

IN-DEPTH KNOWLEDGE: EVENT DOCUMENTATION WITH FLOODDOCUMENTER

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

Johann Heinke, Axel Sauer*

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

Our Project is funded by the Interreg CENTRAL EUROPE Programme that encourages cooperation on shared challenges in central Europe and is supported under the European Regional Development Fund.



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

In-depth knowledge: Event documentation with FloodDocumenter

Version 1 27/02/2020

Authors Johann Heinke, Axel Sauer*

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

Summary

The spatial and temporal prediction of heavy rain events is still associated with great uncertainties with the current state of the art, which makes comprehensive and sufficient documentation all the more important. The need for a database that systematically records heavy rain events is therefore a given in any case due to the lack of alternatives for good risk management. Although documentation of heavy rain events is already taking place in smaller institutions, they are not consolidated and centrally recorded, which means that knowledge is lost over time.

In the context of this work, recording and documentation tools were developed especially for heavy rain events, which can record the different data in a uniform and simplified way and merge them into a database. In contrast to other projects, the focus of the resulting database is on data that allow conclusions to be drawn about surface water flow after a heavy rainfall event, rather than about the consequences or damages.

Data analysis was initially limited to the evaluation of images. Due to their increasing distribution, not least in social media, and relatively easy to extract information, they represent a valuable data source. However, a future extension to other media, such as film, mission reports or eyewitness accounts is well conceivable.

Due to the wide range of potential user groups (e.g. communities, specialized authorities, citizens, scientists) Microsoft Access was chosen for the database creation. It convinces by its wide distribution and easy handling. If it turns out not to be a suitable database software in the future, the concept can be transferred to other systems.

The created database should help to better structure and display recorded data. Several tables with corresponding forms were developed, which divide information that can be contained in a picture thematically and partly relate to each other. We tried to make the forms very interactive to simplify the input of data as much as possible. In doing so, great importance was put on user-friendliness. The database is supported by several R-functions, which serve the maintenance of the database (alignment of the coordinates) and the automatic finding of suitable precipitation data.

How to... prepare a depressionless digital elevation model

The focus of the work was initially on the conceptual design of the database. An extensive testing of the individual functions with data could not be accomplished so far. Therefore it is not foreseeable at the moment to what extent further adjustments will be necessary to adapt the theoretical considerations to the practical procedures.

Unfortunately, it was not possible to implement all developed ideas, so that there is still further potential for improvement of the database. The most important extension is to establish other media types as a data basis. In the long term, the implementation of a web-enabled version of the database could also be of interest.

Inhaltverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	VI
Tabellenverzeichnis	VII
Abkürzungsverzeichnis	VIII
1. Einleitung	9
1.1. Starkregen	9
1.2. Starkregenereignisse in Sachsen	10
1.3. Das RAINMAN-Projekt	10
1.4. Datenbanken	11
2. Zielsetzung der Bachelorarbeit	12
3. Stand der Forschung	13
3.1. Dokumentation von Regenereignissen	13
3.1.1. Deutschland	13
3.1.2. URBAS	13
3.1.3. VEREINT	14
3.2. Dokumentation von Naturereignissen	15
3.2.1. DOMODIS	15
3.2.2. DIS-ALP	16
3.2.3. EM-DAT	16
3.2.4. ESWD	17
4. Entstehungsprozess der Datenbank	18
4.1. Vorbereitungsphase	18
4.2. Konzeptionierung	19
4.3. Evaluierung	19
4.4. Dokumentation	19
5. Konzept	20
6. Methodische Umsetzung	22
6.1. Verwendete Software	22
6.2. Datenbanktabellen	22
6.2.1. Tabelle tab_AGS_Sachsen	22
6.2.2. Tabelle tabimage	23
6.2.3. Tabelle tabfloodmark	24
6.2.4. Tabelle tabfloodmarktype	25
6.2.5. Tabelle tabobject	25
6.2.6. Tabelle tabevent	26
6.2.7. Tabelle tabauthor	26
6.3. Datenbankabfragen	26
6.4. Datenbankformulare	27



6.4.1. Formular frmkachelmannkarte	28
6.4.2. Formular frmevent	31
6.4.3. Formular frmimage	32
6.5. Modul	36
6.5.1. UTC/GMT	36
6.5.2. Pfad	37
6.6. R-Skript zum Finden der nächstliegenden Wetterstationen	37
6.7. Umrechnung Koordinatensysteme	39
7. Diskussion	42
7.1. Definitionen	42
7.2. Anwender/Aufgaben	43
7.3. Verwendete Programme	43
7.4. Bilder und andere Medien	44
7.5. Vergleich URBAS	45
7.6. Vergleich VEREINT	49
7.7. Mögliche Verbesserungen	51
7.8. Was ist mit den Daten möglich?	52
8. Zusammenfassung	54
9. Literatur	55



Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Aufbau der URBAS-Datenbank (Castro et al. 2008).	14
Abb. 2: Entity-Relationship-Modell der Datenbank.	21
Abb. 3: Gegenüberstellung der englischen und deutschen Version des Formulars frmevent.	27
Abb. 4: VBA-Code für die Änderung der Sprache am Beispiel des Formulars frmevent.	28
Abb. 5: Beispielhafte Zusammensetzung eines Linkes für eine Regenradarkarte auf https://kachelmannwetter.com/de .	29
Abb. 6: VBA-Code zum Erzeugen und Öffnen der Regenradarkarten.	30
Abb. 7: Fehlermeldelug, welche angezeigt wird, wenn ein Datum aus der Zukunft gewählt wird.	31
Abb. 8: Fehlermeldelug, welche angezeigt wird, wenn ein Datum vor dem 01.01.2005 liegt.	31
Abb. 9: SQL-Anweisung zum Auswählen der Gemeinden im Formular frmevent.	32
Abb. 10: Warnhinweis, welcher erscheint, wenn das Startdatum zeitlich nach dem Enddatum liegt.	32
Abb. 11: Formular frmimage mit beispielhaften Eingaben.	33
Abb. 12: Ordnermenü zum Auswählen der Bilder.	33
Abb. 13: Programmcode zum automatischen Eintragen des Bildnamens, Verzeichnisses und Dateiformates.	34
Abb. 14: VBA-Code für das Einfügen der Koordinaten.	35
Abb. 15: Schematische Ablauf des Modules „UTC/GMT“.	36
Abb. 16: R-Skript Wetterstationen.	38
Abb. 17: Beispielhafte mit R erstellte, interaktive Karte mit Wetterstationen (rot = Wetterstationen; blau = Ausgangspunkt).	39
Abb. 18: R-Skript Umrechnen der Koordinaten.	40
Abb. 19: Formular „Allgemein“ des Projektes URBAS (CASTRO et al. 2008).	46
Abb. 20: Formular „Region“ des Projektes URBAS (CASTRO et al. 2008).	47
Abb. 21: Formular „Niederschlag“ des Projektes URBAS (CASTRO et al. 2008).	48
Abb. 22: Formular „Abfluss“ des Projektes URBAS (Castro et al. 2008).	49
Abb. 23: Online Erfassungsbogen des Projektes Vereint; zur besseren Übersichtlichkeit getrennt nebeneinander dargestellt (http://vereint.cimtt.de/).	50
Abb. 24: Darstellung der aufgenommenen Ereignisse im Projekt VEREINT (http://vereint.cimtt.de/).	51
Abb. 25: Schematische Darstellung für eine mögliche Onlinelösung.	52
Abb. 26: Beispielkarte für die Weiterverwendung der Daten.	53



Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Zeitlicher Ablauf der Datenbankentwicklung.	18
Tab. 2: Parameter der Tabelle tab_AGS_Sachsen, die Daten aus der Tabelle stammen von Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (2018).	23
Tab. 3: Parameter der Tabelle tabimage.	23
Tab. 4: Parameter der Tabelle tabfloodmark.	24
Tab. 5: Parameter der Tabelle tabfloodmarktype.	25
Tab. 6: Parameter der Tabelle tabobject.	25
Tab. 7: Parameter der Tabelle tabevent.	26
Tab. 8: Parameter der Tabelle tabauthor.	26
Tab. 9: Verwendete Pakete im Programm R zum Berechnen der Wetterstationen.	37
Tab. 10: Verwendete Pakete für die Umrechnung der Koordinaten in R.	39



Abkürzungsverzeichnis

AGS	Amtlicher Gemeindeschlüssel
CMS	<i>Contentmanagementsystem</i>
DE	Deutsch
DGM	digitales Geländemodell
DIN	Deutsches Institut für Normung
DIS-ALP	<i>Disaster and Information Systems of Alpine Regions</i>
DOMODIS	<i>Documentation of Mountain Disasters</i>
DWD	Deutscher Wetterdienst
EM-DAT	<i>Emergency Events Database</i>
EN	Englisch
EPSG	<i>European Petroleum Survey Group Geodesy</i>
ESWD	<i>European Severe Weather Database</i>
GIS	Geoinformationssystem
GMT	<i>Greenwich Mean Time</i>
LAWA	Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
MESZ	Mitteleuropäische Sommerzeit
MEZ	Mitteleuropäische Zeit
ODBC	<i>Open Database Connectivity</i>
RAINMAN	<i>Integrated Heavy Rain Risk Management</i>
SQL	<i>Structured Query Language</i>
UN	<i>United Nations</i>
URBAS	Urbane Sturzfluten
URL	<i>Uniform Resource Locator</i>
UTC	<i>Coordinated Universal Time</i>
VBA	<i>Visual Basic for Applications</i>
ZOPE	<i>Z Object Publishing Environment</i>



1. Einleitung

1.1. Starkregen

Überschwemmungen gehören zu den bedeutendsten Naturgefahren der Welt und sind mit erheblichem Verlust an Leben und wirtschaftlichen Schäden verbunden (BARREDO 2007, MARCHI et al. 2010). In den letzten Jahren bzw. Jahrzehnten häufen sich die Medienberichte zu Überflutungsereignissen abseits von Gewässern. Wie bereits 2009 im Bericht „Hochwasser und Klimawandel“ festgehalten wurde, liegt die Ursache von kleinräumigen Hochwasserereignissen nicht nur in Niederschlagsfeldern großräumiger Tiefdruckgebiete, sondern auch in kurzen, intensiven Starkniederschlägen aus Gewittern (FORMAYER & KROMP-KOLB 2009).

Anders als bei Flusshochwasser ist bei urbanen Sturzfluten derzeit noch keine nennenswerte Vorwarnzeit möglich. Die Starkregenabflüsse aus Sturzflutereignissen übersteigen die Leistungsfähigkeiten von Grundstücksentwässerungen, Kanalisation und Gewässern oftmals bei weitem. Regenwasser und Schlämme fließen dann ungeordnet von Landwirtschafts-, Forstwirtschafts- oder sonstigen Außengebietsflächen über Gräben und Wege in Siedlungsgebiete (ILLGEN 2013).

Der Identifizierung solch störanfälliger Räume kommt deshalb eine zunehmende Bedeutung zu und Hochwasserereignisse erfordern verstärkt eine vorsorgeorientierte Planung (ACATECH 2012). Allerdings wird eine systematische Dokumentation von Starkregenereignissen, entstandenen Schäden, Schadensursachen und Abhilfemaßnahmen aktuell kaum vorgenommen. Vereinzelt Informationen werden mitunter auf kommunaler Ebene, beispielsweise von den Feuerwehren, gesammelt und dokumentiert. Deren Systematik ist allerdings auf die Einsätze selbst ausgerichtet, und nicht mit Blick auf Schäden, Schadensursachen und zukünftige Vorsorgemaßnahmen. Auch Stadtwerke bzw. Tiefbauämter sammeln häufig Informationen zu Schwachstellen im Entwässerungsnetz. Allerdings kommt es kaum zu einem Informationsaustausch zwischen diesen verschiedenen, kommunalen Institutionen. Auf nationaler bzw. europäischer Ebene bestehen zwar Datenbanksysteme zur Dokumentation von Naturereignissen, jedoch sind diese nicht explizit auf Starkregenereignisse und deren Schäden / Schadensursachen ausgerichtet oder werden aktuell nicht gepflegt (EMDE et al. 2018).

Bei größeren Flutereignissen werden in der Regel aufwändige und kostenintensive Maßnahmen zur Dokumentation und Erfassung, wie Befliegungen, ergriffen. Wegen der geringeren zur Verfügung stehenden Mittel ist solch eine Auswertung bei lokalen Starkniederschlägen oft nicht möglich. Auch eine bloße Auswertung von Wetterstationsdaten ist wegen des lokalen Charakters dieser Ereignisse nur bedingt hilfreich zur Bewertung. Aus diesem Grund ist die Auswahl an geeigneten Werkzeugen für deren Dokumentation und Auswertung derzeit sehr begrenzt. Eine Möglichkeit dennoch Information über diese Ereignisse zu gewinnen, ist Spuren auszuwerten, welche dabei hinterlassen werden. Dies kann zum Beispiel in Form von Schäden, Verschmutzung, anhand der Vegetation oder auch abgetragenen und abgelagerten Schwemmmaterial sein. Diese enthalten oft wichtige Informationen zu den Wassermassen, welche den Standort passiert haben und lassen Rückschlüsse auf deren Verbreitung, Fließgeschwindigkeit, Fließrichtung und mittransportierten Material zu.



1.2. Starkregenereignisse in Sachsen

Sachsen erlebte in diesem Jahrhundert schon mehrere Flutkatastrophen, welche teilweise auch durch Starkregen ausgelöst wurden. Ein Beispiel dafür sind die Vorgänge des Juni 2013, bei denen langanhaltende Starkregenereignisse in Verbindung mit einer bereits sehr hohen Vorfeuchte der Böden flächendeckend zu extremen Hochwasserereignissen führten. Besonders betroffen waren die Einzugsgebiete der Elbe, Mulde und Weißen Elster, wobei teilweise sogar Wasserstände erreicht wurden, die die Werte des Augusthochwassers 2002 noch übertrafen (Bilinski et al. 2015).

In den Tagen des 8. und 9. Juni 2013 wiesen die Niederschlagssummen Mengen von bis zu 100 mm auf. Ein Großteil des Niederschlages ging dabei in sehr kurzer Zeit nieder, wie zum Beispiel an der Niederschlagsstation Hartmannsdorf (TS Lehmühle) bei Dippoldiswalde, wo am 09. Juni 2013 in einer Stunde über 60 mm fielen (Bilinski et al. 2015).

Im Muldegebiet führten Starkregenereignisse, die sich von Ende Mai bis Anfang Juni erstreckten zu einem extremen Hochwassereschehen. Besonders gravierend war dies im Einzugsgebiet der Zwickauer Mulde und ihrer Nebenflüsse (Schwarzwasser, Chemnitz mit Zwönitz und Würschnitz), aber auch im Einzugsgebiet der Freiburger Mulde und ihrer Nebenflüsse (Bobritzsch, Striegis, Zschopau mit Flöha) traten große bis extreme Hochwasser auf. Durch den vielen Regen trafen die Niederschläge schnell auf nahezu vollständig gesättigte Böden. Folglich wurde fast die komplette Niederschlagsmenge unmittelbar in Oberflächenabfluss transformiert. Daraus resultierte eine sehr schnelle Reaktion der Abflüsse mit entsprechend starken Ausmaßen der Hochwasser und es traten in kurzer Zeit große Schäden auf, sowohl durch die Fließgewässer (Erosion des Ufers, Überschwemmungen, Schlammablagerungen) als auch durch wild abfließendes Wasser (Bodenerosion, Schlammablagerungen, Überflutungen). Zwar kam es in ganz Sachsen als Folge starker Niederschläge zu Hochwasser, allerdings war die Situation in Folge der extremen räumlichen Begrenzung der Regenereignisse keineswegs flächendeckend (Bilinski et al. 2015).

Solch eine hohe lokale Ausprägung von Starkniederschlägen und resultierenden Überschwemmungen, wie bei den Flutereignissen im Juni 2013, bedingt, dass eine Dokumentation der Wassermassen nur sehr lückenhaft erfolgen kann. Dies betrifft sowohl die Registrierung der jeweiligen Niederschlagsmengen, als auch die Erfassung der einzelnen Hochwässer vom Pegelmessnetz. Nur mit Hilfe von raum-zeitlich hochaufgelösten Radardaten ist es derzeit möglich eine flächendeckende Auswertung der Ereignisse vorzunehmen (Bilinski et al. 2015).

1.3. Das RAINMAN-Projekt

Durch die steigende Bedeutung von Hochwasserereignissen werden auf verschiedensten institutionellen und politischen Ebenen immer mehr Maßnahmen zu deren Dokumentation, Bekämpfung und Vorbeugung ergriffen. Im Bereich des Risikomanagements von Starkregenereignissen gibt es jedoch weiterhin großen Nachholbedarf. Vor diesem Hintergrund startete im Juli 2017 das Projekt „RAINMAN - Integrated Heavy Rain Risk Management“, welches das Ziel hat bis 2020 über ein integriertes Starkregen-Risikomanagement Schäden durch Starkregen in städtischen und ländlichen Regionen zu reduzieren. Das Projekt möchte dafür bei lokalen, regionalen und nationalen öffentlichen Behörden Werkzeuge für den Umgang mit Starkregenrisiken etablieren. Um dies zu erreichen, arbeiten zehn Projektpartner aus den Ländern Kroatien, Ungarn, Österreich, Tschechien, Polen und Deutschland unter der Projektleitung des Landesamtes für Umwelt und Geologie an einer gemeinsamen Toolbox mit übertragbaren Werkzeugen, welche die Kommunen und regionalen Akteure in folgenden Punkten unterstützen sollen:



- Bewertungs- und Kartierungswerkzeug für Starkregenrisiken und -gefahren,
- Auswahl und Umsetzung passender Maßnahmen zur Risikoreduzierung, sowie zu Warn- und Notfallsystemen, Empfehlungen für Hochwasserrisikomanagementpläne,
- Sensibilisierung und Einbindung von Interessengruppen und
- Integration von Starkregengefahren und -risiken in Hochwasserrisikomanagementpläne (Sächsisches Ministerium des Inneren 2017).

Darüber hinaus soll das Projekt einen wesentlichen Beitrag dazu leisten, wie Starkregenrisiken im Rahmen der EU Hochwasserrisikomanagement Richtlinie besser berücksichtigt werden können. Das Projekt RAINMAN will Kommunen und Regionen unterstützen, mit Gefahren durch Starkregen besser umzugehen und Starkregen-Risiken so weit wie möglich zu minimieren. (Sächsisches Ministerium des Inneren 2017, Scharfe & Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie 2018).

1.4. Datenbanken

Datenbanken sind weitverbreitete Systeme, die die Verwaltung, Erfassung und Auswertung von unterschiedlichsten Daten erheblich unterstützen können. Sie haben ihre großen Stärken bei Anwendungen, wo Daten verknüpft, große Datenmengen immer wieder neu geordnet und ausgewertet oder durch Kombination dieser Daten neue Informationen geschaffen werden sollen.

Hierbei gehen die Möglichkeiten einer Datenbank weit über die einer Tabellenkalkulation hinaus. So bieten sie spezialisierte Erfassungs- und Auswertungsmöglichkeiten für Daten. Der Gebrauch von Datenbanken ist empfehlenswert, wenn Daten (insbesondere große Datenmengen) über längere Zeiträume gespeichert und ausgewertet werden sollen. Auch können komplizierte Zusammenhänge mittels Datenbanken vereinfacht dargestellt und bearbeitet werden. Auf Informationen bzw. Daten, die in einer Datenbank abgelegt sind, kann man schnell und einfach zugreifen und muss diese nicht aus unterschiedlichen Verzeichnissen zusammensuchen. Dies ist mit einer großen Zeit- und Kostenersparnis verbunden (Rahm & Vossen 2002).



2. Zielsetzung der Bachelorarbeit

Starkregenereignissen und den damit verbundenen Schäden kommt aufgrund ihrer zunehmenden Häufigkeit eine immer größere Bedeutung zu. Ihre Beobachtung sowie Dokumentation ist nicht nur wichtig um aktuelle Geschehnisse zu bewerten, sondern auch Rückschlüsse auf zukünftige Ereignisse ziehen und dadurch vor allem im Bereich des Hochwasserschutzes gezielt agieren zu können.

