis

1. EINFÜHRUNG	6
2. METHODE	7
3. ERGEBNISSE	8
4. FAZIT	9



1. Einführung

Überschwemmungen durch Starkregen können sehr unterschiedliche Gestalt annehmen. Ob Sturzfluten in Gebieten mit konzentriertem Oberflächenabfluss, Pluvialfluten in flachem Gelände oder Kanalfloten im urbanen Raum, gemeinsam ist allen, dass sie oftmals nur mit sehr geringer Vorwarnzeit und auch außerhalb der im Hochwasserrisikomanagement betrachteten gewässernahen Bereiche vorkommen.

Karten von potenziell überfluteten Gebieten können lokalen Behörden, Einsatzkräften und Anwohnern helfen, mögliche Schäden durch kurzfristige operative Maßnahmen oder langfristige raumplanerische Anpassungen an die dargestellten Gefahren zu reduzieren.

Im Rahmen des EU Interreg CENTRAL EUROPE-Projekts „Integrated Heavy Rain Risk Management“ (RAINMAN) wird ein Methoden- und Maßnahmenkatalog für ein integriertes Starkregenrisikomanagement erarbeitet. Kern der gemeinsamen Aktivitäten ist ein analytisches Rahmenwerk zur Gefahren- und Risikoanalyse im Zusammenhang mit starkregen-induziertem Oberflächenabfluss. Hierzu werden Analysemethoden zur räumlich differenzierten Beschreibung der Gefahren und Risiken auf drei Komplexitätsstufen entwickelt. Die Komplexitätsstufen beschreiben methodische Anforderungen, den Datenbedarf sowie fachliche, finanzielle und sonstige Aufwendungen, um eine für den individuellen Kontext des Untersuchungsgebiets und die Bedürfnisse der jeweiligen Kommune geeignete Methode zu finden. Nicht zuletzt unterscheiden sie sich jedoch auch bezüglich ihrer möglichen Ergebnisse und deren Anwendungsfelder und Aussageschärfe.

Auf der niedrigsten Komplexitätsstufe des RAINMAN-Frameworks sind empirische Erhebungen vergangener Ereignisse mit einer Bestandsaufnahme von Hinweisen auf Oberflächenabflussprozesse anzusetzen. Zwar ist der Wert solcher Informationen für Präventionsmaßnahmen aufgrund ihres Nachereignischarakters begrenzt, andererseits ermöglichen solche Ex-post-Analysen im Rahmen einer Ersteinschätzung die Ausweisung von Gefährdungsschwerpunkten und stellen darüber hinaus eine wichtige Grundlage zur Validierung der Ergebnisse simulationsbasierter Ansätze dar.

Um die Prozesse der Oberflächenabflussentstehung und Abflusslenkung bzw. Überflutung auf einer höheren Komplexitätsstufe zu simulieren und detaillierte Informationen über Wasserstände, Strömungsrichtungen und Strömungsgeschwindigkeiten zu liefern, kommen deterministische hydrologische und hydrodynamische Modelle zum Einsatz. Doch auch die Ergebnisse anspruchsvoller 2D-Strömungsmodelle weisen Unsicherheiten auf, die aus variablen Eingangsparametern und -daten mit räumlicher und zeitlicher Dynamik resultieren.

Im Rahmen der Methodenentwicklung im Projekt RAINMAN müssen die Modelle nicht nur hinsichtlich ihrer Anforderungen bei der Anwendung verglichen und bewertet werden, sondern auch bezüglich der Ergebnisunsicherheit bzw. der Genauigkeit der aus den Ergebnissen ableitbaren Informationen für planerische Entscheidungen. Daher sind die Verifizierung der Modellstruktur und -implementierung sowie die Validierung der Modellergebnisse unerlässlich.



Abb. 1 Geschwemmsellinie in ca. 1,50 m Höhe an der hangzugewandten Seite eines Gebäudes im Gebiet Meißen (An der Hohen Eifer 2, Meißen, N51.145405, E13.458421), Quelle: Golz/IÖR 2014.

