



Wissenschaftlicher Endbericht FFG KIRAS Projekt CESARE

31. 05. 2022

VERSION:	Version 2.0
STATUS:	draft / <u>final</u>
DATUM:	31.05.2020
ERSTELLT:	Matthias Themessl
AUTOREN:	Matthias Themessl, Judith Köberl, Stefan Kienberger, Dirk Tiede, Steffen Reichel, Marc Ostermann, Katharina Enigl
FREIGEgeben DURCH:	Matthias Themessl

PROJEKTPARTNER



ZAMG
Zentralanstalt für
Meteorologie und
Geodynamik



JOANNEUM
RESEARCH



PARIS
LODRON
UNIVERSITY
SALZBURG



ZGIS



Geologische Bundesanstalt



spatial services



umweltbundesamt^U
PERSPEKTIVEN FÜR UMWELT & GESELLSCHAFT



KFV
Kuratorium für Verkehrssicherheit



ETH
Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich



Bundesministerium
Landwirtschaft, Regionen
und Tourismus



Bundesministerium
Inneres

Mehr Informationen unter: www.cesare.at

gefördert durch:





KURZZUSAMMENFASSUNG

Ereignis- und Schadendatenbanken sind wesentliche Instrumente im Rahmen des Katastrophenrisikomanagements, um fundierte Entscheidungen treffen zu können. Doch selbst in datenreichen Ländern wie Österreich gibt es bislang keine konsistente und kuratierte Multi-Hazard-Datenbank. Basierend auf den Anforderungen der Vereinten Nationen, der Europäischen Union sowie auf nationalen Anforderungen zur Bewältigung von Katastrophenauswirkungen wurde im Projekt CESARE ein Demonstrator für eine konsistente nationale ereignisbasierte Schadensdatenbank konzipiert und aufgebaut. Dieser Demonstrator ermöglicht eine Ereignisidentifikation, ein Schadenmonitoring sowie eine Schadenbilanzierung nach internationalen Standards und bietet die Möglichkeiten zur Katastrophenforensik. Dabei basiert das CESARE System auf bereits vorhandenen Daten der Verwaltungen und Bundesbehörden und kombiniert diese soweit möglich. Dadurch werden die Primärdaten als auch die Erhebungsverfahren nicht beeinträchtigt und ein nachhaltiger Datenaustausch ermöglicht. Darüber hinaus wurde untersucht, wie Erdbeobachtungs- und Wetterdaten dazu beitragen können, robustere Informationen über Katastrophenereignisse abzuleiten.

Unser Demonstrator konzentriert sich auf zwei österreichische Bundesländer, drei Gefahrentypen - Hochwasser, Stürme und Massenbewegungen - und den Zeitraum zwischen 2005 und 2018. Durch die Analyse von über 140.000 Einzelereignisbeschreibungen konnten wir zeigen, dass - trotz einiger Einschränkungen bei der retrospektiven Datenharmonisierung - die Implementierung einer ereignisbasierten nationalen Schadensdatenbank machbar ist und einen erheblichen Mehrwert gegenüber der Verwendung von Einzeldatensätzen bietet. Mit unserem Demonstrator sind wir in der Lage, die nationale Risikobewertung, das nationale UNDRR Sendai-Monitoring und das föderale Katastrophenrisikomanagement durch die Bereitstellung von bestmöglich harmonisierten Schadensinformationen, maßgeschneiderten Indikatoren und Statistiken sowie Gefahrenfolgenkarten auf der Gemeindeebene zu unterstützen.

INHALT

KURZZUSAMMENFASSUNG	2
1. PROJEKTZIELE	5
2. PROJEKTKONSORTIUM	5
3. (INTER-) NATIONALER RAHMEN	6
4. BEDARFSANALYSE	8
5. GRUNDLAGEN EINER NATIONALEN EREIGNIS- UND SCHADENDATENBANK	9
6. DIE DATENGRUNDLAGE FÜR CESARE	14
6.1 GEORIOS	14
6.2 WLK – WILDBACH- UND LAWINENKATASTER	15
6.3 HWFDB – HOCHWASSERFACHDATENBANK.....	16
6.4 VIOLA.....	18
6.5 EINSATZDATEN LANDESFEUERWEHR NÖ.....	19
6.6 LANDESVERWALTUNG NÖ – KATASTROPHENSCHÄDEN AM PRIVATVERMÖGEN	20
6.7 LANDESVERWALTUNG NÖ – KATASTROPHENSCHÄDEN AM GEMEINDEVERMÖGEN.....	22
6.8 LANDESVERWALTUNG STEIERMARK – KATASTROPHENSCHÄDEN AM PRIVATVERMÖGEN.....	24
6.9 LANDESVERWALTUNG STEIERMARK – KATASTROPHENSCHÄDEN AM LANDESVERMÖGEN	26
6.10 ZUSAMMENFASSUNG	27
6.11 DATENMANAGEMENT UND DATENSCHUTZ	30
7. KONTROLLIERTES VOKABULAR	31
8. GRUNDLAGEN UND SPEZIFIKATION DER DATENFUSION.....	33
RETROSPEKTIVER DATENHARMONISIERUNGSPROZESS	33
8.1 CESARE ZIELSCHEMATA.....	34
8.2 QUALITÄT BZW. GÜTE DER ORIGINALDATEN UND DES HARMONISIERUNGSPROZESSES	45
8.3 VERBLEIBENDE HERAUSFORDERUNGEN UND UNSICHERHEITEN	50
9. SPEZIFIKATION UND INTEGRATION VON ZUSATZDATEN UND INFORMATIONEN	52

9.1 BENCHMARKING VON ZUSATZDATEN UND –INFORMATIONEN FÜR EINE SCHADEN- UND EREIGNISDATENBANK
52

9.2 NEAR-MISS BZW. POTENTIELLE EVENTS 61

10. TECHNISCHE ARCHITEKTUR DES DEMONSTRATORS 64

11. DER DEMONSTRATOR UND SEINE FUNKTIONALITÄTEN 66

12. FUNKTIONALITÄT DES GESAMTSYSTEMS 70

12.1 SPEZIFIZIERUNG GEEIGNETER KEY PERFORMANCE INDIKATOREN 70

12.2 EVALUIERUNG DES GESAMTSYSTEMS ANHAND VON TESTCASES 75

13. ZUSAMMENFASSUNG 77

14. REFERENZEN..... 80

1. PROJEKTZIELE

Naturgefahren und ihre Auswirkungen spielen eine immer wichtigere Rolle in einer Gesellschaft mit steigendem Wohlstand und verwundbarer, kritischer Infrastruktur. Mit dem Ziel, die Resilienz der Gesellschaft und Wirtschaft zu erhöhen, ergibt sich die Notwendigkeit, etwaige Gefahren zu identifizieren und ein entsprechendes Risikomanagement zu etablieren. Grundlage für eine robuste Gefahrenabschätzung sind immer Beobachtungen und Daten zu Ereignissen und deren Auswirkungen. Trotz zahlreicher bestehender Datenarchive sind in Österreich ganzheitliche Auswertungen nur beschränkt durchführbar. Unterschiedliche Erhebungsstandards sowie Erhebungsziele verhindern oftmals eine einfache Vergleichbarkeit und deren Zusammenführung. Darüber hinaus bestehen auch auf europäischer und internationaler Ebene legislative Vorgaben und Abkommen, die eine systematische Erfassung und Beurteilung forcieren.

Mit dem Projekt CESARE (CollEction, Standardization and Attribution of Robust disaster Event information) wurde nun ein wesentlicher Schritt in Richtung einer Verbesserung dieser Lage geleistet werden. Ziel dieses Projektvorhabens im Rahmen des österreichischen Förderprogramms für Sicherheitsforschung (KIRAS) war es, einen Demonstrator für eine nationale Ereignis- und Schadensdatenbank zu entwickeln, der auf vorhandenen, vor allem hoheitlichen Datenarchiven zur Erfassung von Schadensdaten aufbaut. Der Prototyp sollte einen zentralen Zugang zu harmonisierten Daten und Informationen anbieten. Dazu wurden je nach Informationsbedarf Daten aus den verschiedenen Datenquellen und –kategorien nach logischen Entscheidungsregeln teilautomatisiert extrahiert und nachvollziehbar miteinander verknüpft. Darüber hinaus wurden Visualisierungs- und Analysetools für Schadens- und Verlustindikatoren auf der Gemeindeebene zur Verfügung gestellt.

Für den Funktionalitätsnachweis fokussierte CESARE auf Sturm-, Überflutungs- und Massenbewegungsereignisse und korrespondierende (meteorologische) Ereignisse in den Bundesländern Steiermark und Niederösterreich und verschnitt die zur Verfügung stehenden Daten der Landesregierungen (Katastrophenfonds) mit jenen von Blaulichtorganisationen, der Abteilung für Wildbach- und Lawinerverbauung und Schutzwaldpolitik des BMLRT, der Geologischen Bundesanstalt und der ZAMG für die Sendai Framework Periode 2005 bis 2018.

Die Grundkonzeption des Demonstrators zielt auf eine Skalierung der Plattform nach weiteren Datenquellen sowie Gefahrenklassen als auch eine Nutzung und Sichtbarmachung der Daten im (inter)nationalen Kontext für ein bedarfsorientiertes Risikomanagement. Konkret soll CESARE damit die Arbeiten im Rahmen der nationalen Risikoanalyse des Bundesministeriums für Inneres, die Validierung der Katastrophen(fonds)meldungen für Länder und das Bundesministerium für Finanzen, sowie das Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus und die Berichterstattung in Richtung UNDRR Sendai Framework (Aufgabe der ASDR Plattform) unterstützen.

2. PROJEKTKONSORTIUM

Tabelle 1 führt alle Partnereinrichtungen des Projektes an sowie deren Hauptansprechpersonen für das Projekt CESARE an. Diese Hauptansprechpersonen sind zum Teil ArbeitspaketleiterInnen, zum Teil für das finanzielle Projektcontrolling bezüglich CESARE in ihrer Einrichtung verantwortlich.

Partner Nr.	Name	Abkürzung	Hauptansprechpersonen
1	Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik	ZAMG	Matthias Themeßl [Leitung, ASDR, DCNA, JRC]
2	Joanneum Research Forschungs- gesellschaft mbH	JR	Judith Köberl [Ökonomische Schäden, damage.at]
3	Paris Lodron Universität Salzburg	PLUS	Stefan Kienberger [Internationales, UN, GRAF] Dirk Tiede [Sen2Cube]
4	Spatial Services GmbH	SPASE	Steffen Reichel [Technische Umsetzung] Hubert Schöndorfer [Service Market]
5	Geologische Bundesanstalt	GBA	Marc Ostermann [Massenbewegungen]
6	Eidgenössische Technische Hochschule Zürich	ETHZ	David Bresch [Internationales, DRM] Thomas Rösli [Sturm Modelle]
7	Kuratorium für Verkehrssicherheit	KFV	Dagmar Lehner [Rechtsberatung, Datenmanagement]
8	Bundesministerium für Inneres	BMI	Sigfried Jachs
9	Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus – bei Einreichung des Projektes Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus	BMLRT	Andreas Pichler

Tabelle 1: Auflistung der CESARE Partner und ihrer Hauptansprechpartner

Neben den Projektpartnern war noch das Umweltbundesamt (UBA) als Werkvertragsnehmer des Koordinators ZAMG in das Projekt aktiv involviert. Hauptansprechpartner beim UBA sind Markus Leitner und Maria Balas.

3. (INTER-) NATIONALER RAHMEN

Jedes Jahr beschädigen und zerstören natürliche oder vom Menschen verursachte Katastrophen unsere Umwelt, Güter und Infrastrukturen, fordern Todesopfer, haben schwerwiegende Auswirkungen auf unsere Wirtschaft und verringern folglich unsere Lebensqualität. Nach Angaben der Europäischen Umweltagentur (EEA, 2022) sind in den 32 EUA-Mitgliedsstaaten zwischen 1980 und 2020 allein durch Wetter- und Klimaextreme wirtschaftliche Verluste in Höhe von 520 Milliarden Euro entstanden. Während die meisten Verluste und Schäden auf einzelne Wetter- und Klimakatastrophen zurückzuführen sind (vgl. weit verbreitete Flussüberschwemmungen, Winterstürme oder die Hitzewelle im Jahr 2003, die in diesem Zeitraum die meisten Todesopfer forderte), berichten WMO (2021) und Munich Re (2017) auch, dass die Gesamtzahl der wetter- und klimabedingten Katastrophen sowie die damit verbundenen Schäden in den letzten 50 Jahren zugenommen haben. In Bezug auf den Anstieg der Verlust-

und Schadenszahlen ist zu beachten, dass auch sozioökonomische oder demografische Faktoren, eine erhöhte Verwundbarkeit und exponierte Vermögenswerte sowie verbesserte Melde- oder Monitoringprobleme berücksichtigt werden müssen (vgl. z.B. Gall et al., 2009; Blaie et al., 2004; Birkmann et al., 2013). Der Klimawandel ist jedoch einer der Treiber dieser Entwicklung, und ein wärmeres globales Klimasystem wird zu einer Verschärfung extremer Klimabedingungen führen (IPCC, 2022). Es ist daher nicht verwunderlich, dass Katastrophen und ihre Auswirkungen zu den größten Risiken für unsere Gesellschaften und Wirtschaftssysteme zählen (vgl. World Economic Forum (2022)).

Infolgedessen wurden auf lokaler, nationaler, europäischer und internationaler Ebene Entwicklungen, Normen und Vorschriften zur Unterstützung einer resilienten Gesellschaft entwickelt und vereinbart (vgl. De Groot et al., 2014; Poljansek et al., 2019). Unter anderem fordert der EU-Beschluss Nr. 1313/2013/EU über ein Unionsverfahren für den Katastrophenschutz (UCPM) die teilnehmenden Staaten auf, regelmäßig nationale Risikobewertungen zu erstellen, die alle relevanten Themen wie die EU-Hochwasserrichtlinie, den EU-Solidaritätsfonds oder die EU-Strategie zur Anpassung an den Klimawandel berücksichtigen sollten. Österreich verfolgt dabei einen Szenarien basierten Ansatz. Dieser umfasst derzeit 18 Gefahrenpotentiale für Österreich und analysiert diese in einer Risikomatrix nach deren Eintrittswahrscheinlichkeit und den dabei zu erwartenden Auswirkungen. Dabei bauen die Analysen vorwiegend auf wissenschaftlichen Studien, Experteneinschätzungen und Erkenntnissen aus vergangenen Ereignissen auf.

Auf internationaler Ebene hat die UNDRR Sendai Framework for Disaster Risk Reduction (UN, 2015) vier Prioritäten definiert und damit verbundene globale Ziele festgelegt, um Verluste und Schäden durch Katastrophen bis 2030 zu reduzieren (siehe Abbildung 1).

**Sendai Framework for Disaster Risk Reduction
(Third UN World Conference on DRR, 2015)**



Abbildung 1: Schematische Darstellung der Sendai Struktur hinsichtlich Prioritäten und Zielen.

In Österreich werden diese Aktivitäten von der ASDR Plattform, einer interministeriellen Steuerungsgruppe bestehend aus VertreterInnen der Bundesministerien sowie der Bundesländer, von Einsatzorganisationen und privaten und wissenschaftlichen Stakeholdern koordiniert. Eine wesentliche Aktivität im ASDR Aktionsplan ist die Einrichtung einer nationalen Ereignis- und Schadendatenbank.

Unabhängig von Rahmen und Umfang konzentrieren sich die Aktivitäten zum Katastrophenrisikomanagement (DRM) und zur Katastrophenrisikominderung (DRR) auf Maßnahmen zur Identifizierung, Überwachung, Bewertung und Steuerung von Risiken (siehe Abbildung 2).

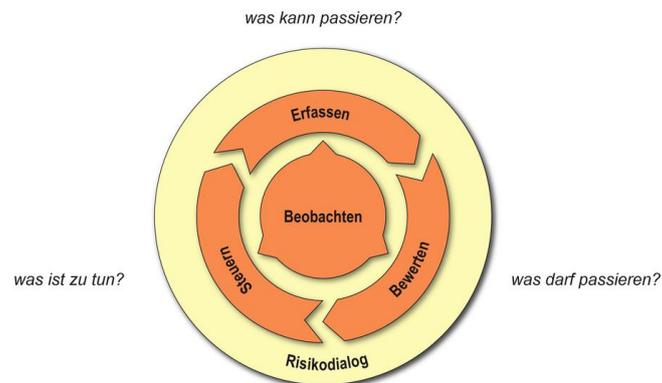


Abbildung 2: Komponenten des Risikokreislaufs (Quelle BAFU).