Insbesondere im Vergleich zu anderen Hochwasserereignissen besteht für Starkniederschläge nach wie vor ein Mangel an entsprechenden Instrumenten. So wurde beispielsweise in einem Vortrag des Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft und Energie des Landes Sachsen-Anhalt vom 5. Juni 2018 thematisiert, dass es derzeit keine ausreichende systematische Dokumentation von vergangenen Starkregenereignissen gibt, diese jedoch für ein Starkregenrisikomanagement von elementarer Bedeutung ist (Schulz 05.06.2018). Vor diesem Hintergrund wurde bereits 2017 das RAINMAN-Projekt initiiert, welches den Rahmen für diese Bachelorarbeit bildet. Sie soll sich mit der räumlich differenzierten Erfassung und Dokumentation der Folgen und Auswirkungen von Starkregenereignissen beschäftigen. Der Aufbau eines Rahmens für deren systematische Dokumentation unter Berücksichtigung vorhandener Datenbanken und Systeme, wie ihn die Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) in ihrem Bericht „LAWA-Strategie für ein effektives Starkregenrisikomanagement“ im Januar 2018 forderte, ist nämlich nach wie vor ausstehend (Emde et al. 2018).

In diesem Sinne ist es das konkrete Vorhaben dieser Arbeit eine Datenbank zur Dokumentation von Starkregenereignissen aufzubauen und Software-Werkzeuge für diesen Zweck zu entwickeln. Im Vergleich zu anderen bereits bestehenden Datenbanken soll es dabei nicht hauptsächlich um die Aufnahme der Schäden gehen, sondern die Untersuchung der Wasserbewegungen im Vordergrund stehen. Besonderes Augenmerk liegt darauf Informationen aus öffentlichen und dadurch einfach zugänglichen Medien nutzbar zu machen und auswerten zu können. Dafür müssen zunächst die Parameter identifiziert werden, welche für die Charakterisierung und Beschreibung von Starkregenereignissen essenziell sind und aus den jeweiligen Daten gewonnen werden können. Vor diesem Hintergrund kann der grundlegende Aufbau der Datenbank konzeptioniert werden. Als weiterer Schwerpunkt soll die Eingabe der Daten in die Datenbank vereinfacht, strukturiert und vereinheitlicht werden, um diese besser miteinander vergleichen und auswerten zu können.

Eine systematische digitale Erfassung in einer gemeinsamen Datenbank und der Austausch der Daten über diese von vergangenen Starkregenereignissen auf kommunaler Ebene sowie zwischen den kommunalen Akteuren (z.B. Entwässerungsbetriebe, Feuerwehren) würde eine wichtige Informations- und Datengrundlage schaffen, welche als Ausgangspunkt für eine Gefährdungsanalyse dienen kann.

3. Stand der Forschung

3.1. Dokumentation von Regenereignissen

Die Erfassung von Starkregenereignissen hat über die letzten Jahre in der wissenschaftlichen Forschung der Bereiche Meteorologie und Hydrologie im europäischen Raum stark an Bedeutung gewonnen. Vor allem im Zusammenhang mit Untersuchungen der Folgen der Klimaänderung ist das Thema Starkniederschläge in den Fokus gerückt. Hierbei beschäftigen sich die Forschungsvorhaben insbesondere mit einem Versuch die grobskaligen Vorhersagen bezüglich Niederschlagsentwicklung der Klimaforschung auf kleinere Regionen zu übertragen und zu bewerten. Zudem sollen andere Anpassungsstrategien entwickelt werden, um auf die erwarteten Änderungen vorausschauend reagieren zu können (Castro et al. 2008).

3.1.1. Deutschland

Es gibt in Deutschland bereits viele Institutionen, private Firmen und Organisationen, welche systematisch Daten zu Starkregen- und Sturzflutereignissen sammeln und zur Verfügung stellen.

Von den deutschen Rückversicherungen und Schadensversicherungen, wie der Münchener Rück und Deutsche Rück, werden beispielsweise jedes Jahr Berichte veröffentlicht, die unter anderem Starkregenereignisse und deren Schadensfolgen thematisieren. So sind beispielsweise in dem Jahresbericht der Münchener Rückversicherungsgesellschaft (1999) mehr als 130 Starkregenereignisse im Zusammenhang mit Sturm beschrieben. Jedoch konzentriert sich dieser Bericht mehr auf Schadensfolgen und Risikoanalyse.

Der Deutsche Wetterdienst (DWD) wertet die Messergebnisse seiner Niederschlags- und Klimamessstationen aus und veröffentlicht sie in Datentabellen, monatlichen Witterungsreporten und jährlichen Wetterrückblicken, in denen auch die Extremereignisse dokumentiert sind. Derzeit wird vom DWD an einer deutschlandweiten, systematischen Erfassung vergangener Starkregenereignisse und deren Visualisierung gearbeitet. Das Ergebnis soll eine Starkregenhinweiskarte sein, welche die räumliche Verteilung von Starkregenereignissen aus Daten der vergangenen 15 Jahre darstellt. Vor dem Hintergrund der kurzen Referenzzeit sind Rückschlüsse auf den Ort und den Verlauf möglicher künftiger Ereignisse jedoch nicht belastbar möglich. Aus diesem Grund können sie eine lokale Gefährdungsanalyse nicht ersetzen (Emde et al. 2018).

Darüber hinaus lassen sich beispielsweise auch in tagesaktuellen Medien, wie Zeitungen, Internetquellen, Radio- und Fernsehbeiträgen, sowie sozialen Netzwerken zahlreiche Beschreibungen und Analysen von Einzelereignissen finden. Aufgrund ihrer Diversität und weiten Verbreitung bietet diese Gruppe insgesamt eine Fülle an Daten. Allerdings sind die einzelnen Quellen wegen ihrer sehr heterogenen Urheberschaft und Informationsabsicht hinsichtlich ihrer Datendichte und -zuverlässigkeit, das heißt Quantität und Qualität, sehr unterschiedlich.

3.1.2. URBAS

Das Projekt „URBAS - Urbane Sturzfluten: Vorhersage und Management von Sturzfluten in urbanen Gebieten“ lief von Mai 2005 bis April 2008 und wurde im Rahmen der Förderaktivität des Bundesministeriums für Bildung und Forschung „Risikomanagement extremer Hochwässer“

finanziert. Die Zielstellung war Kenntnisse über den Ereignistyp Starkniederschlag zu verbessern und zu erweitern. Dafür wurde im ersten Schritt „Klimawandel verstehen und beschreiben“ unter anderem eine Datenbank entwickelt, in welcher mehr als 400 Starkregenereignisse über einen Zeitraum von ca. 30 Jahren in Deutschland erfasst wurden. Diese Dokumentation ermöglicht einen Überblick über das Vorkommen der Ereignisse und der dabei aufgetretenen Schäden (Castro et al. 2008).

Als Plattform für den Aufbau der Internetpräsenz mit Projektinformationen der Datenbank wurde das Contentmanagementsystem (CMS) Plone verwendet. Das System nutzt das Application-Framework Zope und die Skript-Sprache Python. Alle verwendeten Softwareprodukte sind Open Source lizenziert. Die Daten wurden in einer PostgreSQL-Datenbank gespeichert. Über die PostGIS-Extension wurde ein einfaches Geoinformationssystem (GIS)-Übersichtsdarstellung in die Formularanwendung integriert. Für die Weiterverarbeitung der in der Datenbank erfassten Daten wurde über die ODBC-Schnittstelle eine Verbindung der verschiedenen Arbeitsplatzrechner zum Internet-Server hergestellt. Dies ermöglicht die Auswertung der Daten sowohl mit den Microsoft-Office Anwendungen Access oder Excel, als auch mit der ArcGIS-Anwendung (Castro et al. 2008).

Die Daten wurden mit Hilfe eines Online-Fragebogens erfasst. Dabei wurden alle Ereignisse, welche am gleichen Tag aber unterschiedlichen Orten stattfanden, zunächst als ein Ereignis behandelt. Durch unterschiedliche Ereignistypen ist eine weitere Unterteilung möglich. Niederschläge und Schäden eines Ereignisses können mehreren Regionen zugeordnet werden, wenn dazu Informationen vorliegen. Dieser prinzipielle Aufbau ist in Abb. 1 dargestellt. Neben den in der Abbildung aufgeführten Rubriken enthielt die URBAS-Datenbank die Formulare „Steckbrief“, „Allgemein“ und „Links“ (Castro et al. 2008).

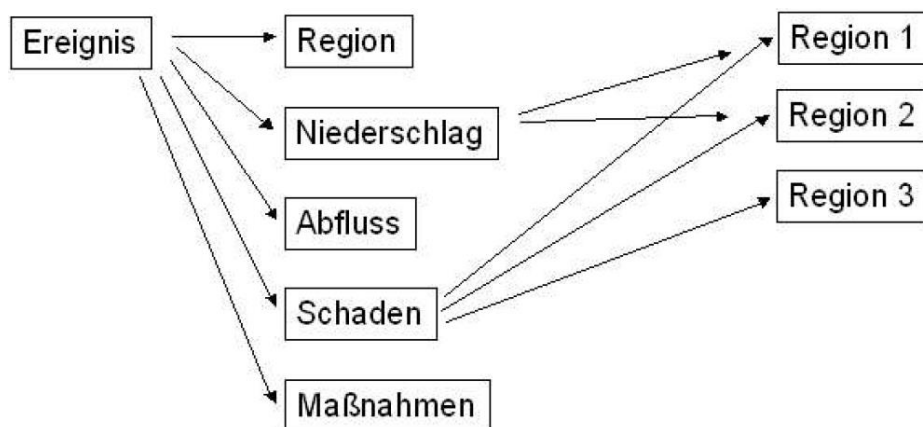


Abb. 1: Aufbau der URBAS-Datenbank (Castro et al. 2008).

3.1.3. VEREINT

Das 2016 gestartete und auf drei Jahre ausgelegte Projekt VEREINT (Kooperativ organisierter Bevölkerungsschutz bei extremen Wetterlagen) der TU Dresden in Kooperation mit der Stadt Glashütte soll Konzepte entwickeln, die die Zusammenarbeit zwischen professionellen und freiwilligen Einsatzkräften sowie der Bevölkerung, sogenannten ungebundenen Helfern, bei der Bewältigung von extremen Wetterlagen verbessern. Dabei wird es vom Bundesministerium für

Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit unterstützt (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit 2018).

Für die Gefährdungsanalyse wurde ein webbasiertes Hochwasser/Schaden-Erfassungstool entwickelt, welches Extremwetterereignisse systematisch dokumentiert. Mit den gewonnenen Daten sollen Szenarien in einem Niederschlags-Abflussmodell simuliert werden. Das Ziel ist es dabei ein pilothaftes Konzept zur besseren Bewältigung des Klimawandels, insbesondere von akut und lokal auftretenden Starkregen und Sturzfluten und daraus erwachsenden Hochwasserereignisse in kleinen Einzugsgebieten ($< 200 \text{ km}^2$) zu entwickeln und zu erproben (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit 2018).

Jeder kann Daten über einen Erfassungsbogen beitragen. Dazu muss er sich nur auf der entsprechenden Internetseite anmelden. Anschließend muss man innerhalb einer angezeigten Karte auf die Stelle klicken, an welcher man eine Beobachtung melden möchte. Daraufhin kann man den Erfassungsbogen öffnen und das Ereignis eintragen. Der Erfassungsbogen ist dabei in vier Abschnitte unterteilt:

- Allgemeine Informationen,
- Informationen zu Überflutungen und Schäden,
- Informationen zur Hochwasserabwehr und -bewältigung und
- Informationen zu Starkregen und Unwetterverlauf.

An Ende des Formulars können zusätzlich Bilder hochgeladen werden.

3.2. Dokumentation von Naturereignissen

Es gibt zahlreiche Projekte, welche sich ganz allgemein mit der Dokumentation von Naturereignissen beschäftigen bzw. beschäftigt haben. Ein Grund dafür ist, dass diese Ereignisdokumentationen in den letzten Jahren in verschiedenen europäischen Ländern als Teil des Risikomanagements institutionalisiert wurde. Zudem werden nach bedeutenden Ereignissen oft umfassende Ereignisanalysen durchgeführt.

3.2.1. DOMODIS

Auf internationaler Ebene hat das Projekt DOMODIS (Documentation of Mountain Disasters) von International Council for Science, Committee on Disaster Reduction (ICSU), International Association of Geomorphologists (IAG) und Internationale Forschungsgesellschaft Interpraevent Grundlagen für die Organisation und Durchführung von Ereignisdokumentationen geschaffen. Das Projekt wurde ins Leben gerufen um eine standardisierte Unwetterdokumentation mit entsprechenden organisatorischen Strukturen aufzubauen. Gegenstand von DOMODIS sind größere, kurzzeitige Ereignisse, welchen geomorphologische Prozesse zu Grunde liegen. Aber auch kleinere, nicht schadensrelevante Ereignisse werden miteingeschlossen, denn auch diese können wichtige Informationen zu Prozessabläufen oder zur Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen liefern. Dafür wurden verschiedene Aufnahmeformulare für unterschiedliche Ereignisse wie Lawine, Wasser/Murgang usw. entwickelt (Hübl et al. 2006).



3.2.2. DIS-ALP

Das Interreg-III-b-Projekt „Disaster and Information Systems of Alpine Regions“ (DIS-ALP), in dessen Rahmen die Plattform Naturgefahren der Alpenkonvention (PLANAP) eine Feldanleitung entwickelt hat, soll eine weitere methodische Vereinheitlichung des Dokumentationsprozesses darstellen. Ziel ist es dabei mit der Feldanleitung eine Grundlage für eine fachtechnische Ausbildung hinsichtlich optimaler Spurensicherung zu bilden, um bereits parallel zu Rettungs- und Aufräumdiensten die Spuren kompetent dokumentieren zu können. Daher sollen die Erstbeobachter, welche oft keine spezifische Ausbildung in Wasserbau, Geologie oder Geomorphologie haben, optimal ausgebildet werden (Plattform Naturgefahren der Alpenkonvention 2008).

Bei DOMODIS sowie DIS-ALP wird die genaue Position des Ereignisses mit Hilfe von GPS-Koordinaten festgehalten. Als Vorortung dafür wird zum Beispiel der oberste Punkt der Abrisskante verwendet. Des Weiteren werden Basisinformationen zum Ort (Gemeinde, Gewässer usw.), Zeit und die Schäden aufgenommen. Für die Charakterisierung wird unter anderem die Anzahl von verletzten oder toten Tieren und Menschen aufgenommen. Außerdem wird der Wert von Schäden an Sachwerten ermittelt. Schäden an der Infrastruktur und die Fläche des betroffenen Waldes und Landwirtschaft werden ebenfalls erfasst. Je nach Ereignis gibt es noch unterschiedliche Aufnahmebögen für die Ursache (Hübl et al. 2006, Plattform Naturgefahren der Alpenkonvention 2008).

3.2.3. EM-DAT

Die Emergency Events Database, kurz EM-DAT, ist eine globale Datenbank über Natur- und Technologiekatastrophen, die wichtige Kerndaten über das Auftreten und die Auswirkungen von mehr als 21.000 Katastrophen in der Welt von 1900 bis heute enthält. EM-DAT wird vom Zentrum für Erforschung der Epidemiologie von Katastrophen an der Fakultät für öffentliche Gesundheit der Université Catholique de Louvain in Brüssel, Belgien, verwaltet. Seine Hauptziele sind die Unterstützung humanitärer Maßnahmen auf nationaler und internationaler Ebene; Rationalisierung der Entscheidungsfindung für die Katastrophenvorsorge; und Schaffung einer objektiven Grundlage für die Bewertung von Schwachstellen und die Festlegung von Prioritäten. EM-DAT bietet geografische, zeitliche, menschliche und wirtschaftliche Informationen zu Katastrophen auf Landesebene. Dabei umfasst EM-DAT alle Katastrophen von 1900 bis heute, bei denen (Centre for Research on the Epidemiology of Disasters - CRED):

- 10 oder mehr Menschen gestorben sind;
- 100 oder mehr Personen betroffen waren;
- der Ausnahmezustand erklärt wurde oder
- nach internationaler Hilfe gerufen wurde.

Die Datenbank enthält Informationen aus verschiedenen Quellen, einschließlich UN-Agenturen, Nichtregierungsorganisationen, Versicherungsunternehmen, Forschungsinstituten und Presseagenturen. Daten von UN-Organisationen, Regierungen und der Internationalen Föderation der Rotkreuz- und Rothalbmondgesellschaften erhalten Priorität. Diese Priorisierung spiegelt nicht nur die Qualität oder den Wert der Daten wider, sondern ist auch Ausdruck der Tatsache, dass die meisten Berichtsquellen nicht alle Katastrophen abdecken oder politische Einschränkungen aufweisen, die sich auf die Zahlen auswirken könnten.

EM-DAT unterscheidet zwei generische Kategorien für Katastrophen: natürliche und technologische Katastrophen. Die Kategorie Naturkatastrophen ist in 5 Untergruppen unterteilt, die wiederum 15 Katastrophenarten und mehr als 30 Untertypen abdecken. Die Kategorie technologischer Katastrophen ist in 3 Untergruppen unterteilt, die insgesamt 15 Arten von Katastrophen umfassen (Guha-Sapir et al. 2015, Centre for Research on the Epidemiology of Disasters - CRED).

3.2.4. ESWD

Die European Severe Weather Database (ESWD) wird vom European Severe Storm Laboratory in Zusammenarbeit mit verschiedenen Partnern, zum Beispiel nationalen europäischen Wetterdiensten und freiwilligen Beobachtern betrieben. Auf der Seite werden detaillierte, qualitative Informationen zu konvektiven Unwettern in Europa bereitgestellt. Die ESWD ist die umfangreichste und bedeutendste Unwetterdatenbank Europas (Emde et al. 2018).



4. Entstehungsprozess der Datenbank

Der Entstehungsprozess der Datenbank lässt sich in vier Abschnitte gliedern, welche in Tab. 1 in ihrer zeitlichen Abfolge übersichtshalber dargestellt sind. Dabei steht ein Kästchen nicht für eine bestimmte Zeiteinheit, bzw. lässt die Größe der Kästchen nicht auf die Länge der Bearbeitungsdauer schließen. Die Grafik verdeutlicht viel mehr in welcher Reihenfolge die Schritte stattfanden und wie sie sich überschneiden haben. Die gesamte Bearbeitungszeit umfasste ca. sechs Monate.

Tab. 1: Zeitlicher Ablauf der Datenbankentwicklung.

1. Vorbereitungsphase						
Definieren der Aufgabestellung						
Anforderungen						
Literaturrecherche						
2. Konzeptionierung						
Erstellen der Tabellen						
Erstellen der Formulare						
Berechnungen						
3. Evaluierung						
Testen mit Daten						
Verbesserung						
4. Dokumentation						
Beschreibung der Funktionen						

4.1. Vorbereitungsphase

Die Arbeit begann mit vorbereitenden Aufgaben, wie der genauen Klärung von Aufgabenstellung und Anforderungen, sowie einer Literaturrecherche. Zunächst wurde die Aufgabe abgesteckt und ein Rahmen definiert. Die letztendliche Aufgabenstellung wurde so formuliert, dass noch genug Spielraum für das letztendliche Ausmaß der Datenbank blieb. Anschließend erfolgte eine Anforderungsanalyse, in der die Leistungen und Funktionalitäten des Erfassungswerkzeuges im Detail spezifiziert wurden. Dabei wurde vor allem berücksichtigt, welche:

- Aufgaben diese zukünftig erfüllen sollen,
- wer sie nutzen wird,
- welche Daten zu Grunde liegen und
- welche Daten die Datenbank liefern soll.

Eine Vorgabe war, dass die Datenbank mit Hilfe des Programmes Access erstellt werden sollte. Alle weiteren zum Einsatz kommenden Programme sollten aus praktikablen Gründen sogenannte Open-Source-Software sein, da diese kostenlos zur Verfügung stehen.