2. Methode

Während Flusshochwassersimulationen z. B. durch Wasserstandsmessungen an Pegelstationen überprüft werden können, fehlt es oftmals an geeigneten Daten zur Validierung der abseits von Oberflächengewässern auftretenden pluvialen Überflutungen.

Für die Evaluierung der Modelle wurden daher Starkniederschlagsereignisse mit gut dokumentierten Überflutungen und Schäden in den sächsischen Untersuchungsgebieten des RAINMAN-Projektes herangezogen.

Zur strukturierten Erfassung und Dokumentation der Ereignisspuren aus Foto- und Videoaufnahmen sowie Luftbildern, die während und nach den Niederschlagsereignissen entstanden sind, wurde ein auf der Datenbankanwendung Microsoft Access basierendes Dokumentationswerkzeug entwickelt (siehe Abb. 3).

Niederschlagsereignisse, Bilder, Wassermarken sowie betroffene Objekte werden separat in einer relationalen Datenbank erfasst und miteinander über eindeutige IDs und entsprechende Verknüpfungen in Beziehung gesetzt. Zur Verortung der Bilder werden die Koordinaten der Bildaufnahmepunkte und die Blickrichtung erhoben. Ebenso werden Wassermarken als georeferenzierte Validierungspunkte aufgenommen.

Unter Wassermarken sind in diesem Kontext alle Hinweise auf Oberflächenabflussprozesse bzw. Spuren von Abflussprozessen zu verstehen. Die Marken werden nach Art der ableitbaren Informationen typisiert,

sodass unterschieden werden kann zwischen verschiedenen Typen wie etwa Geschwemmsellinien und Durchfeuchtungen an Hauswänden zur Bestimmung der maximalen Wassertiefe oder Erosions- und Sedimentationsspuren und umgelegte/ausgerichtete Vegetation als Hinweisgeber auf Fließgeschwindigkeit und Fließrichtung. Wasserstandsmarken im engeren Sinne enthalten Informationen zu relativen und absoluten Wasserhöhen, die aus den Bildern durch Vergleiche mit bekannten Maßen wie etwa denen eines Autoreifens abgeleitet und durch ergänzende Einmessungen im Gelände verifiziert werden können.

Die punktuellen Wassermarken können durch die flächenhafte Digitalisierung der Überflutungsfläche anhand von Sedimentationsspuren auf orthorektifizierten Luftbildern ergänzt werden. Über eine GIS-basierte Verschneidung der georeferenzierten Punktwolke mit Daten des amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS), Landnutzungsinformationen o. ä. ist die Ergänzung der Datenbankinhalte um weitere Informationen möglich. Eingabeformulare zur Erfassung und Abfrage der Daten erleichtern die Handhabung und ermöglichen es, weitere Funktionen und externe Dienste (z. B. den automatisierten Aufruf von Radararchivkarten zum Startzeitpunkt des Niederschlagsereignisses) einzubetten sowie die Konsistenz der Daten zu gewährleisten.

Mit dem Datenbankwerkzeug können somit Bereiche dokumentiert werden, in denen bei einem zukünftigen Starkregenereignis im Analogieschluss von einer Gefährdung durch konzentrierten Oberflächenabfluss und ggf. Erosion und Akkumulation von Sediment auszugehen ist. Über den direkten Vergleich einzelner Wassermarken mit simulierten Wassertiefen kann eine allgemeine Plausibilitätsprüfung hydrodynamischer Modelle erfolgen oder - bei ausreichender Anzahl und flächenhafter Verteilung der Wassermarken - auch die Berechnung üblicher Modellgütemaße wie etwa mittlerer quadrierter Fehler u. ä. vorgenommen werden. Die strukturierte Erfassung und Genauigkeitseinstufung der Wassermarken gewährleistet die für eine Modellvalidierung erforderliche Datenqualität. Ein langfristiges Ziel ist darüber hinaus der Aufbau einer zunächst sachsenweiten Ereignisdatenbank, um so beispielsweise die Abhängigkeit starkregeninduzierter Überschwemmungen von räumlich variablen Parametern im Sinne von Determinanten zu analysieren.