Für ihren Erfolg sind sie in hohem Maße auf Daten und Beobachtungen angewiesen. Doch selbst in datenreichen Ländern wie Österreich fehlt es an einer zentralen und konsistenten, ereignisbasierten Schadendatenbank, die mehrere Gefährdungen systematisch abdeckt. Dies liegt unter anderem an den unterschiedlichen nationalen und föderalen Vorgaben, der Vielfalt der Intentionen der Datenerhebungen und den verschiedenen Standards (vergleiche De Groeve et al. 2014).

Internationale Systeme wie EM-DAT (CRED, 2021) oder das NatCatService der Münchener Rück (Munich Re, 2016) integrieren und analysieren zwar österreichische Informationen, aber diese Informationen sind oft unzureichend für robuste Multigefahrenbewertungen oder nicht öffentlich verfügbar (Köberl et al., 2018; De Groeve et al. 2013).

4. BEDARFSANALYSE

Neben den grundsätzlichen rechtlichen und administrativen Rahmenbedingungen und Voraussetzungen wurde in CESARE auch eine aufwendige Stakeholder Prozess zur Erhebung der Anforderungen an eine nationale Ereignis- und Schadendatenbank durchgeführt. Diese Erhebung sollte die Gültigkeit der Projektziele gewährleisten und gegebenenfalls die Ziele anpassen. Im Rahmen mehrerer Interviews und Workshops wurden die wesentlichen Anforderungen für den CESARE Demonstrator erhoben. Als Ergebnis wurden folgende Punkte abgeleitet, wobei die Reihung nicht die Wichtigkeit der Aussage widerspiegelt:

- Der CESARE Demonstrator soll sich auf Gefahren/Ereignisse und dokumentierte Auswirkungen fokussieren und derzeit keinen Schwerpunkt auf eine Risikoanalyse legen
- Alle integrierten Daten müssen allen Vorgaben der DSGVO entsprechen und sollen demnach anonymisiert und aggregiert auf der Gemeindeebene vorliegen
- Der Demonstrator soll technisch so aufgebaut werden, dass er modular erweitert werden kann (z.B. nach neuen Datenquellen)

- Die Schadereignisse sollen möglichst räumlich hoch aufgelöst (mindestens jedoch auf der Gemeindeebene) und in Tagesauflösung vorliegen
- Die verwendeten Standards/Terminologien sollen international anerkannt und nutzbar sein
- Die betrachteten Schadenkategorien sollen jenen der nationalen Risikoanalyse, des Gebäude- und Wohnregisters sowie weiterer relevanter nationaler und internationaler Vorgaben wie des JRC, INSPIRE oder der Datenbank DesInventar folgen
- Der CESARE Demonstrator soll Schadenausmaß und Jährlichkeiten/Wahrscheinlichkeiten je Gefahrenkategorie für die Risikomatrix der österreichischen Risikoanalyse bereitstellen können
 - Neben Auswirkungen auf den Menschen, sollten monetären Schäden sowie zerstörte Flächen und Infrastrukturen (wie Gebäude, Verkehrs- und Versorgungsinfrastrukturen) integriert werden
 - Es sollen dafür alle möglichen Daten vorerst genutzt werden, ohne neue Definitionen (zum Beispiel monetäre Untergrenze eines erfassten Schadereignisses) einzuführen
- Schäden sollen sowohl auf administrativen Einheiten darstellbar und auswertbar sein aber auch einem bestimmten Ereignis (auch überregional) zuordenbar sein
- Für die räumlichen Darstellungen sollte ein GIS System implementiert werden
- Der Demonstrator soll eine Liste der schwersten Schadenereignisse anbieten
 - ein Fact Sheet zu den jeweiligen Ereignissen wäre wünschenswert
 - eine Art Dashboard als Überblick pro Jahr oder Zeitspanne wäre wünschenswert
- Der Demonstrator soll einen Zugang zu Erdbeobachtungsdaten ermöglichen, die die Auswirkungen von Ereignissen dokumentieren
- Der CESARE Demonstrator soll bei der Berechnung der Sendai Monitor Indikatoren A, B und C unterstützen und diese, wenn möglich automatisch berechnen
 - Hier sollen die entsprechenden Indikatoren, die auch für die Nutzung der nationalen Risikoanalyse benötigt werden, prioritär umgesetzt
 - Danach sollen auch Indikatoren für weitere Monitoring und Reporting Aktivitäten wie UN Sustainable Development Goals integriert werden /integrierbar sein
- Für die Sendai Monitoring Aktivitäten sollen auch zeitliche Verläufe/Entwicklungen darstellbar sein

Im Wesentlichen konnten mit der Bedarfsträgeranalyse die Projektziele von CESARE bestätigt werden. Darüber hinaus dienen jene Anforderungen der Bedarfsträger, die nicht vollständig berücksichtigt werden konnten, als Grundlage für zukünftige Entwicklungen.

5. GRUNDLAGEN EINER NATIONALEN EREIGNIS- UND SCHADENDATENBANK

Die Europäische Kommission betont die Bedeutung der Sammlung vergleichbarer und belastbarer Schadendaten in den EU-Mitgliedstaaten als wesentlichen Bestandteil eines effizienten Prozesses der Risikobewertung bzw. des Risikomanagements. Daher hat sie Empfehlungen und Leitfäden für die Entwicklung von Datenbanken und den dazu benötigten Aufzeichnung und den Austausch von Schadendaten herausgegeben – siehe u. a. De Groeve et al. (2013), De Groeve et al. (2014), JRC (2015). Diese

sollen dabei helfen, die Qualität von (gemeinsam genutzten) Schadendaten innerhalb der EU zu steigern.

Im Wesentlichen können Schadendatenbanken 3 mögliche Ziele verfolgen:

- **Monitoring/Bilanzierung von Katastrophenschäden** - die Hauptmotivation für die Erfassung von Katastrophenschäden mit dem Ziel Trends zu dokumentieren und Statistiken zu erstellen, die als Grundlage für lokale, nationale und internationale Programme zur Verringerung des Katastrophenrisikos dienen;
- **Katastrophenforensik** - sie identifiziert die Ursachen der Katastrophe durch Messung des relativen Beitrag von Exposition, Anfälligkeit, Bewältigungskapazität, Schadensbegrenzung und Reaktion mit dem Ziel, das Katastrophenmanagement auf der Grundlage der gewonnenen Erkenntnisse zu verbessern; und
- **Risikomodellierung** - mit dem Ziel, die Methoden der Risikobewertung und -vorhersage zu verbessern, wofür Verlustdaten für die Kalibrierung und Validierung von Modellergebnissen benötigt werden, insbesondere zur Ableitung von Schwachstellen.

Abbildung 3 fasst die möglichen Motivationen und Ziele nochmals zusammen und zeigt zudem mögliche Nutzergruppen der Anwendungen auf.

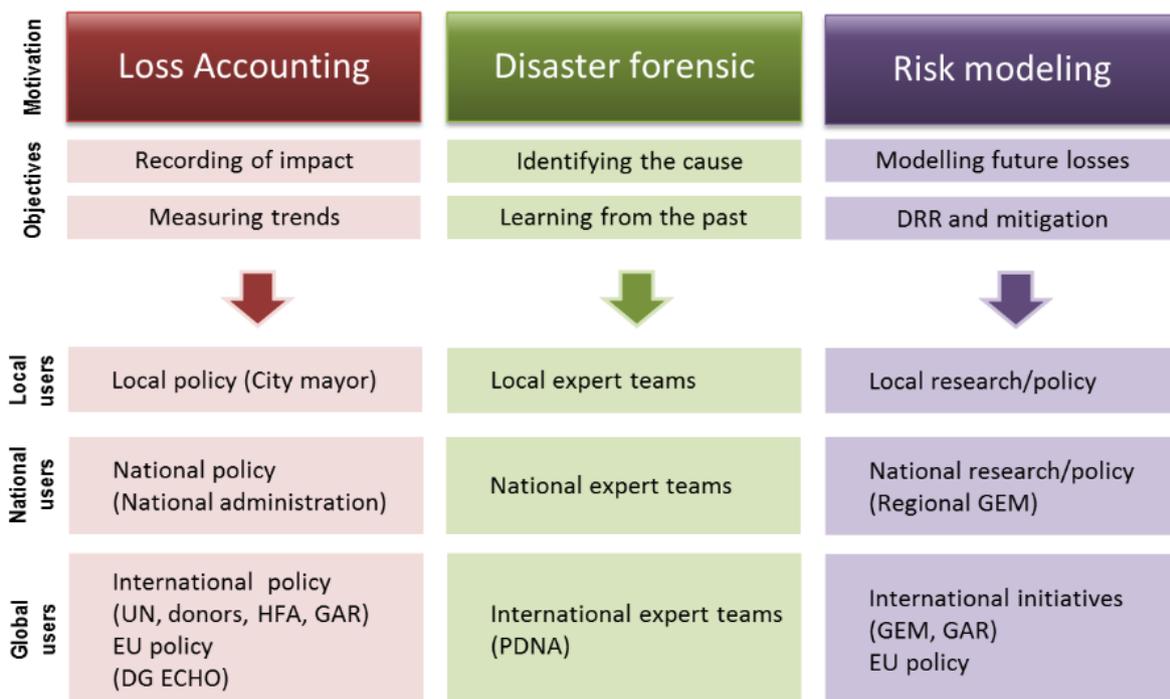


Abbildung 3: Motivationen, Ziele und mögliche Nutzergruppen von Ereignis- und Schadendatenbanken (De Groeve et al., 2013).

Die für die Umsetzung jeweils benötigten Daten und Informationen können sich bei den entsprechenden Ausrichtungen überschneiden, unterscheiden sich allerdings in der praktischen Anwendung bezüglich ihrer benötigten Granularität und Auflösung. Je feiner die Auflösung der erfassten Informationen, desto mehr Aussagekraft kann erwartet werden. Analysen im Global Assessment Report 2013 zeigten, dass allein durch die Nutzung nationaler Datenbanken im Vergleich zu globalen Datenbanken

die geschätzten Schäden um 50% stiegen – was wiederum auch die Unsicherheiten in der Interpretation von Schadendatenbanken widerspiegelt. Eine Auflistung und ein Vergleich der von verschiedenen Daten und möglichen Fehlern in der Erhebung kann auch in Gall et al. (2009) nachgelesen werden. Die angestrebte Auflösung der Daten spielt insofern auch eine Rolle, da mit ihr auch die Erhebungsmethoden einhergehen. Je feiner die gewünschte Auflösung sein soll, desto mehr Ressourcen müssen für vor Ort Aufnahmen einkalkuliert werden. Neue Methoden wie Erdbeobachtungsdaten oder Drohnen können hier mittlerweile auch einen wesentlichen Faktor spielen. Im idealen Fall werden Schäden zum Beispiel auf der Gebäudeebene hoben und für nationale Untersuchungen und das Risikomanagement herangezogen.

Für CESARE sollten die Daten mit höchstmöglicher Auflösung gesammelt werden, die Analysen und Darstellungen wurden aber aus Datenschutzgründen auf der Gemeindeebene entwickelt.

Für die Umsetzung einer Schadendatenbank hat die Europäische Kommission ein konzeptionelles Datenmodell entwickelt (vergleiche JRC, 2015). Den Ausgangspunkt in diesem Modell (siehe Abbildung 4) stellt dabei immer ein Schadenereignis dar, das – beispielsweise mittels Ereignis-ID – eindeutig identifizierbar ist. Mit dem Ereignis können mehrere Versionen und Iterationszyklen an Schadenaufzeichnungen verknüpft sein, die zum Beispiel aufgrund von Aktualisierungen und Korrekturen oder Schätzungen unterschiedlicher Organisationen zustande kommen. Für jede dieser Versionen unter der Ereignis-ID können nach dem Auftreten eines Schadenereignisses drei Sets an Informationen – (a) Identifikation des (Natur-) Gefahrenereignisses, (b) betroffene Elemente, (c) Schaden- und Verlustindikatoren – sowie Metadaten und Informationen zur Qualitätssicherung aufgezeichnet werden.

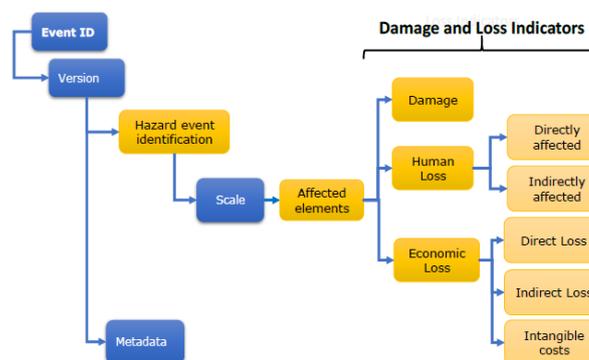


Abbildung 4: Konzeptionelles Schadenmodell nach JRC (2015).

Das Modell ermöglicht die Betrachtung von direkten und indirekten Auswirkungen, wobei im Rahmen von CESARE nur die direkten Auswirkungen betrachtet wurden.

Die Identifizierung von Gefahrenereignissen ermöglicht die Zuordnung der Schäden zu einer Gefahr. Die Zuordnung setzt eine Gefahrenklassifizierung voraus. Von Seiten der Europäischen Kommission wird die INSPIRE-Naturgefahrenkategorie, die in den INSPIRE-Datenspezifikationen für Naturrisiko Naturgefahrenzonen (INSPIRE Thematic Working Group Natural Risk Zones, 2013) als Standard für die Klassifizierung von Naturgefahren empfohlen. Sie ist durch die Gefahrenklassifikation der IRDR DATA-Arbeitsgruppe (IRDR DATA-Arbeitsgruppe, 2014) erweiterbar.

Des Weiteren wird eine Identifikationsnummer für Gefahrenereignisse, ähnlich der Global Disaster Identifier-Nummer (GLIDE)¹ Nummer empfohlen. Damit wird eine eindeutige Verknüpfung von Verlustdatensätzen ermöglicht, die mit demselben Katastrophenereignis zugeordnet sind, sowie eine Interoperabilität zwischen verschiedenen Schadensdatenbanken. Die Identifikationsnummer sollte auch für kaskadierenden (compound) Ereignissen anwendbar sein.

Ein betroffenes Element kann ein Mensch oder ein Sachwert (z. B. ein Gebäude) sein. Die Art des betroffenen Elementes bestimmt die zugehörigen Schadensindikatoren sowie die Erhebungsmethode. Die Menge der betroffenen Elemente ist eine Teilmenge aller exponierten Elemente (gefährdete Elemente), die sich in dem betroffenen Bereich befinden. Das betroffene Gebiet kann entweder anhand der Lage der betroffenen Elemente oder - auf einer größeren Skala - durch die Lokalisierung der Gemeinden oder Verwaltungseinheiten, die die betroffenen Elemente beinhalten. Die Datenspezifikationen für die betroffenen Elemente werden unter dem Feature "Exposed Element" in der INSPIRE-Datenspezifikation für Naturrisikozonen beschrieben.

Schadens- und Verlustindikatoren, die sich aus Schäden sowie menschlichen und wirtschaftlichen Verlusten zusammensetzen, sind der Kern einer Schadendatenbank. Sie beschreiben das Ausmaß der Schäden an einzelnen Vermögenswerten oder an einer Reihe von beschädigten/zerstörten Vermögenswerten, die mehrere Dimensionen umfassen, um die Auswirkungen der Katastrophen zu erfassen. Der Detaillierungsgrad der Schäden hängt von der Verfügbarkeit quantitativer Informationen im dem betroffenen Gebiet ab. Daher ist der Schadensindikator nicht nur ein Wert und/oder eine physikalische Einheit, sondern auch mit Metadaten wie dem Zeitpunkt der Aufzeichnung/Aktualisierung, die Quelle und die Unsicherheit sowie Informationen über die Methodik verknüpft. Die Einheit sollte standardisiert sein: zum Beispiel sollte die Einheit für die betroffene Bevölkerung Personen sein. Daten in anderen Einheiten (Familien, Haushalte) sollten in die Anzahl der Personen umgerechnet werden, mit einer entsprechenden Unsicherheitsabschätzung.