In einem ersten Schritt der Literaturrecherche wurde nach vergleichbaren und bereits vorhandenen Erfassungsstandards bzw. Erfassungswerkzeugen gesucht. Dabei kamen auch Ansätze in Frage, die zum Beispiel für die Aufnahme von Ablauf und Folgen anderer Naturgefahrenereignisse, wie etwa Stürmen, entwickelt wurden.

Ein weiterer wichtiger Teil der Recherche war es sich über die Programmiersprache Visual Basic for Applications (VBA) in Access zu informieren und diese zu erlernen.

4.2. Konzeptionierung

Für die genauere Konzeptionierung der Datenbank wurde die Auswahl der Datenquellen vorerst auf Bilder beschränkt. Ein grundlegender Schritt war zu überlegen, welche Informationen sich leicht aus diesen extrahieren lassen und wichtig für die spätere Weiterverarbeitung sind.

Aus diesen Überlegungen wurden Tabellen erdacht, welche miteinander verbunden werden sollten und unterschiedliche Aspekte der Informationen enthalten. Dafür wurde geprüft, welche Daten sich thematisch zusammenfassen lassen und wie diese miteinander in Verbindung stehen. Dieses Konzept war ein reines Gedankenkonstrukt und wurde anschließend in Access umgesetzt.

Dafür wurden Tabellen konzipiert, ohne diese jedoch mit Daten zu füllen. In diesem Rahmen wurde für alle der entsprechende Tabellenkopf entworfen, jede Spalte kurz beschrieben und der Datentyp definiert. Nachdem mehrere Tabellen erstellt waren, konnten die dazugehörigen Formulare entwickelt werden, welche einer vereinfachten Dateneingabe dienen sollten.

Während des ganzen Prozesses kam es immer wieder zu Änderungen an bereits bestehenden Tabellen und Formularen. Des Weiteren wurden mit Hilfe des Programmes R Skripte erstellt, welche die Datenbank unterstützen sollten.

4.3. Evaluierung

Nachdem eine erste Version der Datenbank vollendet war, wurde ein Probedatensatz eingegeben und geprüft wie praktikabel die einzelnen Funktionen sind. Die Daten für die Testung stammten dabei von vergangenen Starkregenereignissen der Kommunen Meißen (eher städtischer Charakter) und Oderwitz (eher ländlicher Charakter), welche im Rahmen des RAINMAN-Projektes aufgenommen worden waren. Danach wurden weitere Anpassungen und Optimierungen der Darstellung vorgenommen. Die Eingabe wurde vereinfacht, sowie eine Vorschau der Bilder implementiert. Außerdem wurden Spalten geändert, gelöscht und neue hinzugefügt.

4.4. Dokumentation

Schon während der VBA-Programmierung wurden in den Programmcode Kommentare eingearbeitet, welche bestimmte Zeilen erklären bzw. näher beschreiben, um es für den Anwender leichter zu machen den Code nachzuvollziehen. Gleiches wurde bei den R-Skripten durchgeführt. Für die nähere Beschreibung der Spalten in den Tabellen der Datenbank wurde das Feld „Beschreibung (optional)“ in Access genutzt.

5. Konzept

Die Grundlage für den Aufbau der Datenbank stellen Bilder und die daraus zu extrahierenden Informationen dar. Eine vereinfachte Übersicht der erarbeiteten Konzeptionierung ist in Abb. 2 zu sehen.

Ein Bild (tabimage) wird mit seinem ursprünglichen Namen in der Datenbank hinterlegt. Jedoch wird dem Bild innerhalb der Datenbank eine ID zu geordnet, mit welcher es eindeutig identifiziert werden kann. Im Idealfall kann es über seine gespeicherten GPS-Daten verortet werden.

Über die Autoren ID (idauthor) sind die Bilder über eine 1:n Verknüpfung mit der Tabelle „tabauthor“ verbunden. Dort befinden sich nähere Informationen zu dem Bildautor. Die 1:n Verbindung kommt zu Stande, weil ein Bildautor mehrere Bilder machen kann.

Jedes Bild wird außerdem einem Regenereignis (tabevent) zugeordnet. Dabei können in einem Ereignis mehrere Bilder aufgenommen werden, so dass die beiden Tabellen über eine 1:n Beziehung miteinander verknüpft sind. Im Rahmen dieser Arbeit wurde die Definition eines Ereignisses über den Ort (Landkreis oder sogar Gemeinde) und den Zeitraum festgelegt. Ein Event wird also durch Datum und Region eindeutig charakterisiert.

Die Tabelle „tabevent“ ist über den Amtlichen Gemeindeschlüssel (AGS) mit einer „Datentabelle“ (tab_ags_sachsen) verbunden. Diese soll Informationen zu den sächsischen Gemeinden enthalten.

Alle Spuren innerhalb eines Bildes, welche auf Wasser, den Wasserstand oder Schäden durch Wasser hindeuten, werden erfasst und mit einer ID (idflood-mark) versehen. In der Tabelle „tabfloodmark“ werden dann weitere Informationen zu der Marke gespeichert, wie etwa die absolute und relative Höhe. Da sich mehrere Flutmarken in einem Bild befinden können, besteht zwischen den beiden Tabellen ebenfalls eine 1:n Beziehung.

Die Tabellen „tabfloodmarktype“ und „tabobject“ enthalten weitere Informationen zu der Art der Wassermarke sowie der Objektklasse, an welcher die Marke festgestellt wurde. Diese sollen aber schon vor der Dateneingabe Daten und Definitionen enthalten, welche jedoch ständig erweitert werden können. Die beiden Tabellen sind jeweils über die Objekt-ID (idobject) bzw. die Flutmarkentyp-ID (idflood-marktype) über eine 1:n Verbindung mit der Tabelle „tabfloodmarktype“ verbunden. Das bedeutet, dass jede Objektklasse bzw. Art der Flutmarke mehreren Flutmarken in einem Bild zugeordnet werden kann.

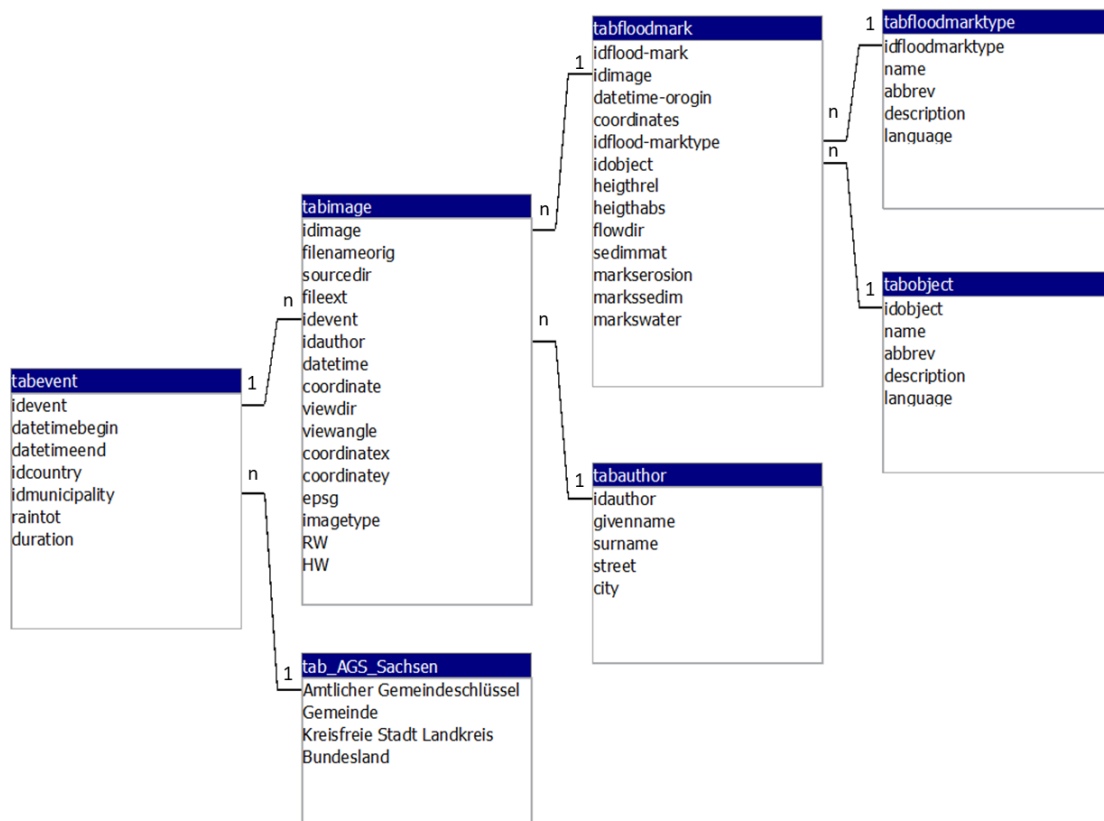


Abb. 2: Entity-Relationship-Modell der Datenbank.

6. Methodische Umsetzung

6.1. Verwendete Software

Die Erstellung der Datenbank erfolgte mit dem Programm Microsoft® Access® für Office 365 MSO (16.0.11001.20064) 32-Bit. Mit diesem Programm kann man hauptsächlich Datenbank-Anwendungen erstellen und verwalten. Es ist zwar kein Open Source Programm, gehört jedoch zur Microsoft-Produktpalette und ist dadurch weit verbreitet.

Bei Microsoft Access handelt es sich um ein relationales Datenbanksystem. Im Gegensatz zu einer hierarchischen Datenbank besteht eine relationale Datenbank aus mehreren verschiedenen Tabellen, welche über die Felder miteinander verknüpft werden können. Dadurch können neue Informationen abgerufen werden, ohne dass neue Datensätze angelegt werden müssen (Ulrich-Fuller et al. 2016).

Die in Microsoft Access benutzte Programmiersprache ist VBA (Hölscher 2013).

Die erstellte Datenbank besteht aus vier Elementen, die im Folgenden eingehender erklärt werden:

- den Tabellen, in welchen die Daten gespeichert sind;
- den Abfragen, mit deren Hilfe die Daten miteinander kombiniert werden können;
- den Formularen, welche die Dateneingabe erleichtern sollen;
- und einem Modul, das für eine bestimmte Berechnung benötigt wird.

Zur Unterstützung der Datenbank wurden außerdem zwei Berechnungsskripte mit Hilfe des Programmes R Version 3.5.1 (2018-07-02) erstellt. Aufgrund der besseren Darstellung wurde RStudio Version 1.1.456 - © 2009-2018 RStudio, Inc. als graphische Benutzeroberfläche für R genutzt.

Die Software kann leicht mit Hilfe von unzähligen sogenannten Packages um Funktionen erweitert werden. Mit ihrer Hilfe wurden zwei Skripte mit unterschiedlichen Funktionen entwickelt. Diese sollen die Datenbank ergänzen und unterstützen.

In den folgenden Abschnitten wird näher auf die unterschiedlichen Funktionen eingegangen.

6.2. Datenbanktabellen

Die Tabellen bilden das Herzstück der Datenbank. Sie können Daten enthalten oder aufnehmen. Insgesamt besteht die Datenbank aus sieben Tabellen. Die Tabelle „tab_AGS_Sachsen“ fungiert dabei als Grunddatentabelle. Die anderen sechs (tabimage, tabfloodmark, tabfloodmarktype, tabobject, tabevent, tabauthor) dienen der Dateneingabe. Ihre einzelnen Charakteristika werden nun genauer beschrieben.

6.2.1. Tabelle tab_AGS_Sachsen

Die Daten der Tabelle „tab_AGS_Sachsen“, deren gespeicherte Informationen in Tab. 2 dargestellt sind, stammen von der Internetseite des Statistischen Landesamtes des Freistaates Sachsen. Sie wurden für die Zwecke der Datenbank aufbereitet. Dafür wurde der Tabellenkopf bearbeitet, eine

neue Spalte („Bundesland“) angelegt und anschließend die Tabelle in Access integriert. Dort bildet sie die Datengrundlage für die Auswahl der sächsischen Gemeinden und Landkreise beim Eingeben der Daten (Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen 2018). Sie ist die einzige Tabelle dieser Art, alle anderen nehmen Daten auf.

Tab. 2: Parameter der Tabelle tab_AGS_Sachsen, die Daten aus der Tabelle stammen von Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (2018).

Feldname	Typ	Beschreibung
Amtlicher Gemeindeschlüssel	Kurzer Text	Amtlicher Gemeindeschlüssel der Gemeinden
Gemeinde	Kurzer Text	Name der Gemeinde
Kreisfreie Stadt Landkreis	Kurzer Text	Landkreis der Gemeinde
Bundesland	Kurzer Text	Bundesland der Gemeinde

6.2.2. Tabelle tabimage

In der Tabelle tabimage werden grundlegende Informationen zu den Bildern aufgenommen. Dies schließt z. B. den Bildautor, Entstehungsort und -zeitpunkt, sowie technische Daten der Aufnahme ein. Zusätzlich wird jedem Bild eine Bild-ID zugeordnet, die eine eindeutige Identifizierung ermöglicht. Eine Übersicht aller erfassten Parameter findet sich in Tab. 3. Über die Ereignis-ID kann jedes Bild einem Regenereignis zugeordnet werden.

Die Tabelle enthält keine Informationen darüber, was genau in dem Bild zu sehen ist.

Tab. 3: Parameter der Tabelle tabimage.

Feldname	Typ	Beschreibung
idimage	Long Integer	Bild-ID zum eindeutigen Zuordnen (Zahlenwert, ganzzahlig)
filenameorig	Kurzer Text	Name der Bilddatei
sourcedir	Kurzer Text	Name des Eingangsverzeichnis
fileext	Kurzer Text	Dateinamenerweiterung/Dateiformat
idevent	Integer	ID des Regenereignisses in Folge dessen das Bild aufgenommen wurde (Zahlenwert, ganzzahlig); Wird zugeordnet über erstelltes Ereignis
idauthor	Integer	ID des Bildautors (Zahlenwert, ganzzahlig); wird zugeordnet über erstelltes Ereignis
datetime	Standarddatum	Aufnahmedatum mit Uhrzeit
viewdir	Integer	Blickrichtung der Kamera in Grad
viewangle	Integer	Öffnungswinkel des Bildes in Grad
coordinatex	Double	X Koordinate der Kamera in Dezimalschreibweise
coordinatey	Double	Y Koordinate der Kamera in Dezimalschreibweise
epsgorig	Integer	EPSG-Code des originalen Koordinatensystems

rw	Double	Neuberechnete X-Koordinate
hw	Double	Neuberechnete Y-Koordinate
epsgnew	Integer	EPSG-Code des Neuberechneten Koordinatensystems

6.2.3. Tabelle tabfloodmark

In der Tabelle tabfloodmark sollen Informationen zu dem Wasserstand eines Ereignisses aufgenommen werden, welche sich aus einem Bild ergeben. Sie ist über die Bild-ID direkt mit diesem Bild verknüpft. Dabei soll Objekten, welche für die Auswertung wichtig sind, einer Wassermarken-ID zugeordnet werden.

Wichtige Kriterien, die erfasst werden, sind der Entstehungszeitpunkt der Wassermarke, die relative Höhe über Normalnull, welche sich aus der Wassermarke für den Wasserstand ableiten lässt, und die Koordinate, an welcher die Höhe des Wasserstandes bestimmt wurde. Die absolute Höhe soll anschließend über die Koordinaten und relative Höhe mit Hilfe eines digitalen Geländemodells (DGM) bestimmt werden.

Des Weiteren soll aufgenommen werden, welche Rückschlüsse man aus dem Bild auf das Verhalten des Wassers (z. B. Fließrichtung, abtragend oder ablagernd) ziehen kann.

Alle Parameter der Tabelle tabfloodmark sind in Tab. 4 genannt.

Tab. 4: Parameter der Tabelle tabfloodmark.

Feldname	Typ	Beschreibung
idfloodmark	Integer	ID zum eindeutigen Zuordnen (Zahlenwert, ganzzahlig)
idimage	Integer	ID des Bildes, in welcher die Wassermarke zu sehen ist (Zahlenwert, ganzzahlig)
datetime-orogin	Standarddatum	Datum/Uhrzeit, an dem die Wassermarke entstanden ist
coordinatex	Double	X Koordinate der Kamera in Dezimalschreibweise
coordinatey	Double	Y Koordinate der Kamera in Dezimalschreibweise
epsgorig	Integer	EPSG-Code des originalen Koordinatensystems
idflood-marktype	Integer	ID der Artbestimmung, an Hand derer die Höhe des Wasserstandes festgemacht wurde (Zahlenwert, ganzzahlig)
idobject	Integer	ID des Objektes, dem die Wassermarke zugeordnet wurde (Zahlenwert, ganzzahlig)
heigthrel	Double	Höhe vom Boden aus, welche mit Hilfe der Wassermarke bestimmt wurde; in Meter
heigthabs	Double	Höhe, welche sich aus der relativen Höhe und dem DGM ergibt, in Meter über NN
flowdir	Integer	Fließrichtung des Wassers in Grad
sedimmat	Kurzer Text	Rückstände welche das Wasser mitgetragen hat
markerosio	Ja/Nein	Gibt es Spuren von Erosion?

n		
markssedim	Ja/Nein	Gibt es Spuren von Ablagerungen?
markswater	Ja/Nein	Ist Wasser zurückgeblieben?
rw	Double	Neuberechnete X-Koordinate
hw	Double	Neuberechnete Y-Koordinate
epsgnew	Integer	EPSG-Code des Neuberechneten Koordinatensystems

6.2.4. Tabelle tabfloodmarktype

In Tabelle tabfloodmarktype ist beschrieben, woran der Wasserstand sichtbar war z. B. Geschwemmsel, Durchfeuchtung oder Verschmutzung. Des Weiteren sollen die Flutmarken definiert werden, um die Zuordnung zu erleichtern. Alle benutzten Parameter der Tabelle sind in Tab. 5 zusammengefasst. Die Verknüpfung der Tabelle mit der Tabelle Wassermarken erfolgt über eine Art-ID.

Tab. 5: Parameter der Tabelle tabfloodmarktype.

Feldname	Typ	Beschreibung
idfloodmarktype	Integer	ID, welche der Wassermarke zuweist, woran die Wassermarke zu erkennen war
name	Kurzer Text	Vorgang oder Kennzeichen, an dem die Wassermarke zu erkennen ist
abbrev	Kurzer Text	Kürzel für die Wassermarke
description	Kurzer Text	Definition der Wassermarke
language	Kurzer Text	Kürzel der Sprache (EN, DE, ...)

6.2.5. Tabelle tabobject

In der Tabelle tabobject werden über die in Tab. 6 genannten Parameter die Objekte (z. B. Baum, Gebäude oder Straße) definiert, an welchen die Wassermarke zu erkennen war. Die Verknüpfung mit der Tabelle Wassermarken erfolgt über eine Art-ID.

Tab. 6: Parameter der Tabelle tabobject.

Feldname	Typ	Beschreibung
idobject	Integer	ID, welche jedem Objekt zugewiesen wird
name	Kurzer Text	Objekt, an dem die Wassermarke festgestellt wurde
abbrev	Kurzer Text	Kürzel für das Objekt
abbrev	Kurzer Text	Definition des Objektes
language	Kurzer Text	Kürzel der Sprache (EN, DE, ...)



6.2.6. Tabelle tabevent

Mit Hilfe der Tabelle tabevent sollen die Regenereignisse aufgenommen werden, zu welchen Daten vorliegen. Wie Tab. 7 zeigt, werden diese unter anderem durch Start- und Endzeit, sowie den Ort eindeutig charakterisiert. Da Regenereignisse nicht starr an einen Ort gebunden sind, erfolgt die Ortung über den Landkreis bzw. freie Stadt, oder wenn man es noch weiter eingrenzen kann über die Gemeinde. Aus Start- und Endzeit wird automatisch die Differenz berechnet, welche angibt, wie lange das Regenereignis an dem jeweiligen Ort gedauert hat. Wenn möglich soll dem Ereignis noch eine Großwetterlage zugeordnet werden. Über die Ereignis_ID wird eine Verknüpfung mit der Tabelle Bild hergestellt.