3. Ergebnisse

Während eines etwa 2-stündigen Starkregenereignisses am 14.05.2017 über dem Ortsteil Spitzkunnersdorf der Gemeinde Leutersdorf im Landkreis Görlitz kam es innerhalb kürzester Zeit zu Überflutungen im Siedlungsbereich. Das durch Anwohner, Freiwillige Feuerwehr und Verwaltungsmitarbeiter während und nach dem Ereignis erzeugte Bildmaterial zeigt, dass neben dem Ausufernden des Spitzkunnersdorfer Wassers auch in erheblichem Maße wildabfließendes Wasser über die nördlich angrenzenden landwirtschaftlichen Flächen zu den großen Schäden beigetragen hat.

Insgesamt 509 Wassermarken wurden mithilfe des Dokumentationswerkzeugs im Gemeindegebiet erfasst. Diese bilden vorrangig die Schadensschwerpunkte innerhalb des Siedlungsbereichs in Gewässernähe sowie an den von Bodenerosion betroffenen Ackerflächen ab, die im Rahmen der Schadenersterfassung unmittelbar nach dem Ereignis aufgenommen wurden. An den siedlungsfernen Abschnitten des Gewässers wurden keine Überflutungsspuren dokumentiert, so dass in diesen Bereichen keine vertiefte Auswertung möglich ist.

Mithilfe des „High-Performance Integrated Modelling System“ (HiPIMS) wurde eine hydrodynamische 2D-Modellierung des Starkregenereignisses vom 14.05.2017 unter Verwendung aufbereiteter Radarniederschlagsdaten durchgeführt. Grundlage der Berechnungen ist das Digitale Geländemodell DGM2 des Staatsbetriebs Geobasisinformation und Vermessung Sachsen (GeoSN), welches weitgehend unverändert übernommen wurde. Es wurde lediglich eine Integration von Gebäudegeometrien des ATKIS-

Basis-DLM (Hausumringe) als Fließhindernisse über eine fixe Erhöhung des DGMs in den entsprechenden Bereichen vorgenommen.

Über einen Abgleich der simulierten Wassertiefen mit den aus der Fotodokumentation extrahierten Informationen kann eine erste Plausibilisierung der Modellergebnisse vorgenommen werden. Dies vereinfacht u.a. die Identifizierung von Fehlern im zugrundeliegenden Höhenmodell. So führt die Nichtberücksichtigung des Durchlassbauwerks (durchgehender „Damm“ im DGM) eines Zuflusses zum Spitzkunnersdorfer Wasser (Färbergraben) zu einer Überschätzung der Wassertiefen um rund 40 bis 80 cm oberhalb des Bauwerks (vgl. Abb. 2, Markierung 1). Betrachtet man das Gesamtgebiet, so liegen die Abweichungen zwischen beobachteten und simulierten Wassertiefen mit Großteils ± 10 cm im Bereich des Höhenfehlers des DGM2 von 20 cm, sodass trotz vereinfachter Modellannahmen (Abflusskoeffizient 1, globale Rauigkeit, keine vertiefte Nachbearbeitung des DGM) eine sehr gute Übereinstimmung im Siedlungsbereich gegeben ist. Die unregelmäßige räumliche Verteilung der Wassermarken über das gesamte Untersuchungsgebiet mit deutlich höherer Dichte im Siedlungsbereich erschwert jedoch eine Validierung aller simulierten Wasserstände.