Grundsätzlich sollten die erhobenen Daten auch vier Prinzipien folgen. Die Daten sollten:

- **präzise** – für jeden Indikator bedarf es klarer Terminologien und einander ausschließender Definitionen, die konsistent anzuwenden sind
- **umfassend** – die Schadenindikatoren sollten in Bezug auf den räumlichen und sektoralen Umfang wie auch den Umfang der „Schadenträger“ (Individuen, Unternehmen, Gebietskörperschaften, NGOs, Versicherungen) alle Schäden bzw. Verluste abdecken, um das Gesamtausmaß des Ereignisses objektiv widerzugeben
- **vergleichbar** – Schäden sollten über Datenbanken hinweg vergleichbar bzw. aggregierbar sein, wofür es u. a. der Verwendung von Ereignis-Identifikationsnummern bedarf
- **transparent** – um die Transparenz der Daten zu gewährleisten, sollten ihnen Metadaten und weitere kontextuelle Information, darunter eine Unsicherheitsbewertung und ein Narrativ, beigelegt werden.

Metadaten enthalten Informationen wie das Datum des Eintrages, den Autor, den Validierungsstatus und die Beschreibung der Methoden, die zur Bewertung und Abschätzung der Schäden und der menschlichen und ökonomischen Verluste verwendet wurden. Die Europäische Kommission empfiehlt dabei die Erstellung INSPIRE-konformer Metadaten.

¹ <http://www.glidenummer.net/glide/public/about.jsp>

Als Hilfestellung für Datennutzer befürwortet der Leitfaden der Europäischen Kommission die Einbindung von Informationen über die Glaubwürdigkeit und Verlässlichkeit der Schadenindikatoren, wie beispielsweise Qualitätskennzahlen oder Unsicherheitsgrade. Als Beispiel wird der in De Groeve et al. (2014) vorgeschlagene Ansatz zur Qualitätsbewertung von Schadendaten genannt, der eine Aktualisierung der Unsicherheitsklassifikation nach Skeels et al. (2010) und den Pedigree Parameter der NUSAP-Methode (Boone et al. 2010) verbindet. Dabei werden fünf Arten von Unsicherheit berücksichtigt: Messtechnik, Vollständigkeit, menschliches Versagen, Unstimmigkeit und Plausibilität. Jedem Kriterium wird eine Qualitätskennzahl, also eine Zahl zwischen eins und fünf, zugewiesen. So kann für jeden einzelnen Schadenindikator wie auch die Summe der Schadenindikatoren (Durchschnitt) eine Bewertung der Pedigree Matrix erstellt werden.

Will oder kann man vorhandene Dokumentationssysteme und -archive nicht einfach ersetzen und eine Ereignis- und Schadendatenbank von Null aufbauen (wie im Fall von Österreich), so liegt eine weitere Problemstellung im Prozess der Zusammenführung von Daten, Skalen, und Standards. Da auch CESARE auf schon vorhandenen Datensätzen aufbaut, wurde das JRC Konzept entsprechend angepasst, um Daten aus verschiedenen Quellen systematisch zusammenführen zu können. Abbildung 5 skizziert das angepasst Datenmodell, das in CESARE zur Anwendung kam.

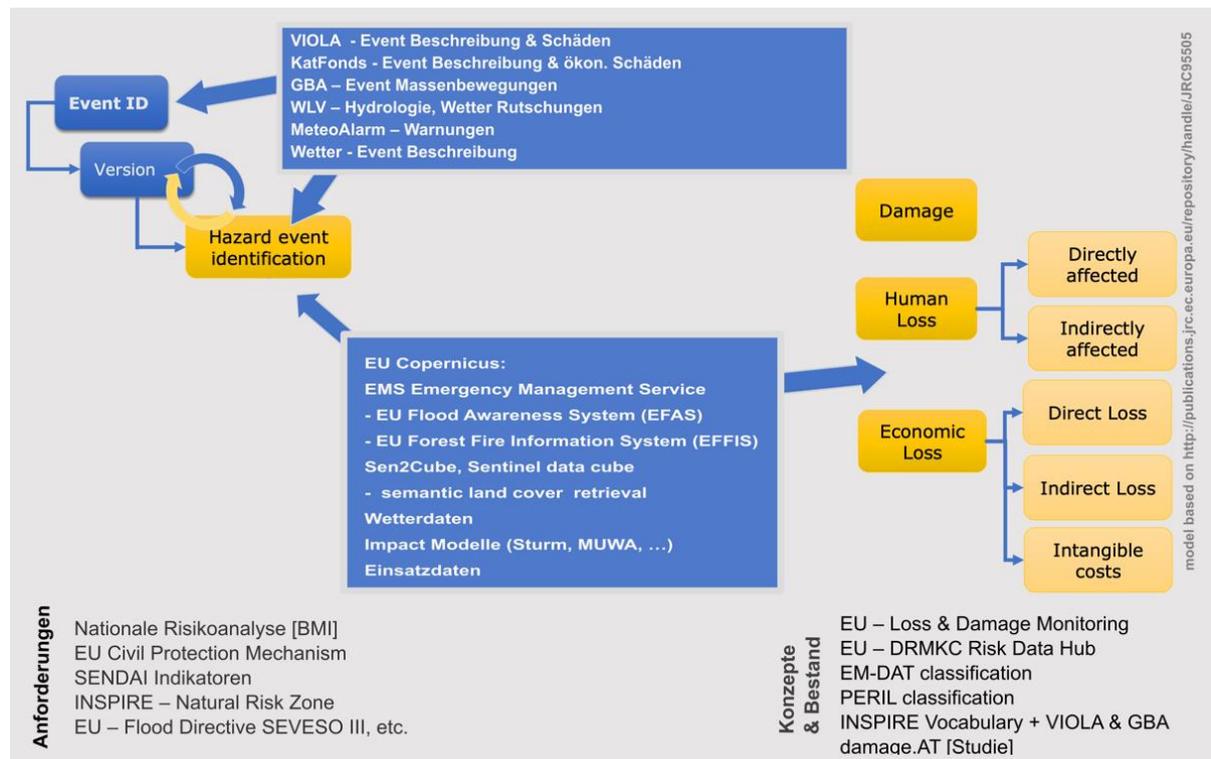


Abbildung 5: Adaptiertes CESARE Datenmodell (basierend auf JRC Datenmodell).

In den folgenden Kapiteln werden aufbauend auf den Ergebnissen und Deliverables die wesentlichen Schritte in der Umsetzung von CESARE beschrieben und die Hauptaussagen zusammengefasst.

6. DIE DATENGRUNDLAGE FÜR CESARE

Im Rahmen der CESARE Umsetzung wurde eine Reihe unterschiedlicher Datensätze zu Ereignis- und Schadendaten erhoben und von den jeweiligen Dateneignern zur Verfügung gestellt. Der Schwerpunkt der Sammlung lag auf Datensätzen, die die Naturgefahren Hochwasser, Wind/Sturm und Massenbewegungen in den Bundesländern Niederösterreich und Steiermark im Zeitraum von 2005 bis 2018 abdecken. Manche der zur Verfügung gestellten Datensätze beinhalten weitere Naturgefahren, die im Rahmen der Analysen und Konzeptentwicklungen in CESARE ebenfalls mitberücksichtigt werden.

6.1 GEORIOS

GEORIOS ist ein GIS-gestütztes Datenmanagementsystem der Geologischen Bundesanstalt (GBA) zur Dokumentation von Massenbewegungen in Österreich (Heim et al., 2005). Darin werden Daten, Informationen und Dokumente gesammelt, digital aufbereitet und archiviert, die in direktem oder indirektem Zusammenhang mit Massenbewegungen stehen. Für CESARE wurde ein Auszug aus der Access Datenbank als MDB-Datei zur Verfügung gestellt.

Die in GEORIOS dokumentierten Ereignisse sind punktgenau verortet und mit einer als (Frei-)Text gespeicherten Zeitangabe versehen. Die Zeitangabe beinhaltet, sofern bekannt, Informationen zum Ereignisdatum bzw. Ereigniszeitraum, z. T. inklusive Uhrzeit. Je nach Informationsstand über den Zeitpunkt des Ereigniseintritts variieren die Zeitangaben in ihrem Detailgrad (taggenau, monatsgenau, jahrgenau). Unsicherheiten in den Zeitangaben werden mit den Codierungen „/“ (für „oder“) und „?“ ausgedrückt.

Die Klassifikation der Massenbewegungsprozesse erfolgt in drei unterschiedlichen Hierarchie-Ebenen. Etwaige verursachte Schäden (Personenschäden, Sachschäden, ...) werden als Freitext dokumentiert, der allerdings keine monetären Schadvolumina enthält. Der Datensatz besteht aus rund 8.500 Einträgen zu rund 6.400 Ereignissen. Box 1 fasst die wichtigsten Eckpunkte der GEORIOS-Daten in Form eines Steckbriefs zusammen.

Box 1: Steckbrief – zur Verfügung gestellte GEORIOS-Daten.

Steckbrief GEORIOS-Daten	
<i>Format:</i>	Microsoft Access Database (.mdb)
<i>Zeitliche Auflösung:</i>	Ereignis (Datum, z. T. Uhrzeit, z. T. Dauer); z. T. mit Unschärfe
<i>Zeitliche Abdeckung:</i>	2005 - 2018
<i>Räumliche Auflösung:</i>	Punktdaten (Koordinaten)
<i>Räumliche Abdeckung:</i>	grundsätzlich AT; für CESARE NÖ und STMK
<i>Naturgefahr/Hazard:</i>	unterschiedliche Arten an Massenbewegungen
<i>Anzahl Ereignisse:</i>	6.392 Ereignisse bzw. 8.545 Einzeleinträge
<i>Ereignisdokumentation:</i>	detailliert
<i>Schadendokumentation:</i>	zum Teil; als Freitext

<i>Personenschäden:</i>	ja, aus Freitext ableitbar
<i>Monetäre Schäden:</i>	nein

6.2 WLK – WILDBACH- UND LAWINENKATASTER

Beim Wildbach- und Lawinenkataster (WLK) des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung (WLV) handelt es sich um ein digitales Geo-Informations-Managementsystem, das der standardisierten, raumbezogenen Verwaltung von Naturgefahreninformation dient (siehe BMNT, 2018). Der WLK besteht aus unterschiedlichen Systemkomponenten, die integrativ miteinander verbunden und aufeinander abgestimmt sind. Dies beinhaltet unter anderem auch eine Microsoft Access-Datenbank, in der alle WLK-Daten eingegeben, verwaltet und abgespeichert sind. Fachlich ist der WLK modulweisen aufgebaut. Im Modul „Ereignisse“ sind alle im Ereigniskataster der WLV erfassten Ereignisse zu den Themen Wasser, Lawine, Rutschung und Steinschlag mitsamt Niederschlagsmeldungen dargestellt. Für CESARE wurde ein Auszug aus dem Ereignis-Modul im Format einer Microsoft Access Datenbank (.mdb) zur Verfügung gestellt, der den Zeitraum 1. 1. 2005 bis 31. 12. 2018 und die Bundesländer Niederösterreich und Steiermark umfasst.

Die Ereignisdokumentation der WLV erfolgt anhand eines vorgegebenen Mindeststandards, dem „5W-Standard“. Dieser umfasst im Wesentlichen die Informationen, welche Naturgefahr (**was**) in welchem Bereich (**wo**) zu welchem Zeitpunkt (**wann**) von welcher Person (**wer**) beobachtet wurde und optional, was die vermutlichen Gründe der Auslösung waren (**warum**).

Das „Was“ beinhaltet detaillierte Informationen zur Ereigniskategorie (Wasser, Lawine Rutschung, Steinschlag), der dominanten Prozessart, den Prozessphänomenen, der Intensität und weiteren, je nach Ereigniskategorie unterschiedlichen Charakteristiken. Das „Wo“ umfasst neben der konkreten Punktverortung auch die Gemeinde, den Bezirk und das Bundesland sowie zum Teil eine verbale Beschreibung der Örtlichkeit, an der das Ereignis stattgefunden hat. Das „Wann“ ist mittels Datum, Uhrzeit, Dauer bzw. bei fehlenden taggenauen Informationen mittels Jahr und/oder Monat definiert. Unter dem „Warum“ werden mögliche Auslöser dokumentiert, darunter auch meteorologische Phänomene und Bedingungen wie etwa Starkniederschlag, Dauerregen, Hagel, Schneeschmelze oder Windverfrachtungen. Die dokumentierten Merkmale unterscheiden sich je nach Ereigniskategorie. Die Zuverlässigkeit der einzelnen Dateneinträge wird mithilfe des „MAXO-Codes“ angegeben, der sich wie folgt definiert:

- M ... Messwert, Feststellung
- A ... Annahme, Schätzung
- X ... unklar, noch zu erheben
- O... nicht bestimmbar

Neben einer detaillierten Dokumentation und Beschreibung der Prozesse finden sich in den Ereignisdaten auch Schaddokumentationen. Zu 583 der insgesamt 2.058 Ereignissen, die zwischen 2005 und 2018 für Niederösterreich und die Steiermark erfasst sind, gibt es Angaben zu geschädigten Elementen

in den vier Überkategorien Personenschäden, Sach-/ Nutzungsschäden, Schäden an Tieren und Naturraumschäden, zum Schadensgrad (z. B. betroffen, beschädigt, unterbrochen, verletzt etc.), zum Schadensausmaß (z. B. Anzahl, Fläche, Länge) und/oder der Schadenssumme bzw. im Falle von Schäden an WLK-Verbauungen zu den Wiederherstellungskosten der Verbauungswirkung. Laut Auskunft im Rahmen des Vorgängerprojekts DAMAGE.at (Köberl et al., 2018) lässt sich allerdings schwer verifizieren, inwieweit Schäden im WLK weitgehend umfassend abgebildet sind. Die Erhebungen finden meist zeitnah zu einem Katastrophenereignis mit unterschiedlicher Detailtiefe statt und geben beim Umfang und der Quantifizierung des Schadausmaßes oftmals Schätzungen wieder, die nicht den letztendlich wirklich entstandenen Kosten entsprechen müssen.

Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. fasst die wichtigsten Eckpunkte der für CESARE zur Verfügung gestellten WLK-Daten in Form eines Steckbriefs zusammen.

Box 2: Steckbrief – zur Verfügung gestellte WLK-Daten.

Steckbrief WLK-Daten	
<i>Format:</i>	Microsoft Access Database (.mdb)
<i>Zeitliche Auflösung:</i>	Ereignis (Datum, Uhrzeit, Dauer); z. T. mit Unschärfe
<i>Zeitliche Abdeckung:</i>	1. 1. 2005 - 31. 12. 2018
<i>Räumliche Auflösung:</i>	Punktdaten (Koordinaten)
<i>Räumliche Abdeckung:</i>	grundsätzlich AT; für CESARE NÖ und STMK
<i>Naturgefahr/Hazard:</i>	Wasser, Rutschung, Steinschlag, Lawine
<i>Anzahl Ereignisse:</i>	1.583 (Wasser), 272 (Rutschung), 37 (Steinschlag), 166 (Lawine)
<i>Ereignisdokumentation:</i>	sehr detailliert
<i>Schadendokumentation:</i>	in unterschiedlicher Detailtiefe
<i>Personenschäden:</i>	ja
<i>Monetäre Schäden:</i>	z. T. Gesamtschadenssumme zur allgemeinen Schadenssituation (inkl. Privateigentum, Industrie, Infrastruktur etc.) und/oder Wiederherstellungskosten für WLK-Verbauungen; jeweils (grobe) Schätzungen

6.3 HWFDB – HOCHWASSERFACHDATENBANK

Die Hochwasserfachdatenbank (HWFDB) der Bundeswasserbauverwaltung (BWV) dient der Abwicklung des Datenaustausches zwischen Bund und Bundesländern und für Berichtspflichten an die Europäische Kommission im Rahmen der EU-Hochwasserrichtlinie 2007/60/EG (siehe Kaufmann et al., 2013). Sie enthält Daten zu Gefahren- und Risikokarten, Hochwasserrisikomanagementplänen und Hochwasserereignissen. Innerhalb der Hochwasserfachdatenbank gibt es das Modul „Ereignisdokumentation“, in dem aufgetretene Hochwasserereignisse gemeldet, erfasst und dokumentiert werden.