Tab. 7: Parameter der Tabelle tabevent.

Feldname	Typ	Beschreibung
idevent	Integer	ID zum eindeutigen Zuordnen des Regenereignisses
datetimebegin	Standarddatum	Startdatum und -uhrzeit des Regenereignisses
datetimeend	Datum/ Uhrzeit	Enddatum und -uhrzeit des Regenereignisses
idcountry	Kurzer Text	Landkreis, in dem das Regenereignis stattfand
idmunicipality	Kurzer Text	Amtlicher Gemeindeschlüssel (AGS) der Gemeinde
raindot	Kurzer Text	Regenmenge, die während des Regenereignisses gefallen ist
duration	Integer	Dauer des Regenereignisses

6.2.7. Tabelle tabauthor

In der Tabelle tabauthor befinden sich weitere Informationen zum Bildautor, wie in Tab. 8 zu sehen. Dies schließt z.B. dessen Namen und Wohnort ein.

Tab. 8: Parameter der Tabelle tabauthor.

Feldname	Typ	Beschreibung
idauthor	Integer	ID zum eindeutigen Zuordnen des Bildautors
givenname	Kurzer Text	Vorname des Bildautors
Surname	Kurzer Text	Nachname des Bildautors
street	Kurzer Text	Straße mit Hausnummer des Bildautors
city	Kurzer Text	Wohnort des Bildautors mit Stadt und PLZ

6.3. Datenbankabfragen

Abfragen können generiert werden um Daten anschaulicher darzustellen. In der Datenbank gibt es bisher keine solche Abfrage, da diese genau auf die Nutzung abgestimmt werden müssen.



Jedoch wurde eine Abfrage erstellt, mit der ein Problem bei der Auswahl der Region aus dem Kombinationsfeld gelöst wurde. Aus nicht bekannten Gründen kommt es zu einem Fehler, wenn die Region im Formular „frmevent“ direkt aus der Tabelle gewählt wurde. Daher wurde ein Umweg über die Abfrage „qrygemeinden“ programmiert. Diese gibt einfach nur eine verkürzte Version der Tabelle „tab_ags_sachsen“ wieder.

6.4. Datenbankformulare

Die für die Datenbank erstellten Formulare dienen der Eingabe und Veranschaulichung der Daten. Für jede Tabelle gibt es ein entsprechendes Formular zur Dateneingabe. Da die Datenbank vorrangig für das RAINMAN-Projekt genutzt und erstellt werden sollte, erschien es wünschenswert eine Benutzung für deutsch- und englischsprachige Nutzer zu ermöglichen. Aus diesem Grund wurde in jedem Formular eine Schaltfläche erstellt, welche einen Wechsel zwischen den beiden Sprachen ermöglicht. In der Abb. 3 ist beispielhaft dargestellt, wie sich die sprachlichen Versionen unterscheiden. Die Umstellung der Sprachen erfolgt dabei über ein sogenanntes Optionsfeld, welches den Inhalt der Bezeichnungsfelder ändert. Die jeweils ausgewählte Sprache ist dabei dunkelblau unterlegt.

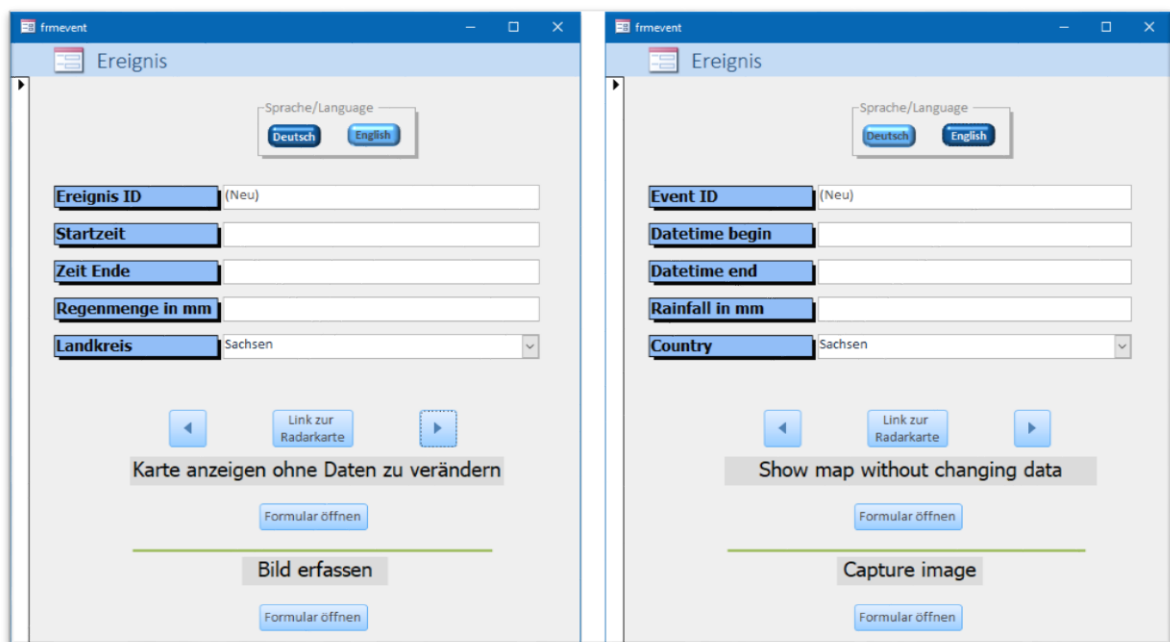


Abb. 3: Gegenüberstellung der englischen und deutschen Version des Formulars frmevent.

Der hierzu gehörende VBA-Code ist in Abb. 4 dargestellt. Er verändert den Inhalt der Bezeichnungsfelder, je nachdem welcher Reiter (deutsch oder englisch) aktiviert ist. Zu diesem Zweck gibt es zwei Subs, sogenannte Unterprogramme. Eine für die Steuerung der deutschen und eine für die der englischen Sprache.

```

Private Sub optdeutsch_GotFocus()

'Umstellen der Sprache auf Deutsch
Me.lbleventid.Caption = "Ereignis ID"
Me.lblatetimebegin.Caption = "Startzeit"
Me.lblatetimeend.Caption = "Zeit Ende"
Me.lblraintot.Caption = "Regenmenge in mm"
Me.lblidcountry.Caption = "Landkreis"
Me.lblidmunicipality.Caption = "AGS"
Me.lblduration.Caption = "Regendauer"
Me.lblmapopen.Caption = "Karte anzeigen ohne Daten zu verändern"
Me.lblimageopen.Caption = "Bild erfassen"

End Sub

Private Sub optenglisch_GotFocus()

'Umstellen der Sprache auf Englisch
Me.lbleventid.Caption = "Event ID"
Me.lblatetimebegin.Caption = "Datetime begin"
Me.lblatetimeend.Caption = "Datetime end"
Me.lblraintot.Caption = "Rainfall in mm"
Me.lblidcountry.Caption = "Country"
Me.lblidmunicipality.Caption = "AGS"
Me.lblduration.Caption = "Rain durruration"
Me.lblmapopen.Caption = "Show map without changing data"
Me.lblimageopen.Caption = "Capture image"

End Sub

```

Abb. 4: VBA-Code für die Änderung der Sprache am Beispiel des Formulars frmevent.

Außerdem lassen sich per einfachen Mausklick alle Formulare öffnen, deren zugehörige Tabelle mit der Tabelle des geöffneten Formulars verbunden ist. Zudem kann man einen Datensatz vor- oder zurückspringen. Einige weisen dabei weitere Funktionen auf, welche im Folgenden eingehender beschrieben werden.

6.4.1. Formular frmkachemannkarte

Mit diesem Formular kann man sich die Regenradardaten zu einem ausgewählten Event anzeigen lassen, ohne dabei die Daten zu verändern. Dies ist wichtig, wenn man sich einen Überblick verschaffen möchte, wie viel Regen ungefähr zu der Zeit in der Region gefallen ist. Voraussetzung hierfür ist, dass man einen Internetzugang hat.

Die verschiedenen Karten können direkt über eine Internetadresse aufgerufen werden. Da diese eine charakteristischen Aufbau hat, ist es möglich die jeweils spezifische Webadresse aus den unterschiedlichen Angaben zu erstellen. In Abb. 5 ist ein beispielhafter Link auf der Website <https://kachemannwetter.com/de> für eine Regenradarkarte dargestellt. Für die Generierung wurde dieser in vier Teile zerlegt, was durch die verschiedenen Farben gekennzeichnet ist. Abgesehen vom ersten Abschnitt kodiert jeder weitere einen anderen Parameter.

Anfang	Region	Dauer	Startzeit
https://kachelmannwetter.com/de/regensummen/	meissen/	niederschlagssumme-6std/	20170514-1250z.html

Abb. 5: Beispielhafte Zusammensetzung eines Linkes für eine Regenradarkarte auf <https://kachelmannwetter.com/de>.

Der erste Teil, in Abb. 5 als Anfang bezeichnet, ist immer gleich. Anschließend folgt die „Region“. Hier ist der Landkreis oder das Bundesland, welches man sich anschauen möchte, kodiert. Der dritte Abschnitt „Dauer“ beschreibt die Regendauer, die man untersuchen möchte. Der letzte Teil „Startzeit“ kodiert Datum und Uhrzeit, ab welchem man das Regenereignis studieren möchte.

Mit Hilfe des erstellten Formulars frmKachelmannkarte kann man nun drei Parameter einstellen, um die jeweils gewünschte Regenradarkarte zu erhalten. Als erstes ist dies das Datum mit Uhrzeit, ab welchem das zu überprüfende Regenereignis stattfand bzw. ab welchem man die Daten ansehen möchte. Das Datum kann dabei über einen Kalender eingegeben werden. Die genaue Uhrzeit muss in dem Format hh:mm selbst eingegeben werden.

Als zweites kann man die Dauer über ein Kombinationsfeld wählen. Dieses ist folgendermaßen eingestellt, dass man alle Zeitabstände auswählen kann, welche auf <https://kachelmannwetter.com/de> angeboten werden. Diese sind 1; 6; 24; 48 Stunden oder 30 Tage.

Als letztes wählt man die jeweilige Region, welche man sich genauer anschauen möchte, aus einer Liste. Dabei stehen alle aktuellen sächsischen Landkreise zur Verfügung.

Wenn man nach Eingabe dieser drei Parameter auf die Schaltfläche klickt, wird aus den eingetragenen Daten der Link generiert und geöffnet. Der VBA-Code, mit welchem diese Anwendung realisiert wurde, ist in Abb. 6 zu sehen.

Für diese automatische Generierung sind allerdings mehrere Anpassungen nötig.

Der zweite Teil des gewünschten Links gibt zwar, wie im Formular eingegeben, die Region wider, allerdings müssen diese stets klein geschrieben werden. Zusätzlich ändern sich ein paar Buchstaben (zum Beispiel ß wird zu ss) und manche werden anders geschrieben (aus „Leipzig (Stadt)“ wird beispielsweise „leipzig-stadt“). Da es keine allgemeingültige Regel für diese Abweichungen gab und die Anzahl an sächsischen Landkreisen überschaubar ist, erhielt jede Region über eine If-Anweisung eine neue Zuordnung.

Beim dritten Link-Abschnitt der „Dauer“ wurden ebenfalls If-Anweisungen verwendet. Von der Website werden hier, wie oben beschrieben, fünf verschiedene Kategorien angeboten. Dieser Teil setzt sich also aus dem Wort „niederschlagssumme“ sowie einer der fünf wählbaren Zeitabschnitte und den drei Buchstaben std zusammen.

Für den letzten Teil „Startzeit“ muss das eingegebene Datum in die UTC-Zeit umgerechnet werden. Dies erfolgte mit Hilfe des in Abschnitt 6.5 beschriebenen Moduls und der Funktion, welche ganz oben in Abb. 6 zu sehen ist. Aus dieser Berechnung werden die Zahlen für Jahr, Monat, Tag, Stunde entnommen und das Ende „50z.html“ angehängt um diesen Abschnitt der Webadresse zu erzeugen. Dabei wird für die Zahlen von Monat, Tag und Stunde geprüft, ob diese einstellig sind und wenn ja eine Null vorgesetzt. Da es für jede Stunde nur eine Regenradarkarte gibt und diese immer in der 50. Minute starten, wird, wenn die ausgewählte Minutenzahl kleiner 20 ist, eine Stunde von der Startzeit abgezogen.

Die letzten beiden Schritte des VBA-Codes setzen alle generierten Teile zu dem Link zusammen und öffnen diesen.

```
Function GMTTime() As Date
'// Gibt die aktuelle GMT-Uhrzeit (inkl. Datum) zurück.
    GMTTime = DateAdd("n", -CurrentBias(), Me.txtDatum)
End Function

Private Sub cmdLink_Click()

' Dimensionen für den Link, daher alles als Text
Dim Link As String
Dim Region As String
Dim Dauer As String
Dim Startdatum As Date
Dim GMT As Date
Dim Tag As String
Dim Monat As String
Dim Jahr As String
Dim Stunde As String

' Definition der Region für kachelmann.de
If Me.cboRegion = "Bautzen" Then Region = "bautzen"
If Me.cboRegion = "Chemnitz" Then Region = "chemnitz"
If Me.cboRegion = "Dresden" Then Region = "dresden"
If Me.cboRegion = "Erzgebirgskreis" Then Region = "erzgebirgskreis"
If Me.cboRegion = "Görlitz" Then Region = "goerlitz"
If Me.cboRegion = "Leipzig" Then Region = "leipzig"
If Me.cboRegion = "Leipzig (Stadt)" Then Region = "leipzig-stadt"
If Me.cboRegion = "Meißen" Then Region = "meissen"
If Me.cboRegion = "Mittelsachsen" Then Region = "mittelsachsen"
If Me.cboRegion = "Nordsachsen" Then Region = "nordsachsen"
If Me.cboRegion = "Sachsen" Then Region = "sachsen"
If Me.cboRegion = "Sächsische Schweiz-Osterzgebirge" Then Region = "saechsische-schweiz"
If Me.cboRegion = "Vogtlandkreis" Then Region = "vogtlandkreis"
If Me.cboRegion = "Zwickau" Then Region = "zwickau"

' Festlegung der verschiedenen Zeitabschnitte auf kachelmann.de
If Me.cboDauer = "1 Stunde" Then Dauer = "/niederschlagssumme-1std/"
If Me.cboDauer = "6 Stunden" Then Dauer = "/niederschlagssumme-6std/"
If Me.cboDauer = "24 Stunden" Then Dauer = "/niederschlagssumme-24std/"
If Me.cboDauer = "48 Stunden" Then Dauer = "/niederschlagssumme-48std/"
If Me.cboDauer = "30 Tage" Then Dauer = "/niederschlagssumme-720std/"

' Startzeit für Kachelmann.de
GMT = GMTTime()
' Funktion fuer auf- bzw. abrunden der Zeit auf 50 min
If Minute(Me.txtDatum) < 20 Then Startdatum = DateAdd("h", -1, GMT) Else Startdatum = GMT
Jahr = Year(Startdatum)
' hinzufügen einer 0, wenn die Zahl einstellig ist
If Month(Startdatum) < 10 Then Monat = "0" & Month(Startdatum) Else Monat = Month(Startdatum)
If Day(Startdatum) < 10 Then Tag = "0" & Day(Startdatum) Else Tag = Day(Startdatum)
If Hour(Startdatum) < 10 Then Stunde = "0" & Hour(Startdatum) Else Stunde = Hour(Startdatum)

' Zusammensetzen des Linkes
Link = "https://kachelmannwetter.com/de/regensummen/" & Region & Dauer & Jahr & Monat & Tag _
& "-" & Stunde & "50z.html"

' Linkfunktion
Application.FollowHyperlink (Link)
End Sub
```

Abb. 6: VBA-Code zum Erzeugen und Öffnen der Regenradarkarten.



Um fehlerhafte Eingaben zu vermeiden, wurden zwei Message-Boxen eingebaut. Eine mögliche Fehleingabe stellt das Auswählen eines Datums ein, welches in der Zukunft liegt. In diesem Fall erscheint eine Fehlermeldung wie in Abb. 7 gezeigt.

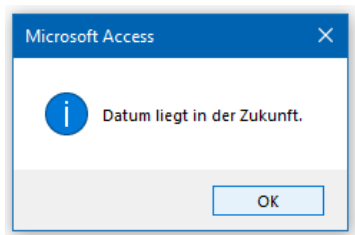


Abb. 7: Fehlermeldung, welche angezeigt wird, wenn ein Datum aus der Zukunft gewählt wird.

Eine weitere mögliche Fehleingabe ist in dem Umstand verankert, dass die Website <https://kachelmannwetter.com/de> nur Regenradarkarten ab dem 01.01.2005 anbietet. Für Daten, welche davor liegen, ist es daher nicht möglich sich eine Karte anzeigen zu lassen. Sollte solch ein Datum eingegeben werden, erscheint die Fehlermeldung wie in Abb. 8 dargestellt.

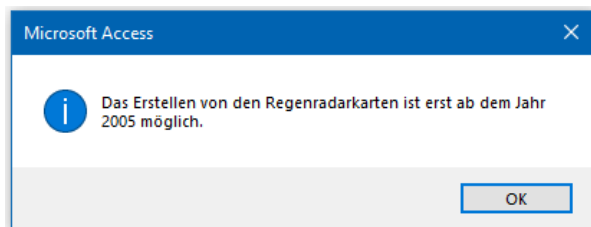


Abb. 8: Fehlermeldung, welche angezeigt wird, wenn ein Datum vor dem 01.01.2005 liegt.

Beide Fehlermeldungen erscheinen automatisch, wenn man das Feld, in welches das Datum eingegeben wird, verlässt.

6.4.2. Formular frmevent

In dem Formular frmevent kann man bei der Eingabe der Landkreise per Kombinationsfeld einen der 13 sächsischen Landkreise auswählen. Ist das Event noch genauer lokalisierbar, kann man im anschließenden Feld (AGS) noch den Kreis auswählen, in welchem das Ereignis stattgefunden hat. Das Kombinationsfeld für die Eingabe des Kreises ist beim Öffnen des Formulars erst einmal unsichtbar und wird nur sichtbar, wenn ein Landkreis ausgewählt wurde, welcher noch in Kreise unterteilt werden kann.

In den beiden Kombinationsfeldern werden der Landkreis und der Kreis als Name ausgewählt, jedoch wird in der Datenbank der dazugehörige Amtliche Gemeindeschlüssel (AGS) gespeichert.

Damit nur die Gemeinden im Auswahlmenü des AGS-Feldes angezeigt werden, welche auch in dem Landkreis zu finden sind, erfolgt die Auswahl nach der SQL-Anweisung, welche in Abb. 9 zu sehen ist.

```
SELECT [qrygemeinden].Gemeinde, [qrygemeinden].[Amtlicher Gemeindeschlüssel]
FROM qrygemeinden
WHERE [qrygemeinden].[Kreisfreie Stadt Landkreis]=[cboidcountry]
ORDER BY [Amtlicher Gemeindeschlüssel];
```

Abb. 9: SQL-Anweisung zum Auswählen der Gemeinden im Formular frmevent.

Die SQL-Anweisung besagt, dass alle Gemeinden aus der Abfrage „qrygemeinden“ ausgewählt werden sollen, welche den gleichen Landkreis haben, wie das Kombinationsfeld „cboidcountry“, welches im Formular direkt darüber liegt.

Wenn keine Gemeinde ausgewählt wurde, wird automatisch der AGS des Landkreises gespeichert.

Man kann sich direkt die Regenradardaten zu dem Event anschauen. Dafür muss man die Schaltfläche unter dem letzten Kombinationsfeld verwenden. Diese öffnet einen Link auf der Website „<https://kachelmannwetter.com/de>“. Der Link wird aus den Daten berechnet, die in dem Formular eingegeben wurden. Die Generierung erfolgt nach dem gleichen Prinzip, welches schon in Abschnitt 6.4.1 beschrieben wurde. Ein Unterschied ist jedoch, dass sich hier die „Dauer“ aus der Differenz von dem Start- und Enddatum berechnet. Die errechnete Differenz wird dann einer der möglichen Zeitkategorien zugeordnet.