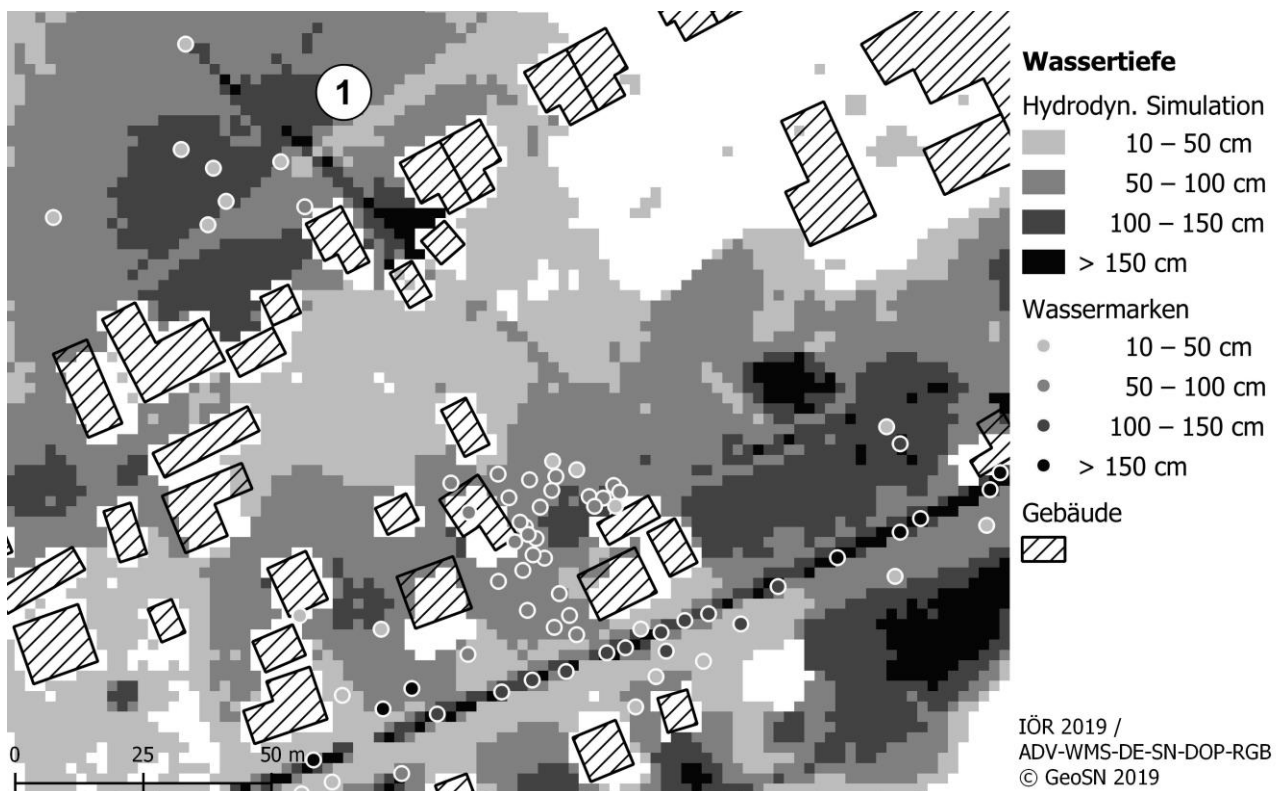


Abb. 2: Anwendungsbeispiel: Plausibilisierung simulierter Wassertiefen anhand erhobener Wassermarken (Starkniederschlagsereignis am 14.05.2017 in Leutersdorf, OT Spitzkunnersdorf, LK Görlitz).

4. Fazit

In einem Workshop des RAINMAN-Projektes zum Thema „Lokale Überflutungen durch Starkregen - Ansätze zur Dokumentation und Kartierung von Gefahren und Risiken“ wurden mit Praktikern aus den sächsischen Pilotgemeinden und interessierten Vertretern anderer Kommunen die Anforderungen, Anwendungs- und Entwicklungsmöglichkeiten des Dokumentationswerkzeugs diskutiert. Das Interesse der Kommunen an

einem leicht zu handhabenden Werkzeug zur Erfassung der Prozessspuren von Starkniederschlagsereignissen und der entstandenen Schäden ist groß. Ergänzt durch noch zu erarbeitende Erfassungleitfäden zur systematischen und möglichst flächendeckenden Dokumentation und Auswertung der Wassermarken aus Bildinformationen und Vor-Ort-Begehungen (wie beispielsweise für die Erfassung von Hochwasserständen und -marken durch das LfULG Sachsen existierend), bildet das vorgestellte Dokumentationswerkzeug eine wertvolle Grundlage zur strukturierten und langfristigen Identifizierung von Gefährdungsschwerpunkten durch die Kommunen und zur Validierung hydrodynamisch-numerischer Strömungsmodelle.