Für CESARE wurde ein Auszug aus dem Ereignis-Modul im Format eines GeoPackages (.gpkg) zur Verfügung gestellt. Der erfasste Zeitraum reicht von 2011 bis August 2020, wobei für das Jahr 2011 lediglich ein Ereignis in der Datenbank dokumentiert ist und eine regelmäßige Erfassung mit dem Jahr 2013 beginnt.

Wie im WLK erfolgt die Ereignisdokumentation in der HWFDB anhand des „5W-Standards“: **Was** hat sich **wo** und **wann** ereignet, **warum** (durch welche Auslöser) ist es zum Ereignis gekommen und **wer** hat das Ereignis dokumentiert. Die Zuverlässigkeit der einzelnen Dateneinträge wird wie im WLK mithilfe des „MAXO-Codes“ angegeben. Die Dokumentation selbst ist stufenweise aufgebaut: je nach Ereignisgröße werden unterschiedliche Pflichtfelder aktiv. Der Detailgrad der Dokumentation variiert demnach mit der Ereignisgröße.

Jedes Hochwasserereignis verfügt über eine eigene Ereignis-ID. Hinsichtlich des „Wo“ ist neben der betroffenen Gemeinde auch eine genaue Verortung (Gewässername sowie betroffene(r) Punkt(e) bzw. Streckenabschnitte als LineStrings) anzugeben. Das „Wann“ dokumentiert den Ereignisbeginn und die Ereignisdauer. Das „Was“ umfasst genaue Angaben zum Hochwasserprozess, das Ausmaß des Ereignisses in Form der Jährlichkeit sowie verbale und z. T. auch monetäre Angaben zu den Schäden. In der Einschätzung des Schadenausmaßes sind u. a. folgende Aspekte umfasst: (i) Ungefähre monetäre Schätzung des Gesamtschadens (inkl. Privateigentum, Industrie, Infrastruktur etc.), (ii) ungefähre monetäre Schätzung des durch Schutzeinrichtungen verhinderten Schadens und (iii) geschätzte Schäden an Hochwasser-Schutzbauten der Bundeswasserbauverwaltung. Unter dem „Warum“ werden die meteorologischen Auslöser dokumentiert.

Insgesamt umfassen die zur Verfügung gestellten Daten 212 Hochwasserereignisse, wovon 183 in den vorläufigen Betrachtungszeitraum des CESARE Demonstrators (bis einschließlich 2018) fallen. Box 3 fasst die wichtigsten Eckpunkte der HWFDB-Daten in Form eines Steckbriefs zusammen.

Box 3: Steckbrief – zur Verfügung gestellte HWFDB-Daten.

Steckbrief HWFDB-Daten	
<i>Format:</i>	GeoPackage (.gpkg)
<i>Zeitliche Auflösung:</i>	Ereignis (Datum, Uhrzeit, Dauer); z. T. mit Unschärfe
<i>Zeitliche Abdeckung:</i>	2011/2013 - 08 2020
<i>Räumliche Auflösung:</i>	Punktdaten (Koordinaten) und Linien (LineStrings)
<i>Räumliche Abdeckung:</i>	grundsätzlich AT; für CESARE NÖ und STMK
<i>Naturgefahr/Hazard:</i>	Hochwasser
<i>Anzahl Ereignisse:</i>	212 (insgesamt) bzw. 183 (bis einschließlich 2018)
<i>Ereignisdokumentation:</i>	detailliert
<i>Schadendokumentation:</i>	in unterschiedlicher Detailtiefe
<i>Personenschäden:</i>	nein

Monetäre Schäden: (grobe) Schätzungen zu Gesamtschaden (inkl. Privateigentum, Industrie, Infrastruktur etc.) und zu Schäden an HW-Schutzbauten der BWV

6.4 VIOLA

Mittels der digitalen Unwetter-Plattform VIOLA (Violent Observed Local Assessment) sammelt die ZAMG Daten zu schadenverursachenden Extremwetterereignissen basierend auf Medienberichten (Reisenhofer, 2016). VIOLA setzt sich aus einer Datenbank, einer Eingabeapplikation und einer Webversion zur Darstellung und Veröffentlichung der Unwetterereignisse zusammen. Gesammelt und dokumentiert werden sowohl Informationen zu kurzzeitigen Ereignissen wie Starkregen, Hagel, Blitzeinschläge und unterschiedliche Arten von Wind als auch Ereignisse von längerer Dauer wie Dürre, Dauerregen oder Hitze- und Kälteperioden, die sozioökonomische Schäden verursachen. Ebenfalls erfasst sind Ereignisse, die das indirekte Resultat extremer Wetterereignisse sind, wie beispielsweise Überschwemmungen aufgrund von Dauerregen, Murgänge aufgrund von Starkregen oder Lawinen aufgrund intensiver Schneefälle. Für CESARE wurden ein Auszüge aus der Datenbank als SHP-Dateien und als MDB-Datei zur Verfügung gestellt.

In VIOLA sind die Ereignisse auf Gemeinde-, Bezirks- oder Bundeslandebene verortet. Ein Ereigniseintrag kann also mehrere Gemeinden umfassen. Zeitlich sind der Ereignisbeginn und das Ereignisende in Form von Datum und Uhrzeit festgehalten. Zusätzliche Merkmale mit Unsicherheitsspannen dokumentieren etwaige Unsicherheiten oder Unschärfe in Bezug auf die Zeitangaben. Die Klassifizierung des schadverursachenden Prozesses bzw. der schadverursachenden Gefahr erfolgt auf zwei Hierarchiestufen. Neben Angaben zu meteorologischen Größen finden sich auch Informationen zu Art und Ausmaß von Sach-, Personen- und Tierschäden – teilweise inklusiver monetärer Schadenabschätzungen – sowie Angaben zu beteiligten Einsatzkräften sowohl in tabellarischer als auch textlicher Form (Freitext) in VIOLA. Insgesamt umfasst der für CESARE zur Verfügung gestellte Datensatz 1.232 Ereignisse. Box 4 fasst die wichtigsten Eckpunkte der VIOLA-Daten in Form eines Steckbriefs zusammen.

Box 4: Steckbrief – zur Verfügung gestellte VIOLA-Daten.

Steckbrief VIOLA-Daten

<i>Format:</i>	Microsoft Access Database (.mdb) und SHP-Dateien (.shp)
<i>Zeitliche Auflösung:</i>	Ereignis (Datum, Uhrzeit, Dauer); z. T. mit Unschärfe
<i>Zeitliche Abdeckung:</i>	2005 - 2018
<i>Räumliche Auflösung:</i>	Polygon Bundesland Bezirk Gemeinde
<i>Räumliche Abdeckung:</i>	grundsätzlich AT; für CESARE NÖ und STMK
<i>Naturgefahr/Hazard:</i>	Hochwasser, Massenbewegungen, Wind/Sturm, Niederschlag
<i>Anzahl Ereignisse:</i>	120 (Hochwasser), 105 (Massenbewegungen), 235 (Wind), 772 (Niederschlag)

<i>Ereignisdokumentation:</i>	ja
<i>Schadendokumentation:</i>	ja
<i>Personenschäden:</i>	ja
<i>Monetäre Schäden:</i>	z. T.; eher grobe Schätzungen (Angaben aus Medienberichten)

6.5 EINSATZDATEN LANDESFEUERWEHR NÖ

Vom Niederösterreichischen Landesfeuerwehrverband wurde für CESARE ein Auszug aus ihrer Datenbank zu Feuerwehreinsätzen als JSON-File zur Verfügung gestellt. Es handelt sich größtenteils um Einsätze in Niederösterreich. Der früheste erfasste Einsatz datiert auf den 1. 6. 2007.

Dokumentierte Informationen umfassen u. a. den Einsatzbeginn (Datum und Uhrzeit) und in der Regel auch das Einsatzende (Datum und Uhrzeit), wobei letzteres bei rund 30 % der Einträge fehlt und auf Empfehlung des Datenbereitstellers auf Basis der durchschnittlichen Einsatzdauer je Meldebild nachträglich in CESARE geschätzt wurde. Die Einsätze sind in der Regel punktverortet, jedoch mit unterschiedlicher Genauigkeit, die in einem separaten Merkmal vermerkt ist. Liegt keine Punktverortung vor, sind weitere Ortsinformationen angeführt, die eine Gemeindezuordnung ermöglichen. Weitere Informationen beinhalten die Alarmstufe (Technischer Einsatz mit Alarmstufe 1-3 und Brandeinsatz mit Alarmstufe 1-4), die Anzahl der am Einsatz beteiligten Ressourcen und das Meldebild. Letzteres umfasst die Attribute Abspumparbeiten, Unwettereinsatz, Sturmschaden, Waldbrand, Hochwasser, Erdbeben, Technische Hilfeleistung und Technische Hilfeleistung (mit Notrufeingang). Aus dem Meldebild lassen sich grob die einsatzverursachenden Gefahren bzw. Prozesse ableiten.

Insgesamt enthält der Datensatz 34.494 für den CESARE-Demonstrator relevante Einsatzeinträge. Box 5 fasst die wichtigsten Eckpunkte der Feuerwehreinsatzdaten in Form eines Steckbriefs zusammen.

Box 5: Steckbrief – zur Verfügung gestellte Feuerwehreinsatzdaten

Steckbrief Feuerwehreinsatzdaten

<i>Format:</i>	JSON-Datei (.json)
<i>Zeitliche Auflösung:</i>	Einsatz (Datum, Uhrzeit, Dauer); z. T. mit Unschärfe
<i>Zeitliche Abdeckung:</i>	1. 6. 2007 - 3. 3. 2021
<i>Räumliche Auflösung:</i>	i.d.R. Punktdaten (Koordinaten); mit Angabe der Unschärfe
<i>Räumliche Abdeckung:</i>	Großteils NÖ
<i>Naturgefahr/Hazard:</i>	abgeleitet aus dem Meldebild: Hochwasser, Wind/Sturm, Niederschlag, Waldbrand, Erdbeben
<i>Anzahl Einsätze:</i>	34.494 für den CESARE Demonstrator relevante Einsätze
<i>Ereignisdokumentation:</i>	nein, bis auf Einsatzart/-ursache

Schadendokumentation:	nein
Personenschäden:	nein
Monetäre Schäden:	nein

6.6 LANDESVERWALTUNG NÖ – KATASTROPHENSCHÄDEN AM PRIVATVERMÖGEN

Vom Land Niederösterreich – Abteilung Landwirtschaftsförderung – wurden für CESARE Daten aus der Dokumentation der beihilfenfähigen Katastrophenschäden im Vermögen physischer und juristischer Personen zur Verfügung gestellt (Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, 2005). Es handelt sich dabei um Daten zu außergewöhnlichen Schäden durch Naturkatastrophen im Vermögen physischer und juristischer Personen, die gemäß Katastrophenfondsgesetz 1996 (KatFG 1996) beihilfenfähig sind und im Zuge der Abwicklung von Beihilfenzahlungen auf Bundeslandebene gesammelt werden. Aufgrund des Konnexes zum Katastrophenfonds wird der gegenständliche Datensatz im Folgenden mit „*KatFonds NÖ Privat*“ bezeichnet. Die im Datensatz enthaltenen Informationen umfassen u. a. das Jahr des Schadeintritts, die Schadenursache, das geschädigte Objekt, den Schadensort in Form der Gemeinde, in der der Schadenfall eingetreten ist, die Schadenhöhe und die Höhe der vom Land gewährten Beihilfe.

Grundsätzlich sind die Schadeinträge in der originalen Datenbank mit taggenauen Angaben zum Schadeintritt versehen. Mittels der derzeitigen Applikation sind Auswertungen nach Schadenursache und geschädigtem Objekt jedoch nur unter Angabe des Schadenjahres und nicht des genauen Schadensdatums möglich. Eine Auswertung nach genauem Schadensdatum war unter vertretbarem Aufwand vorerst nicht möglich. Daher liegt der Datensatz in Jahresauflösung vor.

Als Schadenursache werden die im KatFG 1996 gelisteten Naturgefahren berücksichtigt, für die im Falle von außergewöhnlichen Schäden Beihilfen aus dem Katastrophenfonds gewährt werden: Hochwasser, Erdbeben, Vermurung, Lawinen, Erdbeben, Schneedruck, Orkan (= Wind/Sturm), Bergsturz und Hagel. Die angeführte Schadenursache bezieht sich dabei jeweils auf den Prozess, der den Schaden verursacht hat, und nicht auf das dahinterliegende Primärereignis.

Die Art des geschädigten Objekts wird anhand von vordefinierten Kategorien erfasst. Die angeführte Schadenhöhe in Euro entspricht der anerkannten Schadenssumme. Dabei handelt es sich um die von einer Schadenserhebungskommission geschätzten und in weiterer Folge als beihilfenfähig anerkannten Wiederherstellungskosten (Zeitwert), abzüglich etwaiger Versicherungsleistungen. Die zur Schadensbewertung herangezogenen Richtsätze unterscheiden sich je nach Art des geschädigten Objekts. Für bestimmte Objektkategorien (Wegeschäden, Flussbauten, Wasserversorgungsanlagen, Wasserkraftwerke, Teichanlagen und Schäden durch Erdbeben) muss zur endgültigen Festlegung der Schadenssumme und Beihilfenhöhe eine Abrechnung der Schadenbehebung vorgelegt werden. Bei betrieblichen Einrichtungen wird die Schadenhöhe exklusive Umsatzsteuer, ansonsten inklusive Umsatzsteuer angegeben.

Um beihilfenfähig zu sein, hat der Gesamtschaden – abzüglich allfälliger Ansprüche gegen Dritte, wie z. B. Versicherungsleistungen, Schadenersatz – 1.000 Euro zu überschreiten. In Ausnahmefällen werden aber auch Beihilfen bei einem Gesamtschaden von weniger als 1.000 Euro gewährt. Insgesamt sind etwaige Schäden unter 1.000 Euro im Datensatz daher unterrepräsentiert.

Durch die Novellierung des Katastrophenfondsgesetzes und des NÖ Hagelversicherungs-Förderungsgesetzes am 13.06.2016 gibt es in Bezug auf Schäden in der Landwirtschaft einen Strukturbruch in den Daten. Mit der Novelle des Katastrophenfondsgesetzes wurde unter anderem festgelegt, dass „Hagel- und Frostschäden an landwirtschaftlichen Kulturen und Schäden an landwirtschaftlichen Kulturen infolge ungünstiger Witterungsverhältnisse, das sind Dürre, Stürme sowie starke oder anhaltende Regenfälle, [...] nicht anzuerkennen [sind], soweit sie versicherbar gewesen sind“ (§3 Z3 lit.a). Bis dahin galt diese Regelung nur für Hagelschäden. Seit Mitte 2016 hat sich damit der Umfang der erfassten Schäden an landwirtschaftlichen Kulturen deutlich verringert². Sie umfassen nun hauptsächlich Humusabschwemmungen und in Einzelfällen Sturmschäden.

Nicht im Datensatz inkludiert sind u. a.:

- Schäden, wenn erforderliche behördliche Bewilligungen für das beschädigte Objekt nicht vorliegen
- Schäden an landwirtschaftlichen Kulturen, die grundsätzlich versicherbar gewesen wären (seit Mitte 2016 trifft das auf fast alle Schäden an landwirtschaftlichen Kulturen zu)
- Verdienstentgang und Umsatzeinbußen
- Schäden an Fischbeständen in Fließgewässern

Neben der Schadenhöhe enthält der Datensatz auch Informationen zur Höhe der vom Land gewährten Beihilfe. Von dieser gewährten Beihilfe werden dem Land in der Regel 60 % durch den Katastrophenfonds des Bundes refundiert. Auf Basis dieser Informationen lässt sich somit für jeden Schadeintrag ableiten, welcher Teil des Schadens von der geschädigten privaten bzw. juristischen Person, welcher Teil vom Land und welcher Teil vom Bund getragen wurde.

Insgesamt beinhaltet der zur Verfügung gestellte Datensatz 29.692 Schadeinträge. Box 6 fasst die wichtigsten Eckpunkte des Datensatzes in Form eines Steckbriefs zusammen.

Box 6: Steckbrief – zur Verfügung gestellte „KatFonds NÖ Privat“-Daten.