Wenn sich das eingegebene Startdatum nach dem Enddatum befindet, wurde das Erscheinen eines Warnhinweises eingerichtet um den Anwender auf die fehlerhafte Eingabe aufmerksam zu machen (siehe Abb. 10).

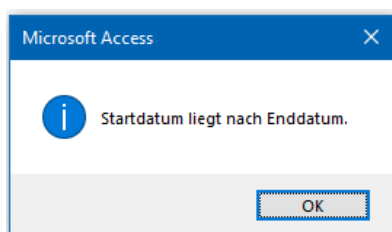


Abb. 10: Warnhinweis, welcher erscheint, wenn das Startdatum zeitlich nach dem Enddatum liegt.

Wenn man sich Vergleichsregendaten von einer anderen Zeit anschauen möchte, ohne dabei die Daten in der Tabelle zu ändern, kann man die Schaltfläche darunter benutzen. Diese öffnet ein weiteres Formular, welches in Abschnitt 6.4.1 beschrieben wurde.

6.4.3. Formular frmimage

Das Formular frmimage umfasst weitere Funktionen, wie zum Beispiel den Dateipfad des Bildes, den Bildnamen und die Dateierweiterung nicht per Hand eingeben zu müssen. Dafür wurde, wie in Abb. 11 zu sehen, die Schaltfläche „Dateipfad finden“ erstellt. Diese öffnet ein Ordnermenü (siehe Abb. 12) mit dessen Hilfe das entsprechende Bild einfach ausgewählt werden kann.

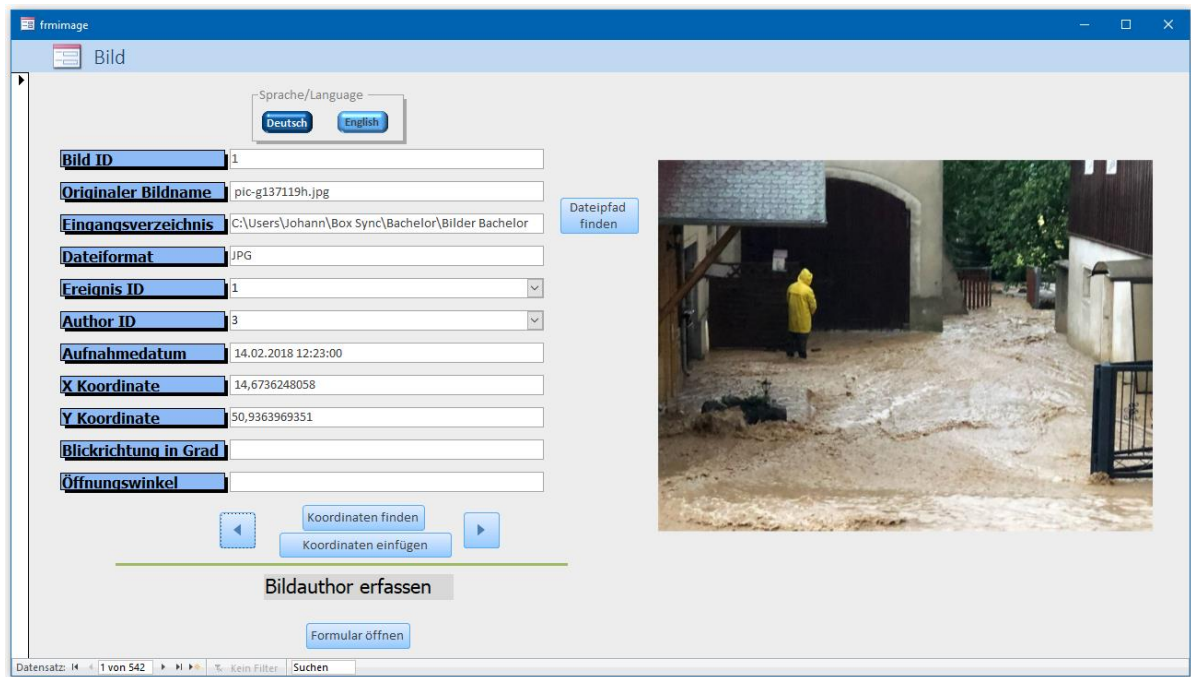


Abb. 11: Formular frmimage mit beispielhaften Eingaben.

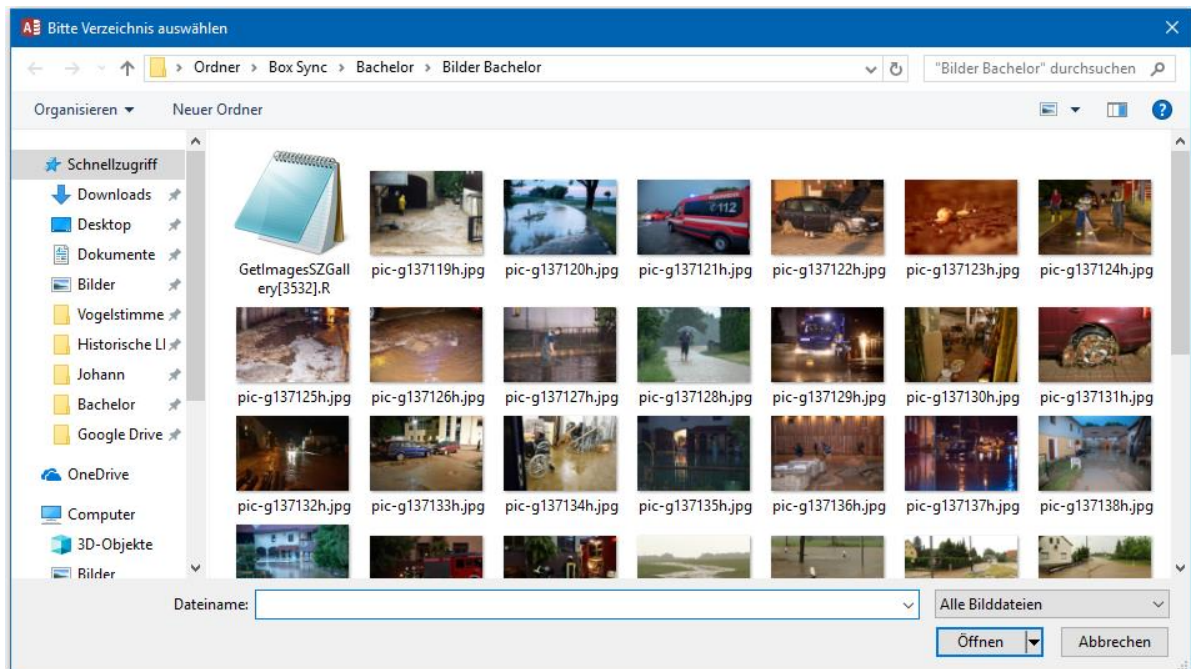


Abb. 12: Ordnermenü zum Auswählen der Bilder.

Der originale Bildname, das Verzeichnis, in dem das Bild liegt, und das Bildformat werden nach dem Auswählen automatisch in die entsprechenden Felder eingetragen. In Abb. 13 ist der entsprechende VBA-Code zu sehen. Die Sub wird ausgelöst, wenn man die Schaltfläche „Dateipfad

finden“ aktiviert. Für das Öffnen des Ordnermenüs aus Abb. 12 wird das Modul „Pfad“ benötigt (siehe Abschnitt 0).

Die erste Funktion nach dem Definieren der Parameter, ist dass der Pfad des ausgewählten Bildes dem Parameter „strPfad“ zugeordnet wird, um diesen besser zu zerlegen. In den nächsten beiden Schritten wird geprüft, ob sich mindestens ein „\“ im Pfad befindet. Ist dies nicht der Fall wird die Sub beendet. Dies soll vermeiden, dass es zu Fehlern kommt, falls kein Verzeichnis ausgewählt wurde. Anschließend wird das Verzeichnis (strVerzeichnis) ausgelesen. Dafür werden alle Zeichen genommen, welche links vom letzten „\“ liegen. Für den Dateinamen (strDateiname) wird alles genommen, was sich rechts vom letzten „\“ liegt. Für das Dateiformat („strDateiendung“) wird analog vorgegangen, nur dass hier der Punkt („.“) betrachtet wird. Das Dateiformat wird dann noch in Großbuchstaben umgewandelt. Der letzte Schritt speichert die ermittelten Werte in die jeweiligen Felder.

```
Private Sub cmdimage_Click()  
Dim strPfad As String  
Dim strVerzeichnis As String  
Dim strDateiname As String  
Dim strDateiendung As String  
  
' Definieren des Pfades  
strPfad = FileOpen("Bitte Verzeichnis auswählen")  
' Suchen nach \  
intPos = InStr(strPfad, "\")  
' Wenn kein "\" dann Sub beenden, Umgehen von Fehler z. B. abbrechen von Pfad finden  
If intPos = 0 Then Exit Sub  
' Verzeichnis  
strVerzeichnis = Left(strPfad, InStrRev(strPfad, "\") - 1)  
' Dateiname  
strDateiname = Mid(strPfad, InStrRev(strPfad, "\") + 1)  
' Dateiendung  
strDateiendung = Mid(strPfad, InStrRev(strPfad, ".") + 1)  
' Schreibt Dateiendung groß  
strDateiendung = UCase(strDateiendung)  
  
Me.txtsourcedir = strVerzeichnis  
Me.txtfilenameorig = strDateiname  
Me.txtfileext = strDateiendung  
  
End Sub
```

Abb. 13: Programmcode zum automatischen Eintragen des Bildnamens, Verzeichnisses und Dateiformates.

Wenn ein gültiger Bildpfad eingegeben wurde, erscheint das entsprechende Bild als Vorschau innerhalb des Formulars, wie rechts in Abb. 11 zu sehen ist. Dies ist ein dynamischer Pfad, welcher sich aus dem „Eingangsverzeichnis“, einem „\“ und dem „Originalen Bildnamen“ zusammensetzt.

Wenn man noch keine Koordinaten für das Bild hat, kann man auf die Schaltfläche „Koordinaten finden“ drücken, worauf sich ein weiteres Formular öffnet, in dem eine Karte mit einem Luftbild von Sachsen zu sehen ist. Hier kann man die gewünschten Koordinaten herauskopieren. Über die Schaltfläche „Koordinaten einfügen“ werden diese in die dafür vorgesehenen Felder eingetragen. Der dafür zuständige VBA-Code besteht aus zwei Subs (siehe Abb. 14). Die erste Sub, welche ausgelöst wird, sobald mal die Schaltfläche aktiviert, schaltet ein bisher unsichtbares Textfeld

sichtbar und fügt die in dem Zwischenspeicher kopierten Koordinaten in dieses ein. Anschließend wird der Fokus auf ein anderes Feld gesetzt und das Textfeld wieder auf unsichtbar geschaltet. Das geschieht so schnell, dass es für das menschliche Auge nicht wahrnehmbar ist. Dadurch dass das Feld seinen Fokus verliert, wird die zweite Sub ausgelöst, welche die beiden Koordinaten splittet und die X und Y Koordinate in die jeweiligen Felder schreibt. Sie testet vorher noch, ob die Dezimalstelle der Zahlen durch ein Komma oder Punkt voneinander getrennt sind und teilt diese dann dementsprechend. Um Fehler zu vermeiden findet keine Trennung des Textes statt, wenn das Programm kein Komma findet.

```
Private Sub cmdeinfuegen_Click()

Me.txtcoordinate.Visible = True
Me.txtcoordinate.SetFocus
'Einfügen des Zwischenspeichers
DoCmd.RunCommand acCmdPaste
Me.txtX.SetFocus
Me.txtcoordinate.Visible = False

End Sub

Private Sub txtcoordinate_LostFocus()
Dim Komma As String
Dim Anzahl As Integer
Dim Zahl As Variant
Dim Werte As Variant

'Test wie viele Kommas es gibt, wenn Textfeld nicht leer
Komma = ","
Koordinatenroh = Me.txtcoordinate
If Not Len(Me.txtcoordinate) = 0 Then
Anzahl = Len(Me.txtcoordinate) - Len(Replace(Me.txtcoordinate, Komma, ""))
End If

'Trennen der Koordinaten, wenn Textfeld nicht leer
If Anzahl = 3 Then
Zahl = Split(Me.txtcoordinate, ",")
Me.txtX = Zahl(2) & "," & Zahl(3)
Me.txtY = Zahl(0) & "," & Zahl(1)
End If

'Wenn Dezimalstellen durch Punkt getrennt werden sie durch Komma ersetzt
If Anzahl = 1 Then
Werte = Split(Me.txtcoordinate, ". ")
Werte(0) = Replace(Werte(0), ".", ",")
Werte(1) = Replace(Werte(1), ".", ",")
Me.txtX = Werte(1)
Me.txtY = Werte(0)
End If

End Sub
```

Abb. 14: VBA-Code für das Einfügen der Koordinaten.



6.5. Modul

Module sind Funktionen, welche global gelten. Das heißt zum Beispiel, dass sie nicht extra in jedem Formular neu definiert werden müssen. Für die Datenbank wurden zwei Module erstellt.

6.5.1. UTC/GMT

Zum Erstellen des Links zu den Regenradardaten wird ein in VBA programmiertes Modul benötigt. Es berechnet aus der eingetragenen Zeit die entsprechende UTC/GMT Zeit. Diese entspricht der koordinierten Weltzeit und unterscheidet sich während der Sommerzeit um zwei Stunden (MESZ) und im Winter um eine Stunde (MEZ) von der mitteleuropäischen Zeit. Der schematische Ablauf des Modules „UTC/GMT“ ist in Abb. 15 dargestellt.

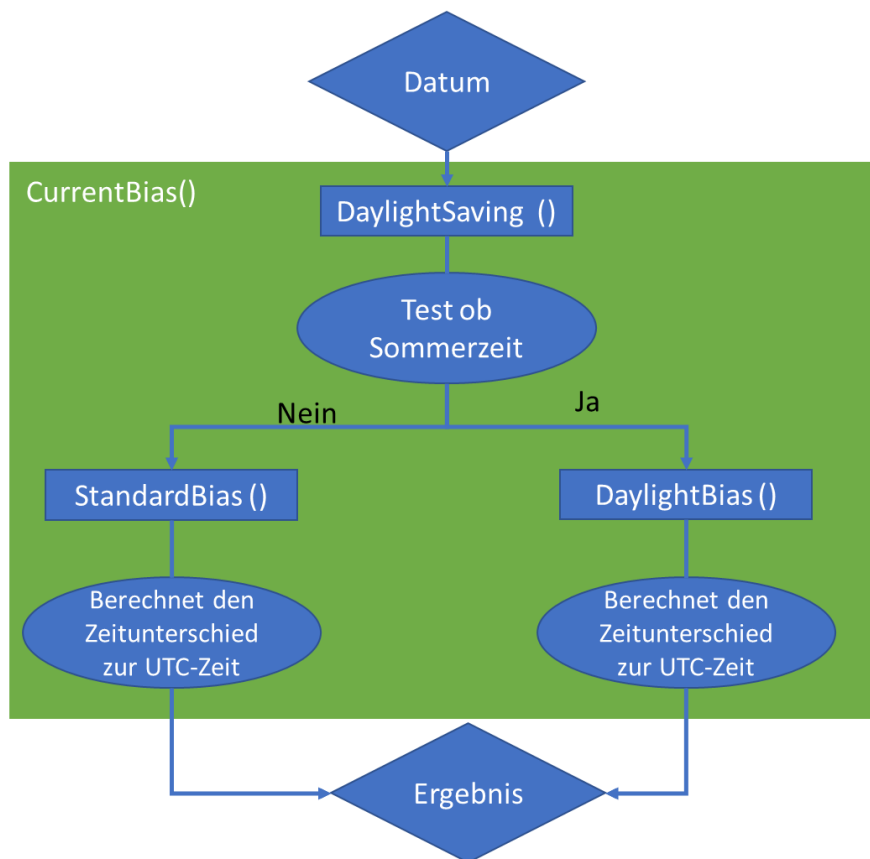


Abb. 15: Schematische Ablauf des Modules „UTC/GMT“.

Das Modul besteht aus vier verschiedenen Funktionen. Die erste Funktion („DaylightSaving ()“) prüft, ob ein Datum in der Sommerzeit liegt. Als Zeitzone wird hierfür die des aktuellen Computersystems verwendet. Das Ergebnis hat den Datentyp „Boolean“. Dieser Typ ist dadurch charakterisiert, dass er nur zwei Zustände annehmen kann. In diesem Fall wird aus dem Ergebnis geschlossen, ob die Systemzeit einer Sommerzeit entspricht oder nicht.

Die nächste Funktion („StandardBias ()“) berechnet den Zeitunterschied zwischen der Systemzeit und der UTC-Zeit, wenn keine Sommerzeit herrscht, und gibt diesen Wert als Zahl wider.

In der dritten Funktion „(DaylightBias())“ wird das Gleiche gemacht, mit dem Unterschied, dass die Differenz berechnet wird, wenn Sommerzeit herrscht.

Die letzte Funktion („CurrentBias()“) berechnet mit Hilfe der anderen drei aus einem Datum mit Zeit die dazugehörige UTC-Zeit. Das Datum kann dabei frei gewählt werden und ist nicht auf die aktuelle Systemzeit des Computers beschränkt.

6.5.2. Pfad

Dieses Modul wurde zur Verfügung gestellt und leicht angepasst. Übersichtshalber wurden alle nicht benötigten Funktionen aus ihm entfernt und ein paar Bezeichnungen geändert. Es lässt ein Ordnermenü öffnen und kann den Pfad als Text weitergeben. Es können auch Filter gesetzt werden, so dass zum Beispiel nur bestimmte Dateitypen aufgerufen werden können.

6.6. R-Skript zum Finden der nächstliegenden Wetterstationen

Nachdem ein Event stattgefunden oder man Bilder aufgenommen hat, kann es interessant und wichtig sein, die genauen Regendaten für diesen Ort zu erhalten. Für diesen Zweck wurde dieses R-Skript entwickelt, welches in einem bestimmten Umkreis zu einer gewählten Koordinate alle Wetterstationen des DWDs anzeigt. R ermöglicht es auch die gesuchten Niederschlagsdaten direkt aus dem Programm heraus herunterzuladen.

Für die Umsetzung der Aufgabe in R wurden drei zusätzliche Pakete benötigt (siehe Tab. 9). Das R-Skript ist in Abb. 16 zu sehen.

Tab. 9: Verwendete Pakete im Programm R zum Berechnen der Wetterstationen.