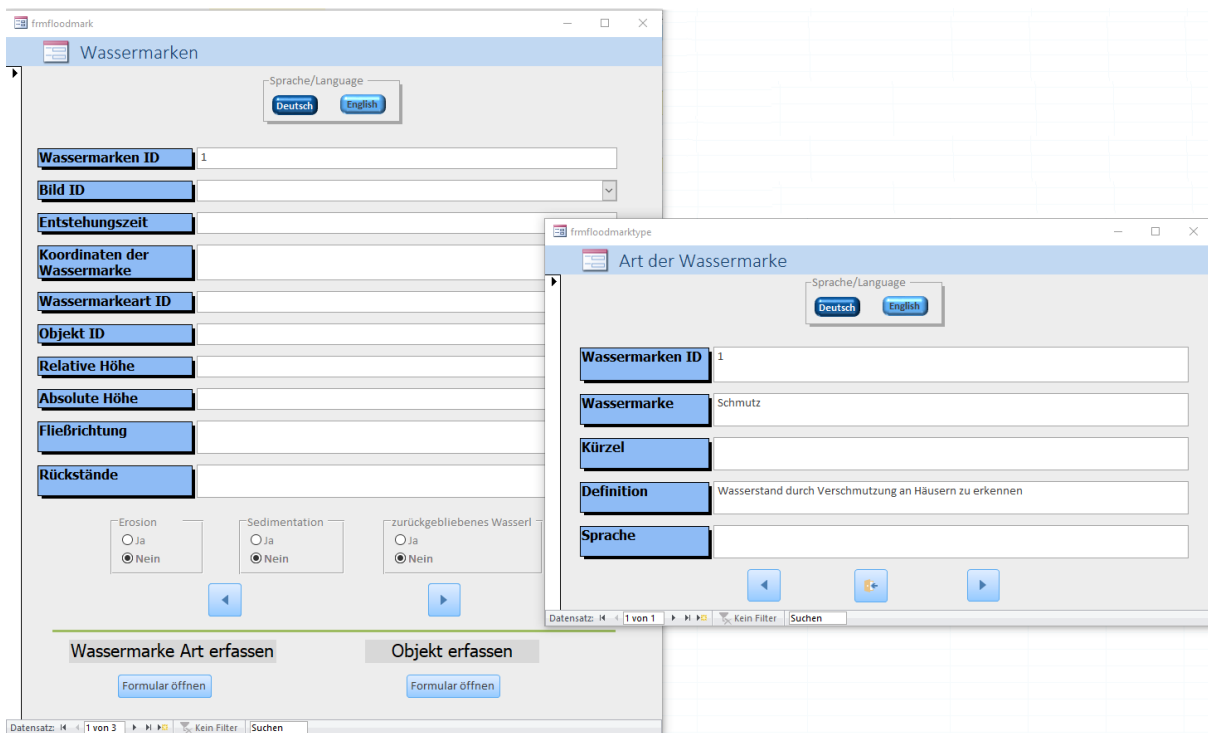


Abb. 3 Eingabemasken der Datenbank FloodDocumenter zur Erfassung und Abfrage von Wassermarken.

RAINMAN Key Facts

Project duration: 07.2017 – 06.2020
Project budget: 3,045,287 €
ERDF funding: 2,488,510 €

RAINMAN website & newsletter registration: www.interreg-central.eu/rainman



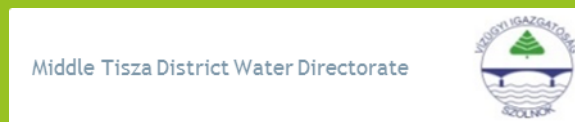
Lead Partner



Saxon State Office for Environment, Agriculture and Geology

✉ rainman.lfulg@smul.sachsen.de

Project Partner



Project support



INFRASTRUKTUR & UMWELT
Professor Böhm und Partner

✉ RAINMAN@iu-info.de