Steckbrief zu Daten „KatFonds NÖ Privat“	
<i>Format:</i>	Excel (.xlsx); ausgespielt aus Datenbank
<i>Zeitliche Auflösung:</i>	Jahr (einzelne Schadenfälle mit Jahr des Schadeintritts)
<i>Zeitliche Abdeckung:</i>	2006 - 2018
<i>Räumliche Auflösung:</i>	Gemeindeebene
<i>Räumliche Abdeckung:</i>	NÖ
<i>Naturgefahr/Hazard:</i>	Hochwasser, Orkan (= Wind/Sturm), Bergsturz, Erdbeben, Vermurung, Hagel, Schneedruck, Lawine, Erdbeben

² Ein kohärentes Gesamtbild der Schäden an landwirtschaftlichen Kulturen ließe sich nur in Verbindung mit Versicherungsdaten zeichnen.

<i>Anzahl Schadeinträge:</i>	29.692
<i>Ereignisdokumentation:</i>	nein, außer Angabe der Schadenursache (siehe Naturgefahr/Hazard)
<i>Schadendokumentation:</i>	ja
<i>Personenschäden:</i>	nein
<i>Monetäre Schäden:</i>	ja (Wiederherstellungskosten von beihilfenfähigen Schäden)

6.7 LANDESVERWALTUNG NÖ – KATASTROPHENSCHÄDEN AM GEMEINDEVERMÖGEN

Vom Land Niederösterreich – Abteilung Gemeinden – wurden für CESARE Daten aus der Dokumentation der beihilfenfähigen Katastrophenschäden im Gemeindevermögen zur Verfügung gestellt (Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, 2013). Es handelt sich dabei um Daten zu außergewöhnlichen Schäden durch Naturkatastrophen im Gemeindevermögen, die gemäß Katastrophenfondsgesetz 1996 (KatFG 1996) beihilfenfähig sind und im Zuge der Abwicklung von Beihilfenzahlungen auf Bundeslandebene gesammelt werden. Aufgrund des Konnexes zum Katastrophenfonds wird der gegenständliche Datensatz im Folgenden mit „*KatFonds NÖ Gemeinden*“ bezeichnet. Die im Datensatz enthaltenen Informationen umfassen u. a. das Beginn- und Enddatum des Schadeintritts, Name und Kennzahl der Gemeinde, in der der Schaden angefallen ist, die Schadenursache, das geschädigte Objekt, die Schadenhöhe, die Höhe der vom Bund gewährten Beihilfe und eine Kurzbeschreibung.

In Bezug auf die Datumsangabe gibt es z. T. Unschärfe bzw. Unsicherheiten, die sich meist in Form von großen Zeitspannen zwischen Beginn- und Enddatum ausdrücken. Teilweise scheint es sich dabei gemäß Kurzbeschreibung tatsächlich um längere Prozesse zu handeln (z. B. „über mehrere Monate Setzung bei 2 Hauseinfahrten“), teilweise scheinen hingegen gemäß Kurzbeschreibung mehrere Schadereignisse zu einem Schadeintrag zusammengefasst zu sein (z. B. „Schäden durch Orkan Paula am 27. 1. 2008 und durch Orkan Emma am 1. 3. 2008“ mit dem angeführten Schadzeitraum 27. 1. 2008-1. 3. 2008). Einträge, deren Zeitspanne und Kurzbeschreibung multiple Schadereignisse nahelegen, werden im Zuge des Harmonisierungsprozesses (Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) getrennt, wobei eine gleichmäßig proportionale Aufteilung der Schäden erfolgt.

Als Schadenursache werden die im KatFG 1996 gelisteten Naturgefahren berücksichtigt, für die im Falle von außergewöhnlichen Schäden Beihilfen aus dem Katastrophenfonds gewährt werden: Hochwasser, Erdbeben, Vermurung, Lawinen, Erdbeben, Schneedruck, Orkan (= Wind/Sturm), Bergsturz und Hagel. Anders als in den Datensätzen „*KatFonds NÖ Privat*“ oder „*KatFonds Stmk Privat*“ bezieht sich die angeführte Schadenursache in der Regel nicht auf den schadenverursachenden Prozess, sondern auf das dahinterliegende Primäreignis, d. h. eine durch ein Hochwasserereignis ausgelöste Vermurung wird tendenziell unter „Hochwasser“ geführt.

Die Art des geschädigten Objekts wird anhand von vordefinierten Kategorien erfasst. In Bezug auf die Schadenhöhe sind zwei Merkmale erfasst: die geschätzten Kosten und die Summe der nachgewiesenen Kosten. Bei den geschätzten Kosten handelt es sich um die von Sachverständigen bzw. einer Schadenkommission geschätzten Wiederherstellungskosten (Zeitwert), die bei betrieblichen Einrichtungen mit marktwirtschaftlichen Tätigkeiten (z. B. Wasser, Kanal, Kindergarten) exklusive und sonst inklusive

Umsatzsteuer zu verstehen sind. Bei der Summe der nachgewiesenen Kosten handelt es sich hingegen um die anhand von Rechnungen nachgewiesenen Wiederherstellungskosten abzüglich etwaiger Versicherungsleistungen. Auszahlungen von Beihilfen erfolgen auf Basis dieser nachgewiesenen Kosten. Handelt es sich beim Geschädigten um einen Betrieb mit marktwirtschaftlicher Tätigkeit (z.B. Wasser, Kanal, Kindergarten), beinhaltet der ausgewiesene Betrag keine Umsatzsteuer, andernfalls schon.

Neben der Schadenhöhe enthält der Datensatz auch Informationen zur Höhe der vom Bund gewährten Beihilfen aus dem Katastrophenfonds. Diese betragen in der Regel 50 % der nachgewiesenen Kosten bzw. 18 % im Falle von Forstschäden. Auf Basis dieser Informationen lässt sich somit für jeden Schadeintrag ableiten, welcher Teil des Schadens von der betroffenen Gemeinde und welcher vom Bund getragen wurde.

Die Kurzbeschreibung in Form eines Freitextes enthält z. T. nähere Angaben zum geschädigten Objekt sowie zur Schadenursache bzw. zum schadenverursachenden Ereignis oder Prozess. Insgesamt beinhaltet der zur Verfügung gestellte Datensatz 5.323 Schadeinträge, davon entfallen 4.761 Einträge auf die den Zeitraum bis einschließlich 2018. Box 7 fasst die wichtigsten Eckpunkte des Datensatzes in Form eines Steckbriefs zusammen.

Box 7: Steckbrief – zur Verfügung gestellte „KatFonds NÖ Gemeinden“-Daten.

Steckbrief zu Daten „KatFonds NÖ Gemeinden“	
<i>Format:</i>	Excel (.xlsx); ausgespielt aus Datenbank auf Access Basis
<i>Zeitliche Auflösung:</i>	Schadeintritt (Datum von/bis); z. T mit Unschärfe
<i>Zeitliche Abdeckung:</i>	1. 1. 2006 - 31. 08. 2020
<i>Räumliche Auflösung:</i>	Gemeindeebene
<i>Räumliche Abdeckung:</i>	NÖ
<i>Naturgefahr/Hazard:</i>	Hochwasser, Orkan (= Wind/Sturm), Bergsturz, Erdbeben, Vermurung, Hagel, Schneedruck, Lawine, Erdbeben
<i>Anzahl Schadeinträge:</i>	5.323 (insgesamt) bzw. 4.761 (bis einschließlich 2018)
<i>Ereignisdokumentation:</i>	kaum, außer Angabe der Schadenursache (siehe Naturgefahr/Hazard) und z. T. weitere Details zum Schadprozess im Rahmen der Kurzbeschreibung
<i>Schadendokumentation:</i>	ja
<i>Personenschäden:</i>	nein
<i>Monetäre Schäden:</i>	ja (Wiederherstellungskosten von beihilfenfähigen Schäden)

6.8 LANDESVERWALTUNG STEIERMARK – KATASTROPHENSCHÄDEN AM PRIVATVERMÖGEN

Vom Land Steiermark – Abteilung Land- und Forstwirtschaft – wurden für CESARE Daten aus der Dokumentation der beihilfenfähigen Katastrophenschäden im Vermögen physischer und juristischer Personen zur Verfügung gestellt (Amt der Steiermärkischen Landesregierung, 2018). Es handelt sich dabei um Daten zu außergewöhnlichen Schäden durch Naturkatastrophen im Vermögen physischer und juristischer Personen, die gemäß Katastrophenfondsgesetz 1996 (KatFG 1996) beihilfenfähig sind und im Zuge der Abwicklung von Beihilfenzahlungen auf Bundeslandebene gesammelt werden. Aufgrund des Konnexes zum Katastrophenfonds wird der gegenständliche Datensatz im Folgenden mit „*KatFonds Stmk Privat*“ bezeichnet. Die im Datensatz enthaltenen Informationen umfassen u. a. den Tag (Datum) des Schadeintritts, die Schadenursache, das geschädigte Objekt, den Schadensort in Form der Gemeinde (Name und Kennzahl), in der der Schadenfall eingetreten ist, die Schadenhöhe, die Höhe der vom Land gewährten Beihilfe und die Anzahl der Anträge bzw. Schadfälle, die je Eintrag zusammengefasst sind.

Als Schadenursache werden die im KatFG 1996 gelisteten Naturgefahren berücksichtigt, für die im Falle von außergewöhnlichen Schäden Beihilfen aus dem Katastrophenfonds gewährt werden: Hochwasser, Erdbeben, Vermurung, Lawinen, Erdbeben, Schneedruck, Orkan (= Wind/Sturm), Bergsturz und Hagel. Wie im Datensatz „*KatFonds NÖ Privat*“ bezieht sich die angeführte Schadenursache dabei jeweils auf den Prozess, der den Schaden verursacht hat, und nicht auf das dahinterliegende Primärereignis.

Die Art des geschädigten Objekts wird anhand von vordefinierten Kategorien erfasst. Die angeführte Schadenhöhe in Euro entspricht der geschätzten und als beihilfenfähig anerkannten Schadensumme. Etwaige Versicherungsleistungen sind davon abgezogen. Die Schadenbewertung erfolgt – je nach Schadensart – durch einen Amtssachverständigen oder einen allgemein beeideten und gerichtlich zertifizierten Sachverständigen. Die Bewertung inkludiert die Art, das Ausmaß, die Höhe und die grundstückbezogene Örtlichkeit des Schadens. Als Schadenshöhe werden jene Kosten herangezogen, die zur Wiederherstellung des Zustandes zum Zeitpunkt vor Katastropheneintritt aufzuwenden sind (Zeitwert). Im Falle von Privatpersonen inkludiert die Schadenhöhe die Umsatzsteuer. Pauschalierte land- und forstwirtschaftlicher Betriebe sowie Gewerbebetriebe im weitesten Sinn (z. B. Vereine, Einzelbetriebe, Fischereibetriebe) gelten hingegen als vorsteuerabzugsberechtigt, weshalb keine Umsatzsteuer in der dokumentierten Schadenhöhe inkludiert ist.

Es sind nur Schäden berücksichtigt, deren Höhe nach Abzug einer allfälligen Versicherungsleistung 1.000 Euro übersteigt. Ebenfalls nicht im Datensatz inkludiert sind u. a.:

- Gewinnentgang und Betriebsausfall (Einkommensverlust)
- Folgeschäden aus einem Katastrophenereignis
- Schäden durch Hagel, Vermurung, Schneedruck und Bergsturz bei landwirtschaftlichen und gewerblichen Betrieben mit Ausnahme einer „De-minimis“-Beihilfe. Die Ausnahme gilt allerdings nicht für Hagelschäden bei landwirtschaftlichen Betrieben.
- Schäden an privaten Kraftfahrzeugen und privaten Wohnwägen, E-Bike etc.
- Schäden an Luxusgegenständen, Hobbygegenständen und -ausrüstungen etc.

- Nässe-, Dürre- und Frostschäden an landwirtschaftlichen Kulturen sowie Abschwemmschäden, die naturbedingt bei jedem stärkeren Regen auftreten können oder durch pflanzenbauliche Maßnahmen verhinderbar sind
- Private Teichanlagen und deren Besatz
- Fische in Fließgewässern
- Schäden an Glashäusern und Folientunnels in landwirtschaftlichen Betrieben
- Fallwild
- Ufereinrisse
- Soforthilfemaßnahmen (sind im Datensatz „KatFonds Stmk Land“ enthalten; siehe unten)

Neben der Schadenhöhe enthält der Datensatz auch Informationen zur Höhe der vom Land gewährten Beihilfe. Von dieser gewährten Beihilfe werden dem Land in der Regel 60 % durch den Katastrophenfonds des Bundes refundiert. Auf Basis dieser Informationen lässt sich somit für jeden Schadeintrag ableiten, welcher Teil des Schadens von der geschädigten privaten bzw. juristischen Person, welcher Teil vom Land und welcher Teil vom Bund getragen wurde.

Insgesamt beinhaltet der zur Verfügung gestellte Datensatz 15.851 Einträge, wobei in einem Eintrag z. T. mehrere Beihilfenanträge bzw. Schadfälle zusammengefasst sind. Die Gesamtzahl der Anträge bzw. Schadfälle beläuft sich auf 57.722. Box 8 fasst die wichtigsten Eckpunkte des Datensatzes in Form eines Steckbriefs zusammen.

Box 8: Steckbrief – zur Verfügung gestellte „KatFonds Stmk Privat“-Daten

Steckbrief zu Daten „KatFonds Stmk Privat“	
<i>Format:</i>	Excel (.xlsx); ausgespielt aus Datenbank
<i>Zeitliche Auflösung:</i>	Schadeintritt (Datum)
<i>Zeitliche Abdeckung:</i>	1. 1. 2005 - 31. 12. 2018
<i>Räumliche Auflösung:</i>	Gemeindeebene
<i>Räumliche Abdeckung:</i>	Stmk
<i>Naturgefahr/Hazard:</i>	Hochwasser, Orkan (= Wind/Sturm), Bergsturz, Erdbeben, Vermurung, Hagel, Schneedruck, Lawine, Erdbeben
<i>Anzahl Schadeinträge:</i>	15.851 Einträge/Zeilen mit z. T. zusammengefassten Anträgen (insgesamt 57.722 Anträge bzw. Schadfälle)
<i>Ereignisdokumentation:</i>	nein, außer Angabe der Schadenursache (siehe Naturgefahr/Hazard)
<i>Schadendokumentation:</i>	ja

<i>Personenschäden:</i>	nein
<i>Monetäre Schäden:</i>	ja (Wiederherstellungskosten von beihilfenfähigen Schäden)

6.9 LANDESVERWALTUNG STEIERMARK – KATASTROPHENSCHÄDEN AM LANDESVERMÖGEN

Vom Land Steiermark – Fachabteilung Katastrophenschutz und Landesverteidigung – wurden für CESARE Daten aus der Dokumentation der beihilfenfähigen Katastrophenschäden im Landesvermögen sowie Daten zu den Priorität 1-Soforthilfemaßnahmen zur Verfügung gestellt. In der steirischen Landesverwaltung gliedern sich Maßnahmen zur Abwicklung katastrophengebundener Schäden in Priorität 1-Soforthilfemaßnahmen und Priorität 2-Folgemaßnahmen. Erstere umfassen Sicherungsmaßnahmen bzw. provisorische Maßnahmen zur Verhinderung einer Gefährdung von Leib und Leben und/oder bedeutenden Sachwerten (u. a. Sicherungsmaßnahmen, Rutschhangsicherungen, Einrichtung eines Führungsstabes, Assistenzinsatz des Bundesheeres, Kosten für Feuerwehreinätze, Schadensvergütungen, Dokumentation). Letztere inkludieren Sanierungen zur Wiederherstellung des Sachzustandes, wie er vor Eintritt der Katastrophe war (Amt der Steiermärkischen Landesregierung, 2013). Kosten zur Wiederherstellung beschädigter Vermögenswerte werden gemäß KatFG 1996 anteilig vom Bund aus Mitteln des Katastrophenfonds refundiert. Aufgrund des Konnexes zum Katastrophenfonds wird der gegenständliche Datensatz im Folgenden mit „*KatFonds Stmk Land*“ bezeichnet. Die im Datensatz enthaltenen Informationen umfassen u. a. den Tag (Datum bzw. Datum von/bis) des Schadeintritts, die Schadenursache, das geschädigte Objekt, den Schadensort in Form der Gemeinde (Name), in der der Schadenfall eingetreten ist, die Schadenhöhe und – im Falle von Priorität 1-Soforthilfemaßnahmen, die der Schadensvorbeugung dienen – die Kosten dieser Maßnahmen.