Paket	Funktion
rdwd	Selektieren und Downloaden von Daten des DWDs
leaflet	Erstellen von interaktiven Karten
berryFunctions	Bearbeiten der Tabelle



```

1 require(rdwd)
2 require(leaflet)
3 require(berryFunctions)
4
5 # Definieren der Koordinaten in WGS84
6 xCoord <- 13.76126
7 yCoord <- 51.063011
8 # Definieren des Radiuses in dessen nach Stationen gesucht werden soll in km
9 Radius <- 10
10 # Definieren welche Messwerte gesucht werden sollen 10 Minuten, Stündlich, täglich, monatlich
11 Art <- c("10_minutes", "hourly", "daily", "monthly")
12 #Definieren des Datums an dem gesucht werden soll in YYYYMMDD
13 Datum <- 20160530
14
15
16 # Finden der Nächsten Stationen
17 Stationen <- nearbyStations(yCoord, xCoord, radius=Radius,
18                             res=Art, var= c("precipitation", "more_precip") ,
19                             mindate=Datum)
20
21 # Entfernen der Duplikate
22 Stationen <- sortDF(Stationen, "var")
23 Stationen <- Stationen[!duplicated(paste0(m$Stations_id, Stationen$res)),]
24 Stationen <- sortDF(Stationen, "res")
25 Stationen <- sortDF(Stationen, "dist", decreasing=FALSE)
26 rownames(Stationen) <- NULL
27
28 #Erstellen einer Karte, welche alle Stationen innerhalb des Radiuses anzeigt
29 Stationen$col <- "red" ; Stationen$col[1] <- "blue"
30 leaflet(Stationen) %>%
31   setView(lng = 13.74, lat = 51.05, zoom = 8.3) %>%
32   addTiles( attribution =
33     "<copy> <a href='\"https://server.arcgisonline.com/arcgis/rest/services/World_Street_Map/MapServer/\">ESRI</a> contributor Johann Heinke",
34     urlTemplate =
35       "\"https://server.arcgisonline.com/ArcGIS/rest/services/World_Street_Map/MapServer/tile/{z}/{y}/{x}\" ) %>%
36   addCircles(lng=xCoord, lat=yCoord, radius=Radius*1000, group = "Radius") %>%
37   addCircleMarkers(~geoLaenge, ~geoBreite, col=~art, popup=~Stationsname) %>%
38   addLayersControl(overlayGroups = c("Radius"),
39                     options = layersControlOptions(collapsed = FALSE))
40
41 # Download der Daten aller Stationen im Radius in den Ordner Dokumente
42 Stationensdaten <- dataDWD(Stationen$url)
43

```

Abb. 16: R-Skript Wetterstationen.

Für die Umsetzung müssen verschiedene Parameter definiert werden. Dazu zählen:

- die X und Y Koordinaten, des Punktes, um welchen gesucht werden soll,
- der Radius, in welchem um den Punkt gesucht werden soll,
- das Datum, von welchen die Daten stammen sollen
- und welche Niederschlagsdaten gesucht werden (stündlich, täglich oder monatlich).

Die Funktion „nearbyStations“ liefert mit diesen Parametern eine Tabelle mit weiteren Informationen zu allen Stationen, welche innerhalb des Radius zu dem gesuchten Datum gemessen haben. Diese wird anschließend bearbeitet um Duplikate zu entfernen. Auf Grundlage der Daten kann man sich nun mit der Funktion „leaflet“ eine interaktive Karte erstellen lassen, in welcher alle Stationen zu sehen sind (siehe Abb. 17). Dabei wird der Ausgangspunkt mit einem blauen Kreis dargestellt, die Messstationen jeweils mit einem roten und der Suchradius ist in grau skizziert. Letzterer kann über einen Reiter in der rechten oberen Ecke deaktiviert und aktiviert werden. In der Karte kann sich außerdem frei bewegt, sowie rein- und rausgezoomt werden.

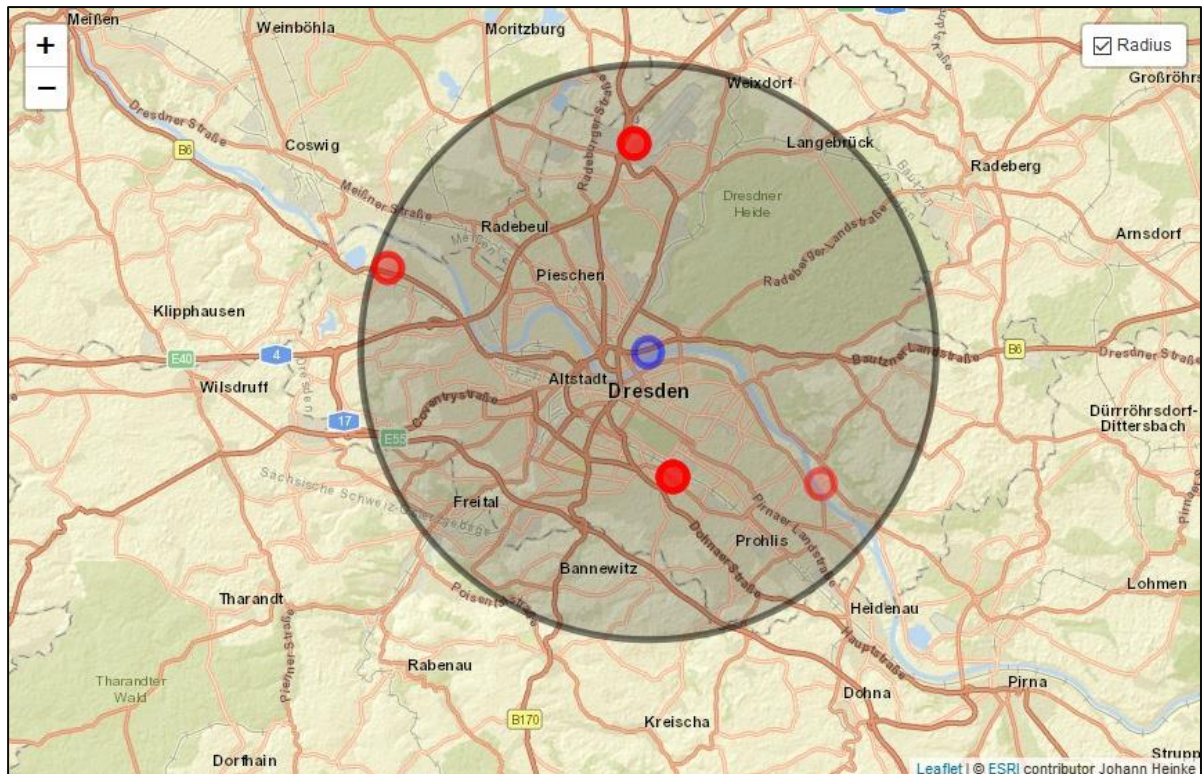


Abb. 17: Beispielhafte mit R erstellte, interaktive Karte mit Wetterstationen (rot = Wetterstationen; blau = Ausgangspunkt).

6.7. Umrechnung Koordinatensysteme

Gerade wenn verschiedene Personen an der Datenbank arbeiten, kann es vorkommen, dass Koordinaten in unterschiedlichen Koordinatensystemen eingegeben werden. Um nicht viel Zeit damit zu verbringen alle in das gleiche System zu überführen, wurde diese Aufgabe mit Hilfe von R bewältigt. Dabei kann das Zielkoordinatensystem anhand des European Petroleum Survey Group Geodesy (EPSG)-Codes frei gewählt werden. Für diese Anwendung werden zwei zusätzliche Pakete in R benötigt, welche in Tab. 10 aufgeführt sind.

Tab. 10: Verwendete Pakete für die Umrechnung der Koordinaten in R.

Paket	Funktion
sp	Erstellen von Spatial-Dataframes aus „normalen“ Dataframe, Umrechnung der Koordinatensysteme
RODBC	Ermöglicht die Verbindung zwischen R und Access

Es gibt in der Datenbank zwei Tabellen („tabimage“ und „tabfloodmark“), in welchen Koordinaten gespeichert sind. Für jede wurde jeweils ein Skript erstellt, die beide analog funktionieren, wie in Abb. 18 zu sehen.

```

1  # Aktivieren der Pakete
2  require( RODB) # Verbindung Access
3  require( sp) # Umrechnung der Koordinaten
4  library(leaflet)
5
6  #####
7  # Wichtig damit die Verbindung zu Access mittels R funktioniert, muss auf 32 bit umgestellt werden
8  # Einstellung in RStudio (Tools>Global Options>General>Change)
9  # Bei Problemen:
10 # https://stackoverflow.com/questions/17069231/failure-to-connect-to-odbc-database-in-r
11 #####
12 #Dateipfad
13 #basepath <- "H:/Dropbox/johann/Regendatenbank/"
14 basepath <- "C:/Users/Johann/Box Sync/Bachelor/"
15 #####
16
17 # Zusammensetzen von Pfad und Dateiname
18 dbfile <- paste0( basepath, "Datenbank[3560].accdb")
19
20 # Verbindug zu Access; Umstellen auf 32 bit notwendig (Tools>Global Options>General>Change)
21 dbcon <- odbcConnectAccess2007( access.file= dbfile)
22 odbcGetInfo(channel = dbcon)
23
24 # Ausw?hlen der entsprechenden Tabelle
25 tabimage <- sqlQuery(channel = dbcon, query= "SELECT * FROM tabimage")
26
27 # dezimaltrenner ?ndern
28 tabimage$coordinatex <- sub(pattern = ",", replacement = ".", x = tabimage$coordinatex)
29 tabimage$coordinatex <- sub(pattern = ",", replacement = ".", x = tabimage$coordinatex)
30
31 # ?nderung von Factor in Num
32 tabimage$rw <- as.numeric( as.character(x = tabimage$coordinatex))
33 tabimage$hw <- as.numeric( as.character(x = tabimage$coordinatex))
34
35 # Schleife, f?r zeilenweise Bearbeitung
36 for( i in 1:nrow( tabimage)){
37
38
39   # Einzeiligen dataframe erstellen
40   df <- tabimage[ i,]
41
42   # Definieren der Koordinatenspalten
43   coordinates( df) <- c( "rw", "hw")
44
45   # Koordinatendefinition erzeugen
46   incrs <- paste0( "+init=epsg:", tabimage$epsg[ i])
47
48   # Zuweisen der Koordinatendefinition
49   proj4string( df) <- CRS( incrs)
50
51   #Transformieren in ein anderes System
52   # Hier kann das neue Koodinatensystem bestimmt werden, daf?r den EPSG-Code ?ndern
53   df <- spTransform( df, CRS( "+init=epsg:25832"))
54
55   # aktualisieren der Zeile in der Master-Tabelle
56   tabimage$rw[ i] <- df$rw
57   tabimage$hw[ i] <- df$hw
58
59   sql <- paste0( "UPDATE tabimage ",
60                 "SET rw = ", df$rw, ", hw = ", df$hw, " ",
61                 "WHERE idimage = ", tabimage$idimage[ i])
62   cat( sql)
63   sqlQuery( channel= dbcon, query= sql)
64
65 }
66
67 # Schliessen des Kanales
68 close(con = dbcon)
69
70 leaflet(tabimage) %>% addTiles() %>%
71   addCircles(lng=tabimage$rw, lat=tabimage$hw, popup=~tabimage$filenameorig)
72

```

Abb. 18: R-Skript Umrechnen der Koordinaten.

Um diese Funktion nutzen zu können, ist es wichtig, das Programm R auf die 32 Bit Version einzustellen, da es andernfalls zu einem Fehler bei der Verbindung kommt. Als erstes wird eine Verbindung zu der Access Datenbank über das Programm R hergestellt. Damit R mit Access verbunden werden kann, muss die Ordnerstruktur, in welche die Datenbank eingebettet ist, angegeben werden. R setzt anschließend den im Skript genannten „basepath“ mit dem Namen der Datenbank zusammen. Dann kann die entsprechende Tabelle, welche bearbeitet werden soll,

ausgewählt werden. Damit R die Koordinaten richtig erkennt, müssen diese noch formatiert werden. Dies geschieht indem das Dezimaltrennzeichen durch einen Punkt ersetzt wird. Anschließend werden zwei neue Spalten („rw“ und „hw“) angelegt, in denen jeweils die Koordinaten aus den beiden Spalten „coordinate_x“ und „coordinate_y“ kopiert werden. Nun startet eine Schleife, welche zeilenweise jede Zeile der Tabelle abarbeitet. Als erstes wird aus jeder Zeile ein eigenes Spatial-Dataframe erzeugt. Das Koordinatensystem wird dabei entsprechend des EPSG-Codes aus der Spalte „epsg“ zugewiesen. Die Koordinaten stammen aus den beiden Spalten „rw“ und „hw“. Danach wird die Zeile in das gewünschte Koordinatensystem umgerechnet und die beiden Werte in der Access-Datenbank gespeichert. Zum Schluss wird die Verbindung wieder geschossen.



7. Diskussion

Die wichtigste Funktion der erstellten Datenbank ist das Vereinheitlichen der Daten. Oft liegen zum Beispiel bei Feuerwehren oder kleineren Behörden sogar Daten zu Starkregenereignissen vor, doch ohne eine Vereinheitlichung kommt es meistens zu keinem Austausch zwischen den verschiedenen Institutionen. Dadurch geht mit der Zeit viel Wissen verloren oder es ist nicht abrufbar, wenn es benötigt wird. Die räumliche und zeitliche Vorhersage von Starkregenereignisse ist mit dem heutigen Stand der Technik immer noch mit großen Unsicherheiten verbunden, was wiederum eine flächendeckende und ausreichende Dokumentation wichtig macht (Bilinski et al. 2015).

7.1. Definitionen

Aufgabe der erstellten Datenbank ist es, Informationen von Starkregenereignissen zu dokumentieren. Allerdings stellt sich bei diesem Vorhaben ein grundlegendes Problem, da unterschiedliche Definitionen für Starkregen existieren.

Starkregen ist nach der DIN 4049-3:1994-10 Regen, der im Verhältnis zu seiner Dauer eine hohe Intensität hat und daher selten auftritt (DIN 4049-3:1994-10 1994). Andere Institutionen werden konkreter und geben direkte Zahlen an, welche sich auf eine bestimmte Regenmenge pro Zeiteinheit beziehen. So beschreibt der DWD beispielsweise in seinem Wetterlexikon zwei Formen von Starkregenereignissen:

- Regenmengen 15 bis 25 l/m² in 1 Stunde oder 20 bis 35 l/m² in 6 Stunden (Markante Wetterwarnung) und
- Regenmengen > 25 l/m² in 1 Stunde oder > 35 l/m² in 6 Stunden (Unwetterwarnung) (DEUTSCHER WETTERDIENST).

Die Anwendung einer solchen Definition war jedoch bei der Umsetzung der Datenbank nicht möglich, da ein Regen einfach nur als ein Ereignis definiert wurde. Zum einen kann die jeweils unterschiedliche Entstehung der Niederschläge und die damit verbundene Abgrenzung verschiedener Ereignisse nicht im Detail erfasst werden. Eine solche Rekonstruktion der Wetter- und Niederschlagsverhältnisse für alle zu erfassenden Ereignisse wird auch im Rahmen folgender Projekte kaum realisierbar sein. Zum anderen fällt die räumliche Begrenzung schwer, da Starkregenereignisse dynamische Gebilde sind. Sie variieren stark in ihrer Größe und unterliegen Bewegungen, so dass sie oft nicht nur einem Gebiet zugeordnet werden können (Klose & Klose 2015).

Vor diesem Hintergrund war es schwer sich auf eine Definition für ein Ereignis festzulegen und dieses abzustecken. Im Rahmen dieser Arbeit wurde letztendlich die Definition über den Ort (Landkreis oder sogar Gemeinde) und den Zeitraum festgelegt. Dies bedeutet wiederum, dass wenn der Regen mehrere Gemeinden/Landkreise durchquert, es mehrere Ereignisse zu derselben Regenfront geben kann. Über eine geeignete Abfrage kann man sich jedoch alle Events, welche eventuell zusammengehören anzeigen lassen.



7.2. Anwender/Aufgaben

Als mögliche zukünftige Anwendung der Datenbank ist der Einsatz in Behörden und Kreisen vorgesehen. Dies bedeutet, dass die Benutzung auch einer informationstechnisch ungeschulten Zielgruppe möglich sein soll und eine intuitive und leichte Bedienung der Datenbank auch ohne tiefergehende Fachkenntnisse wünschenswert ist. Dieser Absicht trägt bereits die Softwareauswahl Rechnung. Wie andere Microsoft Produkte auch weist Access eine weite Verbreitung auf und ist auf die Anwendung durch ein breites Publikum ausgelegt. Dadurch ist die Handhabung und Pflege dieses Programms nicht nur Spezialisten vorbehalten, sondern auch ohne besondere Vorkenntnisse möglich. Die Verwendung von Access ist insgesamt sehr intuitiv. Da es viele vorgefertigte Funktionen gibt, sind für die Handhabung im Gegensatz zu anderer Software vergleichsweise wenig Programmierkenntnisse nötig (Doberenz & Gewinnus 2013). Allerdings ist Access nur auf Windows Computern in vollen Umfang funktionstüchtig. Liegen in den entsprechenden Einrichtungen andere Systemvoraussetzung vor, kann dies zu Einschränkungen führen.

Die umgesetzte Form der Dateneingabe durch die Formulare und Kombinationsfelder soll die ganze Anwendung zusätzlich vereinfachen und helfen eine falsche Dateneingabe zu vermeiden. In dem man eigene Datenabfragen erstellt, kann man sich leicht die gewünschten Daten anzeigen lassen.

7.3. Verwendete Programme

Zum Erstellen der Datenbank wurde entsprechend der Vorgabe das Programm Microsoft Access verwendet. Diese Software bietet eine vergleichsweise einfach zu bedienende Benutzeroberfläche und ermöglicht dennoch die Verarbeitung von Datenmengen in einem wissenschaftlich angebrachten Rahmen. Damit bildet sie einen guten Kompromiss aus Anwenderfreundlichkeit und professionellen Datenbankmanagement. Diese Kombination rechtfertigt auch die Verwendung von Access, für dessen Benutzung grundsätzlich eine kostenpflichtige Lizenz benötigt wird, gegenüber anderen Open-Source-Programmen.

Mit dem kostenlosen Microsoft Access Runtime könnte die Anwendung sogar an Nutzer verteilt werden, welche keine vollständige Version von Access auf ihren Computern installiert haben. Allerdings steht diesen dann nur eine eingeschränkte Version zur Verfügung. Einige Funktionen der Formulare der Datenbank setzen jedoch voraus, dass Access 2010 oder neuer verwendet wird.

Ein großer Nachteil der Datenbank in dieser Version ist, dass sie nur zentral vorliegt und somit Nutzer aus der Ferne nicht darauf zugreifen können. Eine Möglichkeit dies zu ändern, wäre sie auf einen Server zu spielen, so dass man von verschiedenen Computern auf sie zurückgreifen kann. Jedoch wäre es für Nutzer außerhalb eines solchen Netzwerkes weiterhin nicht möglich an die Daten zu kommen. Zwar könnte man Kopien der Datenbank verteilen, jedoch könnte sich eine Zusammenführung der Daten aufgrund von doppelten Datensätzen und möglichen Überschreibungen als schwierig gestalten. Die Umsetzung einer webfähigen Version wäre in diesem Sinne sehr wünschenswert, was mit der verwendeten Software-Version leider nicht umsetzbar war. Es ist jedoch möglich das Konzept auf ein anderes Datenbanksystem zu übertragen, welches zum Beispiel über einen Internetbrowser geöffnet werden kann.

Ein weiterer Nachteil von Access ist, dass dies keine Geodaten verarbeiten kann. Dadurch kann man keine Karten einbinden, die Koordinatenpunkte darstellen oder Berechnungen mit diesen durchführen. Zur Umsetzung solcher Anwendungen wurde deshalb im Rahmen dieser Arbeit das Programm R unterstützend benutzt. Es wurde gewählt, weil es ein Open Source Programm ist und so jedem zur Verfügung steht. Außerdem ist es sehr vielfältig und kann durch verschiedene

zusätzliche Pakete um etliche Funktionen erweitert werden. Dadurch die Programmierungsumgebung fällt nicht jeden die Bedienung auf Anhieb leicht.

7.4. Bilder und andere Medien

Die Auswertung von Naturereignissen über zielgerichtete Dokumentationen und Analysen ist naturgemäß mit einem entsprechenden Personal- und Kostenaufwand verbunden. Dieser scheint oftmals nur bei größeren Ereignissen als angemessen. Für kleinere und lokale Geschehnisse, wie bei Starkregenereignissen, mangelt es deshalb mitunter an gezielt aufgenommenen Informationen. Vor diesem Hintergrund forderte schon die LAWA die Nutzbarmachung von privaten Dokumentationen solcher Ereignisse und deren Schäden zu prüfen. Dies kann sich beispielsweise auf Plattformen, wie soziale Medien und YouTube erstrecken (Emde et al. 2018). Auch die Auswertung von Quellen zu historischen Hochwasserereignisdaten, wie Versicherungsunternehmen, Archive, technische Berichte, Zeitungen, spezifische Post-Event-Fragebögen und veröffentlichte wissenschaftliche Arbeiten, bietet in diesem Sinne großes Potential (Llasat et al. 2014).