Als Schadenursache werden die im KatFG 1996 gelisteten Naturgefahren berücksichtigt, für die im Falle von außergewöhnlichen Schäden Beihilfen aus dem Katastrophenfonds gewährt werden: Hochwasser, Erdbeben, Vermurung, Lawinen, Erdbeben, Schneedruck, Orkan (= Wind/Sturm), Bergsturz und Hagel. Wie in den Datensätzen „*KatFonds NÖ Privat*“ und „*KatFonds Stmk Privat*“ bezieht sich die angeführte Schadenursache dabei in der Regel auf den Prozess, der den Schaden verursacht hat, und nicht auf das dahinterliegende Primärereignis. Zum Teil weist ein und derselbe Schadeintrag Mehrfachnennungen mit bis zu drei Schadenursachen auf.

In Bezug auf das geschädigte Objekt ist, je nach Art, zum Teil eine genaue Bezeichnung der beschädigten Anlage verfügbar (z. B. der Name des Baches, der Straße, der Schule etc.). Darüber hinaus ist der Verwaltungsbereich angeführt, in den der Schaden fällt (z. B. Schutzwasserbau, Landesbahnen, Landeskrankenhäuser etc.). Die angeführte Schadenhöhe in Euro entspricht den geschätzten oder durch Rechnungen belegten Wiederherstellungskosten bzw. im Falle von Priorität 1-Soforthilfemaßnahmen, die der Schadensvorbeugung dienen, den mit Rechnungen belegten Kosten dieser Maßnahmen.

Der Datensatz zu den Priorität 2-Folgemaßnahmen weist einen Strukturbruch auf: Wiederherstellungskosten für Schäden im Bereich der Wildbach- und Lawinenverbauung sowie des Schutzwasserbaus sind dort nur bis einschließlich 2013 erfasst.

Insgesamt beinhalten die zur Verfügung gestellten Datensätze 11.595 Einträge, die sich aus Schadfällen sowie Rechnungsbelegen zu Schadfällen zusammensetzen. Box 9 fasst die wichtigsten Eckpunkte des Datensatzes in Form eines Steckbriefs zusammen.

Box 9: Steckbrief – zur Verfügung gestellte „KatFonds Stmk Landesvermögen“-Daten

Steckbrief zu Daten „KatFonds Stmk Landesvermögen“	
<i>Format:</i>	Großteils Scans im pdf-Format; z. T. Excel (.xlsx)
<i>Zeitliche Auflösung:</i>	Schadeintritt (Datum; z. T. von/bis); z. T. mit Unschärfe
<i>Zeitliche Abdeckung:</i>	1. 10. 2005 - 31. 12. 2018
<i>Räumliche Auflösung:</i>	i.d.R. Gemeindeebene (z. T. zusätzliche Informationen für genauere Lokalisation)
<i>Räumliche Abdeckung:</i>	Stmk
<i>Naturgefahr/Hazard:</i>	Hochwasser, Orkan (= Wind/Sturm), Bergsturz, Erdbeben, Vermurung, Hagel, Schneedruck, Lawine, Erdbeben
<i>Anzahl Schadeinträge:</i>	11.595 (Großteils Schadeinträge, z. T. auch Einzelrechnungen)
<i>Ereignisdokumentation:</i>	nein, außer Angabe der Schadenursache (siehe Naturgefahr/Hazard)
<i>Schadendokumentation:</i>	ja
<i>Personenschäden:</i>	nein
<i>Monetäre Schäden:</i>	ja (Wiederherstellungskosten von beihilfenfähigen Schäden & Kosten von Sofortmaßnahmen)

6.10 ZUSAMMENFASSUNG

Tabelle 2 fasst die Eckpunkte der unterschiedlichen Datensätze, die für den CESARE-Demonstrator zur Verfügung gestellt wurden, nochmals zusammen. Die verfügbaren Datensätze decken zwar bei weitem nicht das gesamte Spektrum an Schäden durch die drei betrachteten Naturgefahren (Hochwasser, Sturm, Massenbewegungen) ab – unter anderem sind versicherte Schäden derzeit nicht im CESARE Demonstrator erfasst – jedoch erlauben sie die Erstellung und Anwendung von Konzepten, wie man Daten aus unterschiedlichen Quellen transformieren und zusammenführen kann, sodass eine gemeinsame Auswertung möglich ist.

Die zur Verfügung gestellten Datensätze reichen von mehr oder weniger reinen Ereignisdaten bis hin zu mehr oder weniger reinen Schadendaten. In GEORIOS liegt der Fokus beispielsweise klar auf der Dokumentation von Ereignissen. Schadinformationen liegen in Form von Freitext vor, allerdings ohne Angaben zum monetären Schadausmaß. VIOLA der ZAMG, der Wildbach- und Lawinenkataster (WLK) der WLW und die Hochwasserfachdatenbank (HWFDB) der Bundeswasserbauverwaltung enthalten ebenfalls detaillierte Ereignisbeschreibungen, aber zum Teil auch bereits etwas ausführlichere Angaben zu Schäden und (monetären) Schadvolumina. Der Detailgrad der räumlichen Verortung variiert von Punktverortungen (WLK, GEORIOS, HWFDB) bzw. „LineStrings“ der betroffenen Flussabschnitte (HWFDB) bis hin zur Gemeinde- und Bezirksebene (VIOLA); Zeitangaben zum Ereignis reichen von Ereigniszeitpunkten mit Unsicherheitsangaben nach MAXO-Standard (WLK, HWFDB) bis hin zu Ereigniszeiträumen, in denen die Ereignisse stattgefunden haben (GEORIOS, VIOLA). Im Gegensatz zu den

mehr oder weniger reinen Ereignisdaten bzw. gemischten Ereignis- und Schadendatenbanken stellen die Dokumentation der Länder zu beihilfenfähigen Katastrophenschäden mehr oder weniger reine Schadendaten dar. Diese umfassen Angaben zu monetären Schäden am Privat-, Gemeinde- und Landesvermögen. Die räumliche Verortung ist i. d. R. auf Gemeindebasis, die zeitliche reicht von taggenauen Angaben bis hin zu Jahresangaben.

Insgesamt unterscheiden sich die zur Verfügung stehenden Datensätze im Detailgrad der räumlichen und zeitlichen Auflösung, in der zeitlichen Abdeckung, in den erfassten Gefahrenarten und in ihrem Fokus. Ziel von CESARE ist es, trotz oder gerade wegen dieser Unterschiede, Informationen aus den verschiedenen Datensätzen zusammenzuführen. Ein erster Schritt für diese Zusammenführung besteht in der Entwicklung und Anwendung eines standardisierten, kontrollierten Vokabulars für die Bereiche „Gefahren/Hazards“ sowie „Schadensindikatoren und betroffene Elemente“.

Tabelle 2: Überblick über die Datensätze, die für den CESARE-Demonstrator zur Verfügung stehen.

	WLK	HWFDB	GEORIOS	VIOLA	KatFonds NÖ Privat	KatFonds NÖ Gemeinden	KatFonds Stmk Privat	KatFonds Stmk Land	Landesfeuerwehr NÖ
Kurzbeschreibung	Dokumentation von Ereignissen im Wildbach- und Lawinenbereich	Dokumentation von Hochwasserereignissen	Dokumentation von gravitativen Massenbewegungen	Dokumentation schadenverursachender Extremwetterereignisse (Basis: Medienberichte)	Dokumentation beihilfenfähiger Katastrophenschäden im Vermögen privater u. juristischer Personen	Dokumentation beihilfenfähiger Katastrophenschäden im Gemeindevermögen	Dokumentation beihilfenfähiger Katastrophenschäden im Vermögen physischer u. juristischer Personen	Dokumentation beihilfenfähiger Katastrophenschäden im Landesvermögen sowie von Sofortmaßnahmen	Dokumentation von Einsätzen der Landesfeuerwehr NÖ
Räumliche Auflösung	punktverortet	punkt-/linienverortet	punktverortet	Polygon, Bundesland, Bezirk, Gemeinde	Gemeinde	Gemeinde	Gemeinde	i.d.R. Gemeinde	i.d.R. punktverortet
Zeitliche Auflösung	ereignisbezogen (z.T. mit Unschärfe)	ereignisbezogen (z.T. mit Unschärfe)	ereignisbezogen (z.T. mit Unschärfe)	ereignisbezogen (z.T. mit Unschärfe)	jährlich*	ereignisbezogen (z.T. mit Unschärfe)	ereignisbezogen	ereignisbezogen (z.T. mit Unschärfe)	i.d.R. ereignisbezogen
Zeitl. Abdeckung	ab 2005	ab 2011/2013	ab 2005	ab 2005	ab 2006	ab 2006	ab 2005	ab 2005	ab 2007
Ereignisdokumentation	ja, detailliert	ja, detailliert	ja, detailliert	ja, detailliert	nein, bis auf Schadenursache	nein, bis auf Schadenursache	nein, bis auf Schadenursache	nein, bis auf Schadenursache	nein, bis auf Einsatzart/-ursache
Schadendokumentation	ja, unterschiedl. Detailtiefe	ja, unterschiedl. Detailtiefe	z.T.; freier Text	ja	ja	ja	ja	ja	nein
Monetäre Schäden	z.T.; eher grobe Schätzungen	z.T.; eher grobe Schätzungen	nein	z.T.; eher grobe Schätzungen	ja (WHK)	ja (WHK)**	ja (WHK)**	ja (WHK, Sofortmaßnahmen)**	nein
„CESARE“-Gefahren ***	HW, MB	HW	MB	WI, HW, MB	WI, HW, MB	WI, HW, MB	WI, HW, MB	WI, HW, MB	WI, HW
# Ereignisse / Schadeinträge (2005-2018)	~ 1.900 Ereignisse (HW, MB)	~180 Ereignisse	~ 6.400 Ereignisse	~ 1.200 Ereignisse	~29.700 Schadeinträge	~4.800 Schadeinträge	~ 57.700 Schadeinträge	~11.600 Schadeinträge	~ 35.000 Einsätze

*) grundsätzlich ereignisbezogen erhoben, aber Auswertungen derzeit nur auf Jahresebene möglich; **) WHK = Wiederherstellungskosten; ***) HW = Hochwasser, MB = Massenbewegung, WI = Wind/Sturm

6.11 DATENMANAGEMENT UND DATENSCHUTZ

Auf Grund der Sensibilität der verarbeiteten Daten wurde im Rahmen von CESARE ein entsprechendes Datenmanagementkonzept inklusive Prozesse zur Datenschutzprüfung entwickelt und durchgeführt.

Daten, Datensicherheit und Datenschutz war den Projektpartnern ein wichtiges Anliegen. Alle Beteiligten, insbesondere die ZAMG als Datenhalter (Verantwortlicher iSd DSGVO) verfügen aufgrund langjähriger Tätigkeit in Bereichen, die es immer wieder erforderten, auch personenbezogene Daten zu verwerten, über eine große Erfahrung im Umgang mit Daten (insbesondere Übertragung, Speicherung, Sicherung). Zahlreiche Projekte in der Vergangenheit (sowohl auf nationaler als auch auf EU-Ebene), bei denen Daten verwendet wurden, sind von den Projektpartnern stets ohne jeglichen Störfall abgewickelt worden.

ZAMG als Datenverantwortlicher

Die Aufgaben der ZAMG sind in § 22 Forschungsorganisationsgesetz (FOG) festgelegt und bilden die Basis für das Verarbeiten von Daten im gegenständlichen Projekt. Dazu zählen die „Sammlung, Bearbeitung und Evidenzhaltung der Ergebnisse meteorologischer und geophysikalischer Untersuchungen und Beobachtungen für das gesamte Bundesgebiet ...“ (§ 22 Abs 2 Z 8) sowie die „Bereithaltung meteorologischer und geophysikalischer Daten und Informationen für das staatliche Krisenmanagement und vergleichbare internationale Überwachungseinrichtungen hinsichtlich der Beherrschung von der Natur oder von Menschen ausgelöster Katastrophen, insbesondere auch aller notwendigen katastrophenbezogenen Daten für Präventionsmaßnahmen gemäß § 21 Abs. 2.“ (§ 22 Abs 2 Z 9).

Datenschutz im Projekt CESARE

In Zusammenarbeit zwischen dem KfV (rechtliche Betreuung Datenschutz) und der ZAMG (Projektleitung sowie Datenschutzbeauftragte) wurden alle verwendeten (Test-)Datensätze hinsichtlich der datenschutzrechtlichen Bestimmungen (DSGVO, DSG) analysiert. Alle entsprechenden Informationen zu den Datenquellen und deren Verarbeitung wurden in einem CESARE Datenmanagementplan zusammengefasst. Zusätzlich wurde eine Datennutzungsvereinbarung über die Übermittlung und Nutzung von Daten bspw. aus Einsatzmeldungen der Feuerwehren bzw. anderer Einsatzorganisationen, sowie für Fachabteilungen der Bundesländer erarbeitet. Diese stellt die Grundlage für den Austausch mit jedem Datenübermittler dar.

Im Projekt wurden überwiegend Datensätze ohne jeglichen Personenbezug verwendet, welche nicht den Regelungen der Datenschutzgesetze unterliegen. Daten mit Personenbezug werden auf Grundlage insbesondere der § 7 DSG (Art 89 DSGVO) und Art 6 Abs 1 lit e DSGVO sowie ergänzend §§ 2d Abs 2 lit c und 2f FOG verarbeitet. Bei der Verarbeitung von Daten wird besonderer Wert auf den Grundsatz der Datenminimierung gemäß Art 5 DSGVO gelegt. Die übermittelten bzw. im Projekt vorhandenen personenbezogenen Daten werden nicht an Dritte weitergegeben oder veröffentlicht. Personenbezogene Daten werden anonymisiert und ausschließlich anonym verwendet. Darauf basierend erfolgt die Darstellung aller Daten im Demonstrator in anonymisierter Form.

Hinsichtlich Datensicherheit gelten die technischen und organisatorischen Sicherungsmaßnahmen (TOMs) der ZAMG als Datenverantwortlicher und -verarbeiter, welche alle Kriterien nach Art 32 DSGVO erfüllen.

7. KONTROLLIERTES VOKABULAR

Für die Zusammenführung verschiedener Datenquellen mit unterschiedlichen Standards wurde in CESARE ein kontrolliertes Vokabular entwickelt. Hierfür wurden in mehreren Workshops die Standards der integrierten Datenquellen (siehe Tabelle 2) erhoben und diskutiert und mit internationalen Standards wie in Kapitel 5 vorgeschlagen verglichen. Als Resultat des Standardisierungsprozesses entstanden Definitionen und Übersetzungsschemata (ein kontrolliertes Vokabular) für die Gefahrenkategorisierung sowie für die Schadenindikatoren und betroffene Elemente. Somit konnten alle in Tabelle 2 aufgelisteten Daten in ein konsistentes Schema überführt werden. Abbildung 6 zeigt schematisch diesen Prozess.

Abbildung 6: Schematische Darstellung der Zusammenführung verschiedener Grundlagen und Klassifikationsschemata in ein Zielschema.

Es wurde darauf geachtet, dass Features und Informationen aus den Ursprungsdaten bestmöglich aufgenommen werden können. Die entstandenen Codelisten, ‚Specific Hazard Type‘ und ‚Specific Exposed Element‘ wurden als österreichische Erweiterung zum europäischen INSPIRE Vokabular veröffentlicht wurden.

Abbildungen 7 und 8 zeigen auszugsweise solche Codelisten einmal für die Gefahrenkategorisierung und einmal für die ausgewählte Schadenelemente. Für beide Codelisten wurden 3 Ebenen definiert. Die Codelisten sind in Deliverable 4.1 im Detail beschrieben.



Hazard (Ebene 1)	Hazard (Ebene 2)	Hazard (Ebene 3)	Beschreibung
Meteorologisch			Eine Gefahr, die durch kurzlebige, mikro- bis mesoskalige extreme Wetter- und Witterungsbedingungen verursacht wird, die von Minuten bis zu Tagen dauern. (Beschreibung basierend auf IRDR/EM-DAT).
Meteorologisch	Niederschlag		Alle flüssigen oder festen wässrigen Partikel, die in der Atmosphäre entstehen und auf die Erdoberfläche fallen. (Beschreibung basierend auf AMS).
Meteorologisch	Niederschlag	Starkregen	Von Starkregen spricht man bei großen Niederschlagsmengen je Zeiteinheit. Er fällt meist aus konvektiver Bewölkung (z.B. Cumulonimbuswolken). Starkregen kann überall auftreten und zu schnell ansteigenden Wasserständen und (bzw. oder) zu Überschwemmungen führen. Häufig geht Starkregen auch mit Bodenerosion einher. (Beschreibung basierend auf DWD).
Meteorologisch	Niederschlag	Dauerregen	Als Dauerregen bezeichnet man ein lang andauerndes Niederschlagsereignis mit großen Regenmengen. Er kann an großen und kleinen Gewässern und Flüssen zu Hochwasser und Überflutungen führen. Bei langanhaltendem Dauerregen steigt die Gefahr von Bodenerosion und Massenbewegungen können ausgelöst werden. (Beschreibung basierend auf DWD und VIOLA Wiki).
Meteorologisch	Niederschlag	Gewitter	Im Allgemeinen ein lokales Unwetter, das stets von einer Cumulonimbuswolke ausgeht und immer von Blitz und Donner begleitet wird, meist mit starken Windböen, starkem Regen und manchmal auch Hagel. (Beschreibung basierend auf AMS).
Meteorologisch	Niederschlag	Hagel	Fester Niederschlag in Form von unregelmäßigen Pellets oder Eiskugeln mit einem Durchmesser von mehr als 5 mm. (Beschreibung basierend auf IRDR).
Meteorologisch	Niederschlag	Schneefall	Als Schneefall bezeichnet man festen fallenden, den Boden erreichenden Niederschlag in Form von einzelnen oder zusammenhängenden bzw. verzweigten Eiskristallen (Schneesterne). Schneefälle und Schneeverwehungen können zu Beeinträchtigungen im Straßen-, Schienen- und Flugverkehr führen, nasser Schnee zu Schneebruch an Bäumen und extreme Schneehöhen auf Dächern zu Beschädigungen und Einsturz von Gebäuden. (Beschreibung basierend auf DWD und VIOLA Wiki).

Abbildung 7: Auszug aus dem standardisierten und kontrollierten Vokabular für Gefahrenklassifizierungen.

Indikator (Ebene 0)	Indikator (Ebene 1)	Indikator (Ebene 2)	Maßeinheit	Definition/Beschreibung
Indikator: Direkte wirtschaftliche Verluste – betroffene Objekte				
Sachschaden			Euro	Wiederherstellungskosten für direkt durch das Ereignis beschädigte oder zerstörte Gegenstände beziehungsweise Objekte.
Sachschaden	Gebäude und bauliche Anlagen		Euro	Wiederherstellungskosten für beschädigte oder zerstörte bauliche Anlagen, die zur privaten, öffentlichen als auch wirtschaftlichen Nutzung vorgesehen sind (inkl. Inventar und Gerätschaften sowie Außenanlagen; exkl. Schutzbauten). (Definition basierend auf DAMAGE.at).
Sachschaden	Gebäude und bauliche Anlagen	Wohngebäude	Euro	Wiederherstellungskosten für beschädigte oder zerstörte bauliche Anlagen, die vornehmlich dem Wohnen dienen, mitsamt Inventar/Gerätschaften und Außenanlagen. (Definition basierend auf DAMAGE.at).
Sachschaden	Gebäude und bauliche Anlagen	Land- und Forstwirtschaft	Euro	Wiederherstellungskosten für beschädigte oder zerstörte bauliche Anlagen, die für die Erzeugung land- oder forstwirtschaftlicher Produkte, primär als auch sekundär genutzt werden, mitsamt Inventar/Gerätschaften und Außenanlagen (inkl. Almhütten, Jagdhütten, Stallgebäude, etc.). (Definition basierend auf DAMAGE.at).
Sachschaden	Gebäude und bauliche Anlagen	Gesundheitswesen	Euro	Wiederherstellungskosten für beschädigte oder zerstörte bauliche Anlagen, die vornehmlich dem Gesundheitswesen dienen, mitsamt Inventar/Gerätschaften und Außenanlagen (Gesundheitszentren, Krankenhäuser, Pflegeheime, etc.).
Sachschaden	Gebäude und bauliche Anlagen	Bildungswesen	Euro	Wiederherstellungskosten für beschädigte oder zerstörte bauliche Anlagen, die vornehmlich Bildungszwecken dienen, mitsamt Inventar/Gerätschaften und Außenanlagen (Krippen, Kindergärten, Schulen, Universitäten, Fortbildungseinrichtungen, etc.).
Sachschaden	Gebäude und bauliche Anlagen	Kultur- und Freizeitzwecke	Euro	Wiederherstellungskosten für beschädigte oder zerstörte bauliche Anlagen, die vornehmlich Kultur- und Freizeitzwecken dienen sowie Sakralbauten, mitsamt Inventar/Gerätschaften und Außenanlagen.
Sachschaden	Gebäude und bauliche Anlagen	Regierungs-/Verwaltungsgebäude	Euro	Wiederherstellungskosten für beschädigte oder zerstörte bauliche Anlagen, in denen eine Regierung oder staatliche Verwaltung untergebracht ist, mitsamt Inventar/Gerätschaften und Außenanlagen.
Sachschaden	Gebäude und bauliche Anlagen	Gewerbe/Industrie/Hotellerie	Euro	Wiederherstellungskosten für beschädigte oder zerstörte bauliche Anlagen, die vornehmlich für Tätigkeiten des Gewerbes, der Industrie und der Hotellerie genutzt werden, mitsamt Inventar/Gerätschaften und Außenanlagen.
Sachschaden	Gebäude und bauliche Anlagen	Energieerzeugungsanlagen	Euro	Wiederherstellungskosten für beschädigte oder zerstörte bauliche Anlagen, die vornehmlich der Energieproduktion dienen (exkl. Leitungen zur Energieverteilung).

Abbildung 8: Auszug aus dem standardisierten und kontrollierten Vokabular für Schadenindikatoren und betroffene Elemente.

8. GRUNDLAGEN UND SPEZIFIKATION DER DATENFUSION

RETROSPEKTIVER DATENHARMONISIERUNGSPROZESS

Es ist weder realistisch noch uneingeschränkt sinnvoll, dass Institutionen, die derzeit Ereignis- und Schadendaten zu Naturgefahren sammeln, ihre originären Datenmodelle aufgeben und ihre interne Datenhaltung an die CESARE Datenmodelle anpassen. Allerdings erschwert die Heterogenität zwischen den unterschiedlichen vorhandenen Datensätzen die Wiederverwendung der erhobenen Daten durch andere Organisationen sowie die Zusammenführung und gemeinsame Nutzung mit anderen Daten, aus der ein Mehrwert an Information entstehen kann. Im Rahmen von CESARE wurden daher Konzepte, Zielschemata, Standards und Regeln entwickelt, um die Heterogenität der aus unterschiedlichen Quellen stammenden Ereignis- und Schadendaten durch Harmonisierung ex-post soweit möglich zu reduzieren und ihre Vergleichbarkeit zu erhöhen.

Der retrospektive Datenharmonisierungsprozess in CESARE erfolgt in fünf Schritten (siehe auch Abbildung 9):

- 1.) **Definition der gewünschten Zielschemata und -formate** für jene Merkmale bzw. Variablen, die im Zuge von CESARE harmonisiert werden sollen: Datums-/Zeitangaben, Verortung, Art der Naturgefahr (Hazard), Schadenkategorie bzw. Art des geschädigten Elements, Schadausmaß, Objektbesitzer:in, Schadenträger:in, Datenquelle, Ereignis-ID, Komposit-ID. Die Definition der Zielschemata und -formate erfolgt in CESARE nach Möglichkeit auf Basis (i) internationaler Standards und Empfehlungen, (ii) nationaler Standards und Praktiken (abgeleitet aus den verfügbaren Datensätzen) sowie (iii) unter Berücksichtigung der Bedarfsträgeranforderungen.
- 2.) **Analyse des jeweils betrachteten Originaldatensatzes** in Bezug auf relevante Informationen, Harmonisierungserfordernisse und Harmonisierungspotential. Je Zielvariable wird das Quellschema der Originaldaten mit dem Zielschema der Zielvariable abgeglichen und das Harmonisierungspotential mithilfe einer fünfstufigen Skala bewertet. Nicht immer ist das Potential zur Harmonisierung gegeben. Ist das Harmonisierungspotential niedrig oder nicht gegeben, gilt es, zwischen der Reduktion des Harmonisierungsgrades bei Aufnahme des Datensatzes und dem Fehlen wichtiger Informationen bei Weglassen des Datensatzes abzuwägen.
- 3.) **Erstellung möglichst allgemeiner und (teil-)automatisierter Regeln und Prozesse**, um die Quellschemata in die harmonisierten Zielschemata zu überführen. Diese Regeln und Prozesse können sich je nach Originaldatensatz und je nach Zielvariable deutlich unterscheiden und beispielsweise die Konvertierung der Maßeinheit, die Verwendung von Validierungsdaten oder das Hinunterbrechen auf den kleinsten gemeinsamen Nenner beinhalten. Letzteres kann auch die Verwendung von Annahmen erfordern oder einen Verlust an Detailliertheit mit sich bringen.

4.) **Anwendung der in Schritt 3 erstellten Regeln und Prozesse** sowie des zur Ereigniszusammenführung bzw. Ereignis- und Komposit-ID-Vergabe entwickelten Algorithmus auf den jeweils betrachteten Original-Datensatz. Bei der Ereigniszusammenführung bzw. Ereignis- und Komposit-ID-Vergabe werden neben einer vorab definierten Liste an Großereignissen auch etwaige bereits in den CESARE Demonstrator eingespielte Ereignisse berücksichtigt und falls notwendig redefiniert.

5.) **Einspielung des harmonisierten Datensatzes** in den CESARE Demonstrator.

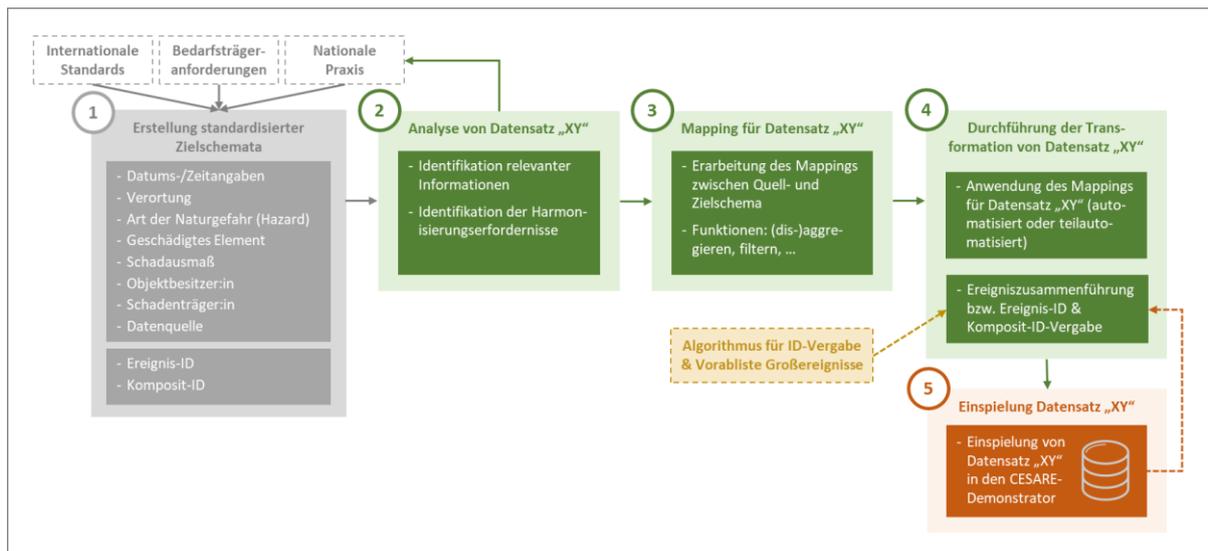


Abbildung 9: Ablaufschema der Datenharmonisierung und –standardisierung.

Um im Zielschema Unsicherheiten bzw. den Grad der Zuverlässigkeit einzelner Angaben darzustellen, wird auf den MAXO-Code zurückgegriffen (M= Messwert/Feststellung, A = Annahme/Schätzung, X = unklar/noch zu erheben, O = nicht bestimmbar), der beispielsweise im WLK-Datensatz und im HFWDB-Datensatz zur Anwendung kommt.

8.1 CESARE ZIELSCHEMATA

Im Folgenden sind die Zielschemata und -formate für die Variablen bzw. Merkmale beschrieben, die im Zuge von CESARE harmonisiert werden. Detailinformationen zu den entwickelten Regeln und Prozessen, um die Quellschemata der zur Verfügung stehenden Datensätze in die CESARE-Zielschemata zu transformieren, sind den CESARE-Deliverables D4.1 und D4.2 zu entnehmen.

Datums-/Zeitangaben

Datums- und Zeitangaben zu Ereignissen und Schäden unterscheiden sich zwischen und zum Teil auch innerhalb der zur Verfügung stehenden Originaldaten u. a. in Bezug auf das Format, den Detailgrad, den Grad der Zuverlässigkeit und der Kennzeichnung des Grades der Zuverlässigkeit. In CESARE zielen wir in Bezug auf den Detailgrad auf die Tagesebene ab. Etwaige im Original vorhandene Informationen zur Uhrzeit eines Ereignisses oder Schadeintritts werden daher vorläufig nicht ein einheitliches Zielschema überführt. Was Datumsangaben betrifft, wird das Zielschema derart gewählt, dass es möglichst flexibel auf die unterschiedlichsten Formate und Detailgrade in den Originaldaten eingehen und etwaige Informationen zum Grad der Zuverlässigkeit der Datumsangabe erfassen kann. Das CESARE

Zielschema für das Beginn- und Enddatum von Ereignissen und Schäden sieht daher die Trennung der einzelnen Datumskomponenten (Jahr, Monat, Tag) in jeweils separate Merkmale vor. Der Grad der Zuverlässigkeit der einzelnen Datumskomponenten wird anhand des MAXO-Codes ausgedrückt. Neben Beginn- und Enddatum stellt auch die Dauer, gemessen in Tagen, eine CESARE-Zielvariable dar. Sie kann (i) genau der Differenz zwischen Beginn- und Enddatum entsprechen, (ii) kleiner als die Differenz zwischen Beginn- und Enddatum sein, falls es Unsicherheiten zum genauen Beginn oder Ende gibt und nur bekannt ist, dass ein Ereignis und/oder Schaden bestimmter Dauer irgendwann zwischen dem angeführten Beginn- und Enddatum aufgetreten ist oder (ii) leer sein, wenn ein Ereignis oder Schadeintritt unbekannter Dauer zwischen Beginn- und Enddatum stattgefunden hat. Folgende Merkmale werden somit im CESARE Zielschema in Bezug auf den Ereignis- bzw. Schadenzeitraum erfasst:

- Beginn_Jahr (integer)
- Beginn_Jahr_MAXO (enumeration: {M, A, X, O})
- Beginn_Monat (integer: {1-12})
- Beginn_Monat_MAXO (enumeration: {M, A, X, O})
- Beginn_Tag (integer: {1-31})
- Beginn_Tag_MAXO (enumeration: {M, A, X, O})
- Ende_Jahr (integer)
- Ende_Jahr_MAXO (enumeration: {M, A, X, O})
- Ende_Monat (integer: {1-12})
- Ende_Monat_MAXO (enumeration: {M, A, X, O})
- Ende_Tag (integer: {1-31})
- Ende_Tag_MAXO (enumeration: {M, A, X, O})
- Dauer (integer)
- Dauer_MAXO (enumeration: {M, A, X, O})

Verortung

Der Detailgrad der räumlichen Verortung in den zur Verfügung stehenden Originaldaten variiert von Punkt- bzw. Linienverortungen (WLK, GEORIOS, HWFDB, Einsatzdaten Landesfeuerwehr) bis hin zu Polygonen auf Gemeinde-, Bezirks-, Regions- und Bundeslandebene (VIOLA, KatFonds-Datensätze). Im Sinne eines „kleinsten gemeinsamen Nenners“ wird in CESARE vorerst die Gemeindeebene als gemeinsame Zielvariable definiert. Bezirke und Bundesländer bestehen aus einzelnen Gemeinden und können daher ebenfalls als eine Menge an mehreren Gemeinden dargestellt werden. Im Zuge der Harmonisierung werden somit alle originalen Verortungen auf die Gemeindeebene zum Stand 2020 überführt. Detailliertere Originalverortungen werden aber weiterhin mitgeführt und auch im CESARE Demonstrator zum Teil dargestellt. Die harmonisierten Merkmale in Bezug auf die Verortung umfassen somit:

- Gemeindename (enumeration)
- Gemeindenummer (enumeration)

Die harmonisierte Verortung auf Gemeindeebene (Stand 2020) wird als separate Tabelle geführt, die über einen eindeutigen Identifier mit den Ereignis-, Phänomen- oder Schadeinträgen verbunden ist. Auf diese Weise können beispielsweise Schadeinträge, die mehrere Gemeinden umfassen, vom Quellins Zielschema überführt werden, ohne vorerst eine Aufteilung der Schäden auf die betroffenen Gemeinden vornehmen zu müssen. Eine approximative Aufteilung (z. B. auf Basis der Gemeindegrößen oder -anzahl) ist damit erst im Falle von Auswertungen oder Darstellungen auf Gemeindeebene nötig.