Auch die im Rahmen dieser Arbeit entstandene Datenbank ist darauf ausgelegt private Dokumentationen auszuwerten. In ihrem jetzigen Zustand beschränkt sich die Datenaufnahme jedoch zunächst nur auf die Analyse von Bildern. Diese wurden als erstes Informationsmedium ausgewählt, weil sie im Vergleich zu Zeitungsberichten, Augenzeugen usw. gut zugänglich, zeitlich und lagebezogen sehr genau verortbar, sowie die relevanten Informationen gut abzuleiten sind.

Die Prämisse der Datenbank war vorerst möglichst viele Informationen aus den Bildern aufnehmen zu können. Wie praktikabel dieses Vorgehen ist, auch im Zusammenhang mit dem nötigen Aufwand um alle Daten ausfüllen zu können, muss sich erst noch zeigen. Daher gibt es vorerst auch keine Pflichtfelder. Welche Funktionen mitunter überflüssig sind beziehungsweise fehlen, wird sich bei einer routinemäßigen, praktischen Anwendung herauskristallisieren. Entsprechende Änderungen können dann vorgenommen werden. Die Bilder können dabei aus den verschiedensten Quellen stammen. Am besten eignen sich natürlich speziell aufgenommene Bilder, da man bei diesen über die meisten Informationen, wie Herkunft und genauen Standort verfügt. Jedoch eignen sich ebenfalls Fotos aus der Bevölkerung, Zeitungen, Einsatzberichten oder sozialen Medien. Für Die Auswertung ist es am wichtigsten, dass man die Bilder gut verorten kann, also im besten Fall den genauen Standort kennt. Für die Bestimmung der Wasserhöhe sind jedoch nicht die exakten Koordinaten wichtig, sondern dass man die Lage der Objekte, an welchen Wassermarken gefunden hat, genau bestimmen kann.

Man könnte neben den Bildern auch andere Medien wie beispielsweise Zeitungsartikel, Fotos und soziale Medien als Datengrundlage zu nutzen. Dieses Potential vervielfacht die auswertbare Datenmenge um ein Vielfaches. Für diesen Zweck könnte die Datenbank-Anwendung einfach erweitert werden und so kontinuierlich wachsen.

Der konzeptionelle Aufbau muss für jedes Medium eigenständig erdacht bzw. spezifiziert werden, da sich sowohl die Informationen selbst unterscheiden, die extrahiert werden können, als auch die Art und Weise, wie dieses geschieht, immer angepasst werden muss. Die letztendliche praktische Umsetzung in der Datenbank, sowie die Erweiterung um zusätzliche Tabellen ist jedoch relativ einfach. Dies macht es leicht die Datenbank immer weiter zu verbessern und um Funktionen zu erweitern.



7.5. Vergleich URBAS

Die URBAS-Datenbank umfasst insgesamt acht Formulare. In dem ersten Formular („Steckbrief“) werden automatisch ausgewählte Informationen aus den anderen Bereichen zusammengestellt. Es folgen dann sieben Eingabeformulare mit den Themen: Allgemein, Region, Niederschlag, Abfluss, Schaden, Maßnahmen und Links. Diese Aufteilung stellt eine ganz andere thematische Strukturierung dar, als sie bei der erarbeiteten Datenbank vorgenommen wurde. Der Abfluss, Schaden und Maßnahmen werden in der derzeitigen Version gar nicht erfasst, weil sie nicht im Vordergrund der Aufgabenstellung standen. Bei Bedarf können die Themen jedoch ergänzt werden.

Was bei der URBAS-Datenbank auffällt ist, dass es viele Eingabekategorien gibt (siehe Abb. 19, Abb. 21 und Abb. 22), in denen man den entsprechenden Eintrag aus mehreren vorgegebenen Möglichkeiten auswählen muss. Dadurch werden fehlerhafte Eingaben verringert. Dies wurde auch versucht in der hier erarbeiteten Datenbank z. B. durch Kombinationsfelder umzusetzen.

Über das Formular „Allgemein“ (siehe Abb. 19) wird bei URBAS festgehalten, wer die Eingabe macht. Diese Funktion ist bisher nicht in der neuen Datenbank implementiert, könnte sich jedoch je nach Einsatzort als nützlich erweisen. Des Weiteren kann man in URBAS nur Eingaben machen, wenn man einen Zugang bekommen hat. Bei der erstellten Datenbank gibt es dagegen keine Einschränkung in der Nutzung. Jedoch könnte auch dies umgesetzt werden. Der große Vorteil ist, dass man dadurch Personen in Gruppen teilen kann, welche nur bestimmte Rechte haben. So dürfen einige nur lesen, andere lesen und in Tabellen schreiben. Die höchste Kategorie dürfte die beiden Sachen und dazu noch die Datenbank verändern. Das Formular „Allgemein“ bietet außerdem die Funktion dem Ereignis noch weitere Wetterphänomene als nur Starkregen zuzuordnen. Diese Information ist jedoch im vorliegenden Fall nicht relevant. Das Datum muss bei URBAS entgegengesetzt zu der erstellten Datenbank per Hand eingegeben werden, wodurch es aufwendiger wird und eventuell zu Fehlern bei der Eingabe kommt.



Ereignis-Formular

Steckbrief
Allgemein
Region
Niederschlag
Abfluss
Schaden
Massnahmen
Links

Email

Zugangscode

Ereignis öffentlich zugänglich? ☐ Ja ☒ Nein

Datum

Bezeichnung

Sturzflut ☒ unbekannt ☐ Ja ☐ Nein

Starkregen ☐ unbekannt ☒ Ja ☐ Nein

Gewitter ☐ unbekannt ☒ Ja ☐ Nein

Blitz ☐ unbekannt ☒ Ja ☐ Nein

Hagel ☐ unbekannt ☒ Ja ☐ Nein

Überschwemmungen ☐ unbekannt ☒ Ja ☐ Nein

Sturmflut ☒ unbekannt ☐ Ja ☐ Nein

Abb. 19: Formular „Allgemein“ des Projektes URBAS (CASTRO et al. 2008).

Wie in der vorliegenden Datenbank verknüpft URBAS jedes Ereignis mit einer Region. Dies passiert über die Postleitzahl und einen Ort. Dabei können einem Ereignis auch mehrere Regionen zugeordnet werden (siehe Abb. 20), wodurch nicht für jede Region ein eigenes Ereignis erstellt werden muss. Bei der erstellten Datenbank wurde dies versucht zu umgehen, indem man verschiedenen Verwaltungsebenen (Landkreis, Gemeinde) wählen kann. Jedoch müssen für ein Ereignis, welches beispielsweise in Dresden und Meißen aufgenommen wurde, zwei verschiedene Events angelegt werden.

Des Weiteren werden in URBAS keine genauen Geodatendaten dokumentiert. Schäden und alle anderen aufgenommenen Daten werden immer einer ganzen Region zugewiesen. Genauere Ortsangaben können nur als allgemeiner Kommentar eingegeben werden. In diesem Punkt ist die erstellte Datenbank mit der Angabe von Koordinaten viel genauer und ermöglicht dadurch eine bessere räumliche Auflösung.

Ereignis-Formular	
Steckbrief	Allgemein
Region	Niederschlag
Abfluss	Schaden
Massnahmen	Links
Plz	91074
Name	Herzogenaurach
freie Ortsangabe	
Plz	30159
Name	Hannover
freie Ortsangabe	
Plz	80331
Name	München
freie Ortsangabe	
Plz	86150
Name	Augsburg
freie Ortsangabe	

Abb. 20: Formular „Region“ des Projektes URBAS (CASTRO et al. 2008).

Im Formular „Niederschlag“ können bei URBAS im Vergleich zur erstellten Datenbank viel mehr Angaben eingetragen werden, als nur die Regenmenge und -dauer (siehe Abb. 21). Es sind zwar keine Pflichtfelder, dennoch wurde aufgrund der Übersicht und einfacheren Handhabung hier darauf verzichtet, da die Datenbank nicht nur von Spezialisten benutzt werden soll.

Ereignis-Formular

Steckbrief	Allgemein	Region	Niederschlag	Abfluss	Schaden	Massnahmen	Links
------------	-----------	--------	---------------------	---------	---------	------------	-------

Gesamtniederschlag [mm]

Dauer [h]

Mittlere Intensität des Starkniederschlags [mm/h]

tatsächliche Bezugsdauer [h]

Spitzenintensität des Starkniederschlags [mm/h]

tatsächliche Bezugsdauer [h]

Niederschlag vorher ☒ unbekannt ☐ keine ☐ wenige ☐ viele

Niederschlag nachher ☒ unbekannt ☐ keine ☐ wenige ☐ viele

Überwiegend dicht bebaute Siedlungs- und Wohnflächen ☒ unbekannt ☐ Ja ☐ Nein

Überwiegend locker bebaute Siedlungs- und Wohnflächen ☒ unbekannt ☐ Ja ☐ Nein

Überwiegend dicht bebaute Gewerbe und Industrieflächen ☒ unbekannt ☐ Ja ☐ Nein

Abb. 21: Formular „Niederschlag“ des Projektes URBAS (CASTRO et al. 2008).

Ein wichtiger Unterschied zwischen den beiden Datenbanken ist, dass in URBAS keine Wasserstände direkt aufgenommen wurden. Diese können nur als Kommentare zum Beispiel beim Abfluss mit eingetragen werden (siehe Abb. 22). Dies verdeutlicht, wie sehr sich die beiden Datenbanken in ihrer Funktionalität und auch ihrer Zielsetzung unterscheiden. Obwohl beide für die Aufnahme von Starkregenereignissen konzipiert wurden, haben sie unterschiedliche Schwerpunkte. Bei URBAS geht es mehr um die Ereignisse an sich und die Schäden, bei der vorliegenden Datenbank um die Wassermarken.

Ereignis-Formular

Steckbrief Allgemein Region Niederschlag **Abfluss** Schaden Massnahmen Links

Gewässerbeteiligung ☒ unbekannt ☐ Ja ☐ Nein

Gewässernamen

Überflutungsfläche ☐ Straßenabschnitt ☐ Mehrere Straßen ☒ Stadtteil (Radius 1km)

Wassertiefe ☐ flach (bis 10 cm) ☒ mitteltief (10 cm bis 50 cm) ☐ tief (größer 50 cm)

Geschwindigkeiten ☐ stehend ☐ langsam fließend ☐ schnell fließend

Anmerkung

Weitere Unterlagen:

[Blitz](#)

[Niederschlag](#)

Abb. 22: Formular „Abfluss“ des Projektes URBAS (Castro et al. 2008).

Den einzelnen Formularen wird bei URBAS scheinbar keine eigene ID zu geordnet, so dass man Schäden oder ähnliches immer nur aufnehmen kann, wenn man auch ein neues Ereignis anlegt.

Die Daten bei URBAS wurden in einer PostgreSQL-Datenbank gespeichert. Dies ermöglicht über eine Erweiterung (PostGIS-Extension) auch eine einfache GIS-Übersichtsdarstellung in der Formularanwendung. Außerdem kann die Datenbank über einen Internetbrowser aufgerufen werden, was einen großen Vorteil gegenüber der erstellten Datenbank darstellt.

Insgesamt kann man feststellen, dass die URBAS Datenbank zwar bei einigen Informationen, wie z. B. beim Niederschlag, viel genauere Angaben erlaubt, aber dafür die räumliche Auflösung nicht so ausgeprägt ist (Castro et al. 2008).

7.6. Vergleich VEREINT

Wenn man die Formulare der erstellten Datenbank (z. B. siehe Abb. 11) mit dem des Projektes VEREINT (siehe Abb. 23) vergleicht, ist direkt offensichtlich, dass bei VEREINT nur ein Formular existiert. Die Zusammenfassung aller Funktion bei VEREINT in einem einzigen Formular macht dieses insgesamt sehr lang und unübersichtlich. Außerdem muss der Erfassungsbogen für jede Schadensmeldung immer komplett neu ausgefüllt werden. Es können keine Aspekte zusammengefasst werden. Trotzdem ist das Formular in vier Bereiche geteilt.

VEREINT bietet bei mehreren Punkten die Möglichkeit verschiedene Angaben aus einem Pool anzukreuzen. Dies beugt insgesamt fehlerhaften Eingaben vor, allerdings sind dadurch viele Mehrfachnennungen möglich, was es schwierig machen kann, nach bestimmten Aspekten zu filtern. Außerdem sind viele Eingaben relativ unbestimmt und nicht rational, wodurch die Inhalte

etwas wage werden. Zusätzlich gibt es viele Freitextfelder, die das Auftreten von Fehlern und doppelten Einträgen durch unterschiedliche Schreibweisen begünstigen können.

Der große Vorteil von VEREINT ist, dass das Formular webbasiert ist.

1. Allgemeine Informationen: ID * 10099 Koordinaten * 13,7825557 50,8784056 Ortsteil * Gewässername wenn vorhanden Ereigniseintritt, Datum * Tag Monat Jahr Ereigniseintritt, Uhrzeit hh:mm Uhrzeit, wann das Ereignis begann. Format z.B.: 09:30 Schadenseintritt, Datum * Tag Monat Jahr Schadenseintritt, Uhrzeit hh:mm Uhrzeit, wann der Schaden entstand. Format z.B.: 09:30 2. Informationen zu Überflutungen und Schäden Was hat die Überflutung verursacht? ☐ Gewässer ☐ Oberflächenwasser (frei, wild abfließendes Wasser) ☐ Grundwasser ☐ Kanalisation (Überlauf) Was wurde überflutet? ☐ Grundstück ☐ Zuwegung ☐ Strasse (Infrastruktur) ☐ Durchlass ☐ Gebäude ☐ Sonstiges (optionale Beschreibung) ☐ Brücke Sind Schäden entstanden, wenn ja wo? ☐ Grundstück ☐ Gebäude ☐ Durchlass ☐ Strasse (Infrastruktur) ☐ Brücke ☐ Kanalisation ☐ Ufer ☐ Gewässerbett ☐ Sonstiges ☐ Personen ☐ Zuwegung ☐ Nein Wodurch ist der Schaden entstanden? ☐ Wasser ☐ Schlamm ☐ Geröll ☐ Treibgut Ist der Höchststand des Wassers bekannt? Wie hoch stand das Wasser? Es ist dabei egal wo. ☐ ja (Messwert) ☐ ja bekannt, aber nicht gemessen ☐ nein Messwert falls vorhanden Angabe in cm	Optionale Beschreibung zu Überflutungen/Ereignisablauf, Schäden und Messwerten. Möchten Sie uns ein Video zukommen lassen, schreiben Sie das bitte hier hinein. Fotos können Sie am Ende direkt hochladen. 3. Informationen zur Hochwasserabwehr und -bewältigung: Wer hat während des Ereignisses bei der Abwehr und Bewältigung mitgewirkt? ☐ Selbsthilfe ☐ Externe Hilfe wünschenswert ☐ Nachbarschaftshilfe ☐ Einsatzkräfte Wer hat nach dem Ereignis bei der Bäumung und Wiederherstellung mitgewirkt? ☐ Selbsthilfe ☐ Externe Hilfe wünschenswert ☐ Nachbarschaftshilfe ☐ Einsatzkräfte 4. Informationen zu Starkregen und Unwetterverlauf Ist die gefallene Niederschlagsmenge bekannt? Detaillierte Informationen bitte in das untere Textfeld eintragen. ☐ Ja, Messwert des Ereignisses ☐ nein Angabe in mm Können Sie den Unwetterverlauf und eventuelle Besonderheiten beschreiben? (z.B.: Sturm, schwüle Luft, Zugrichtung, Kreisen des Gewitters über Region, Hagelschauer) Diesbezüglich würden wir uns gern mit Ihnen in Verbindung setzen. Ist der Wasserstand im Fließgewässer zur Zeit des Hochwassers bekannt? ☐ ja (Messwert) ☐ ja bekannt, aber nicht gemessen ☐ nein Messwert falls vorhanden Angabe in cm Hier können Sie Fotos vom Ereignis hochladen: Durchsuchen... Keine Dateien ausgewählt. Bitte laden Sie nur JPEG oder PNG Bilder hoch * Einwilligung zur Datenschutzerklärung: ☐ Hiermit bestätige ich, dass ich diese Datenschutz-/Einwilligungserklärung (ständig abrufbar unter Datenschutzerklärung) gelesen und verstanden habe und unter diesen Bedingungen freiwillig am Forschungsprojekt „VEREINT“ teilnehmen möchte. Daten senden Send zurücksetzen
--	---

Abb. 23: Online Erfassungsbogen des Projektes Vereint; zur besseren Übersichtlichkeit getrennt nebeneinander dargestellt (<http://vereint.cimtt.de/>).

Durch die Darstellung auf der Karte (siehe Abb. 24) hat man gleich einen Überblick über bereits erfasste Ereignisse.

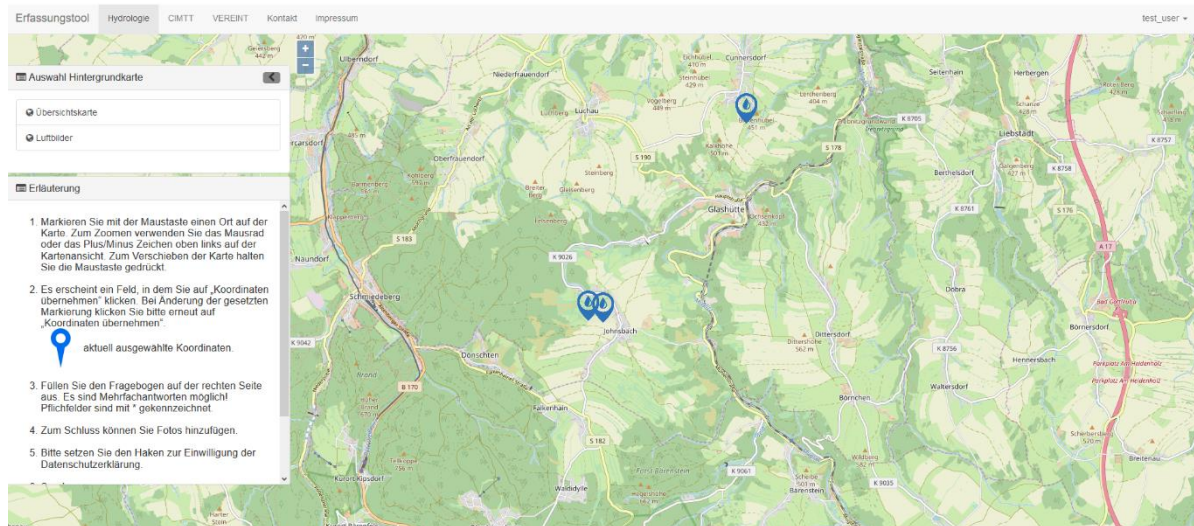


Abb. 24: Darstellung der aufgenommenen Ereignisse im Projekt VEREINT (<http://vereint.cimtt.de/>).

7.7. Mögliche Verbesserungen

Wie in Kapitel 7.3 beschrieben, ist die Verwendung von Microsoft Access als Datenbanksoftware mit einigen Nachteilen verbunden. Dies schließt zum Beispiel die Darstellung von Geodaten und die Fähigkeit die Datenbank über den Browser von überall aus zu nutzen ein. Um die Möglichkeiten in diesen Punkten zu verbessern, könnte man das erarbeitete Konzept auch auf ein anderes Datenbank-Programm übertragen. Dies würde jedoch nochmal einen großen Arbeitsaufwand bedeuten und es nicht garantiert, dass sich alle Funktionen transferieren lassen. Eine Möglichkeit wäre, wie bei der URBAS-Ereignisdatenbank als Plattform für den Aufbau das CMS Plone zu benutzen. Dieses System gewährt eine hohe Flexibilität bei der Anpassung der Formulare. Des Weiteren ermöglicht es die Einrichtung mehrerer Bereiche, zum Beispiel einen, der für die Öffentlichkeit zugänglich ist, und einen internen, der nur für die Projektbeteiligten erreichbar ist.

In ihrem jetzigen Zustand wäre die vernetzte Bereitstellung der Datenbank für mehrere unabhängige Benutzergruppen nur in Verbindung mit einem umständlichen Zusammenführen und Wiederverteilen der Access-Datenbanken denkbar. Eine Idee dies zu vermeiden und darüber hinaus eine webfähige Version zu erhalten, ohne das System ganz auf ein anderes Programm zu übertragen, wäre Access nur für die Eingabe der Daten zu verwenden. Anschließend könnte man die Daten beispielsweise über eine OLE-Schnittstelle in eine andere Datenbank, welche Server- und webfähig ist, überführen. So wären die Daten auf einem Server verfügbar, auf den jeder der einen Berechtigung besitzt, bequem von überall aus zugreifen kann. Dieser Vorgang ist schematisch in Abb. 25 skizziert.

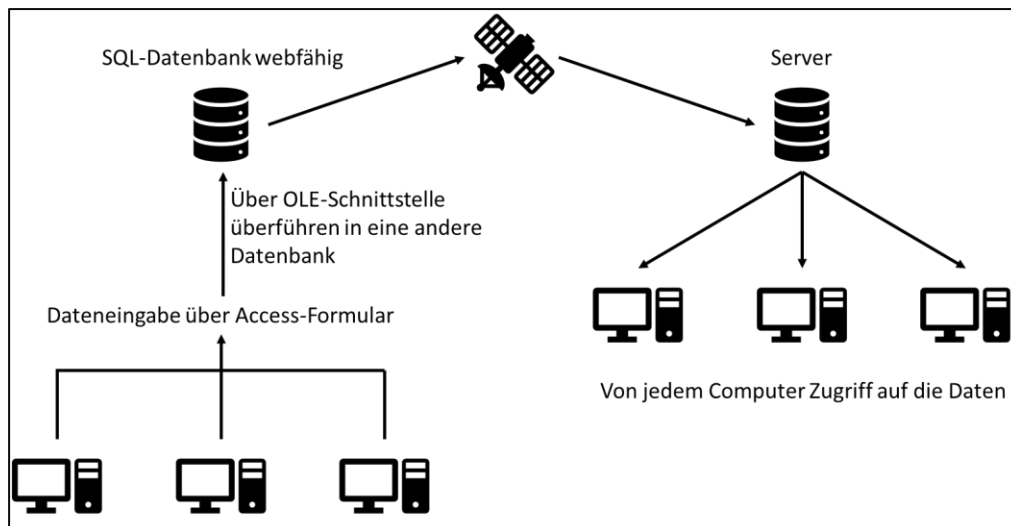


Abb. 25: Schematische Darstellung für eine mögliche Onlinelösung.

Die Datenbank ist in ihrem jetzigen Zustand nur auf Sachsen ausgelegt. Damit sie auch in vollem Umfang für andere Regionen eingesetzt werden kann, müssen Daten hinzugefügt werden und kleinere Anpassungen vorgenommen werden. Solch eine Erweiterung wäre insgesamt aber relativ leicht umsetzbar.

7.8. Was ist mit den Daten möglich?

Die Informationen, welche in der Datenbank gespeichert werden, können für verschiedenste Anwendungen genutzt und dafür auch auf die jeweilige Anwendergruppe angepasst werden. Ganz grundlegend schließt dies natürlich die fortlaufende Dokumentation und die Option verschiedene Ereignisse miteinander zu vergleichen ein.

Darüber hinaus kann man die Daten mit einem sogenannten GIS-Programm visualisieren. Dabei bietet zum Beispiel QGIS die Möglichkeit direkt aus dem Programm heraus auf die Tabellen der Datenbank zurückzugreifen. Anhand der Koordinaten der Wassermarken kann man Ereigniskarten (siehe Abb. 26) erstellen, aus welchen man zum Beispiel die Wasserstände ableiten kann. Des Weiteren kann man auch die Fließrichtung mit Pfeilen darstellen. Es ist außerdem möglich ein Layout erstellen, in welches die neuen Daten einfach immer wieder reingeladen und direkt dargestellt werden können. Auch das Erstellen von Gefahrenkarten wäre über diese Funktionen denkbar.

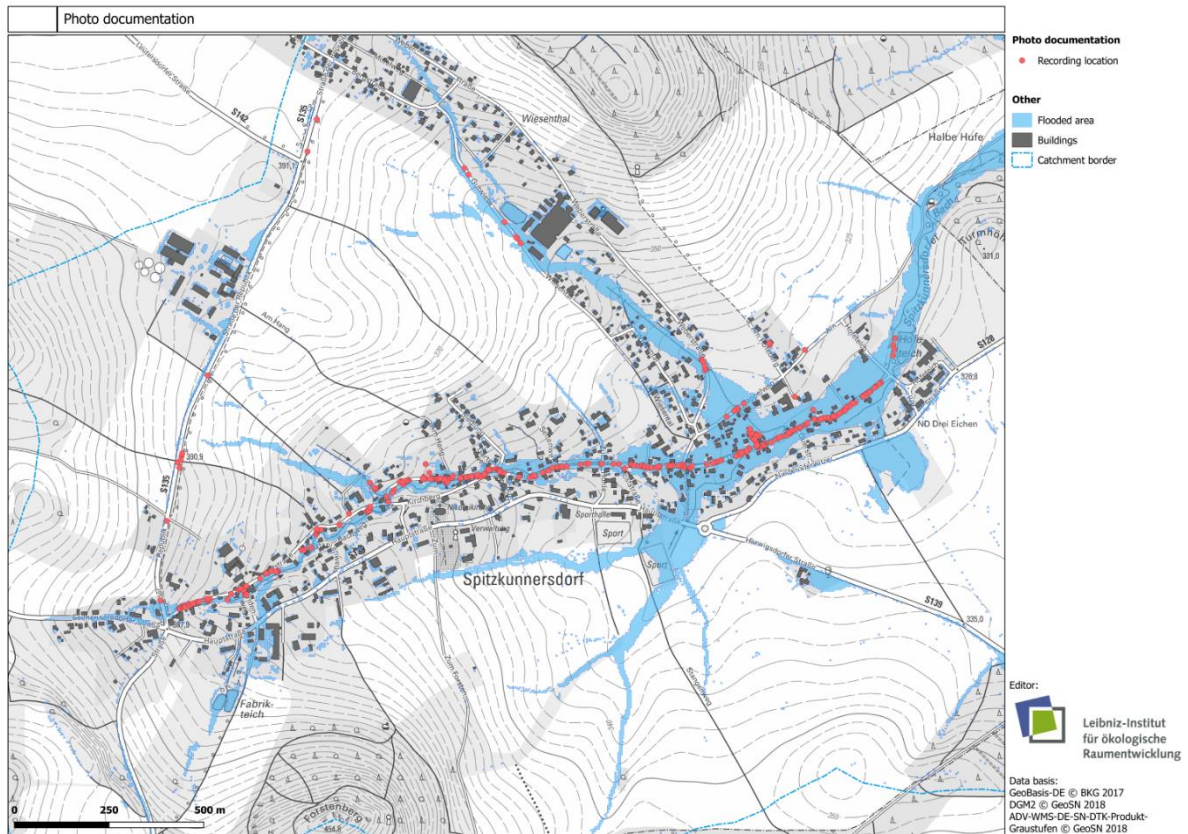


Abb. 26: Beispiellkarte für die Weiterverwendung der Daten.

Die gute Veranschaulichung der Daten eröffnet die Möglichkeit diese zum Beispiel für die Öffentlichkeitsarbeit zu Nutzen. Das Vorhaben somit das Risikobewusstsein für Starkregenereignisse zu stärken und die Bevölkerung besser aufzuklären ist im Sinne der Zielvorstellung von Projekten zum Thema Starkregenereignisse, wie beispielsweise RAINMAN.

In der Wissenschaft könnten mit Hilfe der Datenbank beispielsweise Strömungs- und andere Flutmodelle überprüft werden, indem man sie mit den Daten vergangener Ereignisse vergleicht. Des Weiteren bilden sie eine benötigte Grundlage für nachträgliche Ereignisanalysen. Diese können helfen Risikogebiete zu identifizieren und diese als solche auszuweisen.

8. Zusammenfassung

Die räumliche und zeitliche Vorhersage von Starkregenereignissen ist mit dem heutigen Stand der Technik immer noch mit großen Unsicherheiten verbunden, was eine flächendeckende und ausreichende Dokumentation umso wichtiger macht. Der Bedarf an einer Datenbank, welche systematisch Starkregenereignisse erfasst, ist aufgrund der fehlenden Alternativen für ein gutes Risikomanagement somit in jedem Fall gegeben. Zwar findet vor allem in kleineren Institutionen bereits eine Dokumentation von Starkregenereignissen statt, jedoch werden diese nicht zusammengeführt und zentral erfasst, wodurch das Wissen mit der Zeit verloren geht.

Im Rahmen dieser Bachelor-Arbeit wurden speziell für Starkregenereignisse Erfassungs- und Dokumentationswerkzeuge entwickelt, welche die verschiedenen Daten einheitlich und vereinfacht aufnehmen und in einer Datenbank zusammenführen können. Im Gegensatz zu anderen Projekten liegt der Fokus der entstandenen Datenbank auf Daten, welche Rückschlüsse auf die Wasserbewegungen nach einem Starkregenereignis ermöglichen und nicht auf den Folgen oder Schäden.

Die Datenanalyse wurde zunächst auf die Auswertung von Bildern beschränkt. Aufgrund ihrer zunehmenden Verbreitung, nicht zuletzt in sozialen Medien, und relativ einfach zu extrahierenden Informationen, stellen diese eine wertvolle Datenquelle dar. Eine zukünftige Erweiterung auf andere Medien, wie Film, Einsatz- oder Augenzeugenberichte ist jedoch gut vorstellbar.

Aufgrund der großen Breite potentieller Nutzergruppen (z.B. Gemeinden, Fachbehörden, Bürger, Wissenschaftler) wurde Microsoft Access für die Datenbankerstellung gewählt. Es überzeugt durch seine weite Verbreitung und einfache Handhabung. Falls es sich zukünftig doch nicht als geeignete Datenbank-Software herausstellt, kann man das Konzept auch auf andere Systeme übertragen.

Die erstellte Datenbank soll helfen aufgenommene Daten besser strukturieren und darstellen zu können. Es wurden mehrere Tabellen mit zugehörigen Formularen entwickelt, welche Informationen, die in einem Bild enthalten sein können, thematisch aufteilen und teilweise in Verbindung zueinander stehen. Es wurde versucht die Formulare sehr interaktiv zu gestalten um die Eingabe der Daten soweit wie möglich zu vereinfachen. Dabei wurde viel Wert auf die Benutzerfreundlichkeit gelegt. Unterstützt wird die Datenbank von mehreren R-Funktionen, welche der Pflege der Datenbank (Angleichen der Koordinaten) und dem automatischen Finden geeigneter Niederschlagsdaten dienen.

Der Fokus der Arbeit lag zunächst auf der Konzeptionierung der Datenbank. Eine ausgiebige Testung der einzelnen Funktionen mit Daten konnte bisher nicht durchgeführt werden. Deswegen ist im Moment noch nicht abzusehen, inwieweit weitere Anpassungen nötig sein werden, um die theoretischen Überlegungen den praktischen Abläufen anzugleichen.

Leider war es nicht möglich alle entwickelten Ideen umzusetzen, so dass noch weiteres Verbesserungspotential für die Datenbank besteht. Die wichtigste Erweiterung besteht darin auch andere Medientypen als Datengrundlage zu etablieren. Langfristig könnte auch die Umsetzung einer webfähigen Version der Datenbank von Interesse sein.



9. Literatur

- ACATECH (Hrsg.) (2012): Anpassungsstrategien in der Klimapolitik – Acatech POSITION, Springer, Heidelberg, 38 S.
- BARREDO, J. (2007): Major flood disasters in Europe – 1950–2005. *Natural Hazards* 42, (1), 125–148.
- BILINSKI, W., BOHN, E., BÜTTNER, U., GÖRNER, C., MÜLLER, I., KARDEL, K., ROHDE, S., SIX, A., WALTHER, P., WOLF, E., ZANDER, K., FREIER, K., GERBER, S., JENTSCH, S., KOPP, T., WINKLER, U., WUNDRAK, P. (2015): Ereignisanalyse Hochwasser Juni 2013. SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE, HRSG., 256 S., Download unter <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/15180>. (12.11.2018).
- BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND NUKLEARE SICHERHEIT (2018): Übersicht der geförderten Projekte. PROJEKTRÄGER JÜLICH, HRSG., 137 S., Download unter https://www.ptj.de/lw_resource/datapool/systemfiles/cbox/1173/live/lw_file/geofoerderte_projekte_programm.pdf#%5B%7B%22num%22%3A303%2C%22gen%22%3A0%7D%2C%7B%22name%22%3A%22XYZ%22%7D%2C54%2C498%2C0%5D. (12.11.2018).
- CASTRO, D., EINFALT, T., FRERICHS, S., FRIEDEHEIM, K., HATZFELD, F., KUBIK, A., MITTELSTÄDT, R., MÜLLER, M., SELTMANN, J., WAGNER, A. (2008): Vorhersage und Management von Sturzfluten in urbanen Gebieten (URBAS) – Förderprogramm des BMBF: Risikomanagement extremer Hochwasserereignisse (RIMAX), Hannover.
- CENTRE FOR RESEARCH ON THE EPIDEMIOLOGY OF DISASTERS - CRED: EM-DAT – International disaster database. CENTRE FOR RESEARCH ON THE EPIDEMIOLOGY OF DISASTERS - CRED, HRSG., DOWNLOAD UNTER <https://emdat.be/>.
- DEUTSCHER WETTERDIENST: Wetterlexikon. DEUTSCHER WETTERDIENST, HRSG., DOWNLOAD UNTER <https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/begriffe/S/Starkregen.html>. (12.11.2018).
- DIN 4049-3:1994-10 (1994): Hydrologie - Teil 3: Begriffe zur quantitativen Hydrologie.
- DOBERENZ, W., GEWINNUS, T. (2013): Microsoft Access 2013 Programmierung - Das Handbuch, O'Reilly Media Inc, Sebastopol, 1 online resource (1459).
- EMDE, F.-A., DEUTSCHLÄNDER, T., PAULAT, M., BAUMGARTEN, C., HEER, A., HENNEGRIFF, W., REICH, J., SAILER, B., HALLER, B., SIMON, B., KOCH, MICHAEL, SCHÄFER, KATRIN, THUMM, SIGRID, MARGAN, SILVIA, BUSCHHÜTER, ERIK, MENN, K., SCHERNIKAU, R., GRETZSCHEL, M., PHILIPP, A., FRÜHWEIN, E. (2018): LAWA-Strategie für ein effektives Starkregenrisikomanagement. LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (LAWA), Hrsg., Erfurt, 86 S., Download unter http://www.lawa.de/documents/LAWA-Starkregen_b91.pdf. (12.11.2018).
- FORMAYER, H., KROMP-KOLB, H. (2009): Hochwasser und Klimawandel. Auswirkungen des Klimawandels auf Hochwasserereignisse in Österreich.
- GUHA-SAPIR, D., BELOW, R., HOYOIS, P. (2015): EM-DAT – International disaster database. Catholic

- University of Louvain: Brussels, Belgium 27, 57–58.
- HÖLSCHER, L. (2013): Richtig einsteigen Access 2013 VBA-Programmierung – Von den Grundlagen bis zur professionellen Entwicklung, Microsoft Press, Unterschleißheim, 440 S.
- HÜBL, J., KIENHOLZ, H., SCHMID, F., LOIPERSBERGER, A. (2006): DOMODIS - Dokumentation alpiner Naturereignisse, Jost Druck AG, Hünibach, 40 S.
- ILLGEN, M. (2013): Starkregen und urbane Sturzfluten – Praxisleitfaden zur Überflutungsvorsorge, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfälle e. V., Hennef (Sieg), 35 S.
- KLOSE, B., KLOSE, H. (2015): Meteorologie – Eine interdisziplinäre Einführung in die Physik der Atmosphäre, Springer, Berlin. 2. Aufl., 530 S.
- LLASAT, M., MARCOS, R., LLASAT-BOTIJA, M., GILABERT, J., TURCO, M., QUINTANA-SEGUÍ, P. (2014): Flash flood evolution in north-western Mediterranean. *Atmospheric Research* 149, 230–243.
- MARCHI, L., BORGA, M., PRECISO, E., GAUME, E. (2010): Characterisation of selected extreme flash floods in Europe and implications for flood risk management. *Journal of Hydrology* 394, (1-2), 118–133.
- MÜNCHENER RÜCKVERSICHERUNGSGESELLSCHAFT (1999): Naturkatastrophen in Deutschland Schadenerfahrungen und Schadenpotentiale.
- PLATTFORM NATURGEFAHREN DER ALPENKONVENTION (PLANALP), unter Mitarbeit von KIENHOLZ, H., PERRET, S., SCHMID, F. (2008): Dokumentation von Naturereignissen – Feldanleitung, Ständiges Sekretariat der Alpenkonvention, Innsbruck, 64 S.
- RAHM, E., VOSSEN, G. (2002): Web & Datenbanken, Dpunkt-Verlag, Heidelberg, 488 S.
- SÄCHSISCHES MINISTERIUM DES INNEREN (2017): RAINMAN - Integriertes Starkregenrisikomanagement – Newsletter #1 Juni 2017 -November 2017. SÄCHSISCHES MINISTERIUM DES INNEREN, HRSG., 9 S., Download unter <https://www.interreg-central.eu/Content.Node/1-Newsletter-1-DE.pdf>. (05.11.2018).
- SCHARFE, S., SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE (2018): Einordnung und Zusammenfassung der Studie: „Praxis-Ansätze und Methoden zur Modellierung, Kartierung und Risikobewertung von Starkregen“ im Projekt RAINMAN. SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE, HRSG., 4 S., Download unter <https://www.interreg-central.eu/Content.Node/WP-1-Zusammenfassung-DE.pdf>. (05.11.2018).
- SCHULZ, S., unter Mitarbeit von Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Energie des Landes Sachsen-Anhalt (05.06.2018): Ansätze für ein Starkregenrisikomanagement in Sachsen-Anhalt. Regionalkonferenz: Anpassung an den Klimawandel auf kommunaler Ebene, Haldensleben, Download unter https://lau.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/MLU/LAU/Wir_ueber_uns/Aktuelles/Archiv/2018/Dateien/TOP7_Ansaetze_fuer_ein_Starkregenrisikomanagement_in_Sachsen-Anhalt.pdf.
- STATISTISCHES LANDESAMT DES FREISTAATES SACHSEN (2018): Gemeindeschlüssel für die Gemeinden im Freistaat Sachsen ab 1. Januar 2018, Kamenz, Download unter https://www.statistik.sachsen.de/download/010_GB-

Gebiet/e_Regionalschlüssel_fuer_die_Gemeinden_im_Freistaat_Sachsen_01012018.xlsx.
(30.10.2018).

ULRICH-FULLER, L., COOK, K., ENGEL, R. (2016): Access 2016 für dummies, Wiley, Weinheim. 1.
Aufl., 435 S.



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

LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Saxon State Office for Environment,
Agriculture and Geology

✉ rainman.lfulg@smul.sachsen.de

Project Partner

Saxon State
Ministry
of the Interior

STAATSMINISTERIUM
DES INNERN



Environment Agency Austria **umweltbundesamt**[®]

Office of the
Styrian Government



T. G. Masaryk Water Research Institute, p.r.i



Region of South Bohemia



Croatian Waters



Middle Tisza District Water Directorate



Institute of Meteorology
and Water Management
National Research Institute



Leibniz Institute of Ecological
Urban and Regional Development



Leibniz Institute of
Ecological Urban and
Regional Development

Project support



INFRASTRUKTUR & UMWELT
Professor Böhm und Partner

INFRASTRUKTUR & UMWELT
Professor Böhm und Partner

✉ RAINMAN@iu-info.de