Art der Naturgefahr (Hazard)

Was die Art der Naturgefahr betrifft, unterscheiden sich die zur Verfügung stehenden Datenquellen in zweierlei Hinsicht: (1) in Bezug auf das verwendete Vokabular und (2) in Bezug auf die Art und Weise, wie die Klassifikation an sich erfolgt, nämlich über den Prozess oder über das Ereignis, das dem Prozess zugrunde liegt bzw. ihn ausgelöst hat. So kann etwa ein durch ein Hochwasser ausgelöster Erdbeben in einem Datensatz als Erdbeben aufscheinen, im anderen hingegen als Hochwasser.

Das standardisierte Vokabular für das CESARE-Zielschema ist über [<https://registry.inspire.gv.at/code-list/SpecificHazardTypeValue>] abrufbar und schematisch in Abbildung 7 dargestellt. Für die Klassifikation an sich sieht das CESARE-Zielschema eine Zuordnung über den Prozess und nicht über das dem Prozess zugrundeliegende bzw. das den Prozess auslösende Ereignis vor. Zusätzlich zur Naturgefahrenart mit ihren drei Ebenen an Detailliertheit umfasst das CESARE-Zielschema auch ein MAXO-Merkmal zur Naturgefahrenart:

- Hazard_1 (enumeration)
- Hazard_2 (enumeration)
- Hazard_3 (enumeration)
- Hazard_MAXO (enumeration: {M, A, X, O})

Während sich das Vokabular grundsätzlich gut harmonisieren lässt, stellen sowohl die zum Teil in den Originaldaten vorhandenen Unschärfen in Bezug auf die Abgrenzung zwischen Naturgefahren als auch die teilweise vom Zielschema abweichende Klassifikation der Ereignisart eine verbleibende Herausforderung dar. Unschärfen in der Abgrenzung sind beispielsweise im Einsatzdatensatz des Landesfeuerwehrverbandes Niederösterreich zu finden, aber auch in den „KatFonds“-Datensätzen. Im Datensatz „KatFonds NÖ Gemeinde“ weicht zudem die Klassifikation der Ereignisart vom Zielschema ab, indem Schäden nicht dem verursachenden Prozess, sondern dem Ereignis zugeordnet werden, der dem schadenversuchenden Prozess zugrunde liegt. Auch im Zielschema bleiben die Informationen rund um die Naturgefahrenart somit zum Teil mit Unsicherheiten behaftet, was über das dazugehörige MAXO-Merkmal jeweils zum Ausdruck gebracht wird.

Schadenkategorie bzw. Art des geschädigten Elements

Bei der Schadenkategorie bzw. Art des geschädigten Elements unterscheiden sich die zur Verfügung stehenden Datenquellen in Bezug auf das verwendete Vokabular. Die Harmonisierung erfolgt durch Zusammenführen in ein gemeinsames, standardisiertes Vokabular. Es besteht aus drei Ebenen unterschiedlicher Detailliertheit, wobei auf der obersten Ebene zwischen Personenschaden, Sachschaden und Einsatzkosten unterschieden wird. Insgesamt umfasst das CESARE-Zielschema somit folgende Merkmale:

- Schadenkategorie_0 (enumeration)
- Schadenkategorie_1 (enumeration)
- Schadenkategorie_2 (enumeration)

Schadausmaß

In CESARE liegt der Fokus auf Schadenindikatoren zu menschlichen Verlusten (Personenschäden) sowie zu direkten wirtschaftlichen Verlusten in Form von monetären Sachschäden und Einsatzkosten. Indikatoren zu Sachschäden in physischen Einheiten (z. B. Anzahl beschädigter/zerstörter Häuser, Kilometer beschädigter Straßen, Hektar beschädigter landwirtschaftlicher Flächen etc.) werden im Demonstrator vorerst nicht berücksichtigt, da aufgrund der unterschiedlichen Datenquellen keine Konsistenz zwischen physisch und monetär gemessenen Schäden innerhalb ein und derselben betroffenen Elementkategorie hergestellt bzw. gewährleistet werden kann. Das Zielschema zum Schadausmaß umfasst fünf Merkmale:

- Schadensumme (numeric)
- Schadensumme_MAXO (enumeration: {M, A, X, O})
- Schaden_Anzahl (integer)
- Schaden_Anzahl_MAXO (enumeration: {M, A, X, O})
- Doublerisiko (boolean)

Unter „Schadensumme“ wird das Ausmaß aller in monetären Einheiten gemessenen Schäden dokumentiert. Je nach Schadenkategorie handelt es sich um Wiederherstellungskosten für Sachschäden (= Zeitwert) oder um Einsatzkosten. Die Maßeinheit beträgt Euro zu laufenden Preisen. Basierend auf der Praxis der verfügbaren KatFonds-Datensätze, die, wie im Folgenden noch näher beschrieben, als Hauptquelle für Wiederherstellungskosten von Sachschäden herangezogen werden, verstehen sich die Wiederherstellungskosten im Zielschema als exklusive Umsatzsteuer, wenn es sich beim Besitzer bzw. der Besitzerin des geschädigten Objekts um eine vorsteuerabzugsberechtigte Einrichtung handelt, und andernfalls als inklusive Umsatzsteuer. Unter „Schaden_Anzahl“ wird hingegen das Schadausmaß im Falle von Personenschäden angeführt. Das Merkmal ließe sich zum Teil auch zur Dokumentation von Sachschäden in physischen Einheiten verwenden (z. B. Anzahl beschädigter/zerstörter Häuser), wovon wie erwähnt vorerst aber abgesehen wird. Für beide Merkmale, Schadensumme und Schadenanzahl, wird der Grad der Zuverlässigkeit der einzelnen Einträge mittels MAXO-Code angegeben.

Das Zielschema zum Schadausmaß sieht keinen Mindestschaden für die Berücksichtigung eines Schadens im Demonstrator vor und schließt auch keine Schadensarten aus, solange es sich um direkte Schäden handelt. Indirekte Schäden, wie beispielsweise Umsatzeinbußen, werden hingegen (vorerst) nicht berücksichtigt.

Unschärfen bei den Datums- und Zeitangaben sowie der räumlichen Verortung, unterschiedliche räumliche Auflösungen und Unterschiede in der Klassifikation der schadenverursachenden Naturgefahr erschweren bei der Zusammenführung unterschiedlicher Datenquellen die Identifikation identer Ereignisse und erhöhen damit auch das Risiko von Mehrfachzählungen im Bereich des Schadausmaßes. Um das Risiko von Mehrfachzählungen beim Schadausmaß dennoch möglichst gering zu halten, findet

schon im Vorfeld ein Selektionsprozess statt, welche Informationen aus welchem Datensatz berücksichtigt werden (siehe auch Abbildung 10). Wo immer sich Schadinformationen aus unterschiedlichen Datenquellen nicht komplementär ergänzen, sondern potentiell überschneiden, wird im Vorfeld bewertet, welcher Datensatz je Schadenindikator die umfassenderen und/oder vertrauenswürdigeren Informationen liefert. Ist für den jeweils betrachteten Schadenindikator das Ausmaß der potentiellen Überschneidung durch die Zusammenführung heterogener Quellen erheblich, wird für diesen Schadenindikator von Haus aus nur jene Datenquelle herangezogen, die die umfassendsten und/oder vertrauenswürdigsten Informationen liefert. Ist das Ausmaß der potentiellen Überschneidung für den betrachteten Schadenindikator hingegen gering (im Sinne von nur wenigen Fällen, in denen dasselbe Ereignis bzw. derselbe Schaden durch mehrere Quellen erfasst ist), kann der Schadenindikator grundsätzlich durch mehrere Quellen bedient werden. In diesem Fall wird für jene Einträge, in denen Zeit, Raum und Naturgefahr eine akute potentielle Überschneidung nahelegen, jedoch nur die Schadinformation jener Quelle herangezogen, die als die umfassendste und/oder vertrauenswürdigste anzusehen ist. Die entsprechenden Einträge bzw. Schadinformationen in den restlichen für den betrachteten Schadenindikator herangezogenen Datenquellen werden über das CESARE-Zielmerkmal „Doublerrisiko“ hingegen als potentielle Mehrfachzählungen markiert, sodass sie für Auswertungen ausgeschlossen werden können.

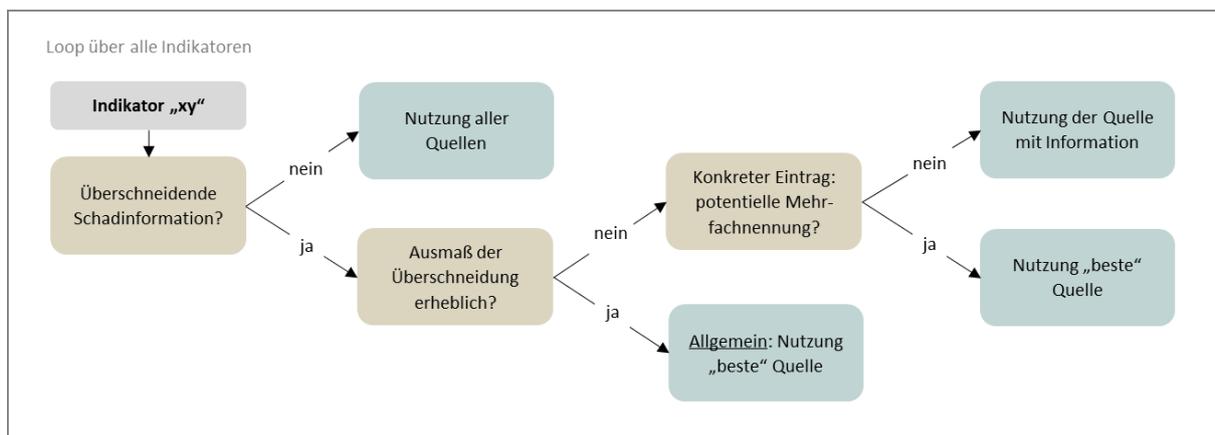


Abbildung 10: Selektionsprozess bei potentiell überschneidenden Schadinformationen aus heterogenen Quellen in Form eines Entscheidungsbaums.

Indikator „Personenschaden“

Informationen zu Personenschäden sind in den Datensätzen GEORIOS, WLK und VIOLA enthalten. Das Risiko von Mehrfachnennungen durch sich überschneidende Schadinformationen ist grundsätzlich gegeben, aber das Ausmaß der Überschneidung ist eher gering. Die Anzahl der Fälle, wo die Überschneidung von Zeitpunkt, Lokation und Naturgefahr auf das möglicherweise selbe Ereignis hinweisen und zusätzlich in mehr als einem der Datensätze ein dokumentierter Personenschaden vorliegt, sind überschaubar. Daher werden grundsätzlich alle drei Quellen zur Bedienung des CESARE-Indikators „Personenschaden“ herangezogen. Bei Schadeinträgen, deren Zeitpunkt, Lokation und Ursache (Naturgefahr) auf eine potentielle Mehrfachnennung hinweisen, wird hingegen nur auf die umfassendste und/oder verlässlichste Quelle zurückgegriffen, während die entsprechenden Schadeinträge in den anderen Quellen anhand des Merkmals „Doublerrisiko“ als potentielle Mehrfachnennungen markiert werden. Dazu wird überprüft, ob es in mindestens zwei der Datenquellen zum selben Startdatum (+/-

1 Tag) in derselben Gemeinde einen Personenschaden derselben Unterkategorie (Tote vs. Verletzte vs. Evakuierte) und verursacht durch dieselbe bzw. eine „artverwandte“ Naturgefahr³ gab.

Folgende Priorisierung der Datenquellen kommt im Falle von Überschneidungen zur Anwendung:

- **Priorität 1: VIOLA**
VIOLA basiert auf Informationen aus Medienberichten. Zwar wird diesen Informationen grundsätzlich keine höhere Zuverlässigkeit als den Informationen im WLK-Datensatz und in GEORIOS eingeräumt, jedoch beziehen sich die Einträge in VIOLA meist auf größere räumliche Einheiten und können daher theoretisch weitere Personenschäden außerhalb der sich konkret überschneidenden Gemeinde einschließen, die in den anderen Datensätzen nicht erfasst sind. Im Falle potentieller Überschneidungen wird im Falle von Personenschäden daher prioritär auf das in VIOLA angeführte Schadausmaß zurückgegriffen.
- **Priorität 2: WLK**
Da in GEORIOS häufig Angaben zur konkreten Anzahl der geschädigten Personen fehlen, werden im Falle potentieller Überschneidungen Angaben zum Ausmaß von Personenschäden aus dem WLK-Datensatz gegenüber dem GEORIOS-Datensatz priorisiert.
- **Priorität 3: GEORIOS**
Das Ausmaß von Personenschäden gemäß GEORIOS-Datensatz wird im Falle von Auswertungen nur dann berücksichtigt, wenn keine potentiellen Mehrfachnennungen mit dem WLK- oder VIOLA-Datensatz vorliegen.

Indikator „Sachschaden“

Informationen zum monetären Ausmaß von Sachschäden finden sich vor allem in den Datensätzen der Landesverwaltungen zu Katastrophenschäden (KatFonds-Datensätze), aber auch im WLK-, HWFDB- und VIOLA-Datensatz. Zum Teil sind die Informationen komplementär, häufig jedoch potentiell überschneidend. Dort, wo die Informationen potentiell überschneidend sind, ist das Ausmaß der potentiellen Überschneidung als erheblich einzustufen. In diesen Fällen wird von Haus aus nur jene Datenquelle herangezogen, die die umfassendsten und/ oder vertrauenswürdigsten Informationen liefert.

Die Dokumentationen der Landesverwaltungen umfassen beihilfenfähige Katastrophenschäden zu Wiederherstellungskosten, die von Sachverständigen und Schadenerhebungskommissionen bewertet werden oder mittels Rechnungen zu belegen sind. Nicht enthalten, da nicht beihilfenfähig, sind u. a. versicherte (bzw. versicherbare) Schäden. Gegenüber dem VIOLA-Datensatz, der auf Medienberichten beruht und daher i. d. R grobe, vorläufige Schadensschätzungen enthält, sind die Informationen der KatFonds-Datensätze als räumlich detaillierter und robuster einzustufen, wenn auch u. U. zum Teil

³ Da es in den unterschiedlichen Datenquellen zum Teil zu unterschiedlichen Zuordnungen in Bezug auf die Naturgefahr kommen kann, wird dieser potentiellen Unschärfe Rechnung getragen, indem bei der Identifizierung potentieller Mehrfachnennungen zwischen ähnlichen Naturgefahren bzw. Naturgefahren, deren Abgrenzung je nach Datensatz fließend verlaufen könnte, nicht unterschieden wird.

weniger umfassend (z. B. im Falle erforderlicher Mindestschäden für Dokumentation). Insgesamt wird daher in Bezug auf monetäre Sachschäden den KatFonds-Datensätzen gegenüber dem VIOLA-Datensatz der Vorrang gegeben.

Der WLK-Datensatz und die HWFDB enthalten neben Schätzungen zu den Wiederherstellungskosten von Schäden an Schutzbauten und Verbauungen der Wildbach- und Lawinenverbauung (Bundesebene) bzw. der Bundeswasserbauverwaltung zum Teil auch grobe Schätzungen zu Gesamtschäden (inkl. Privateigentum, Industrie, Infrastruktur etc.). Auch hier ist davon auszugehen, dass die KatFonds-Datensätze die robusteren, wenngleich u. U. zum Teil weniger umfassenden Zahlen liefern. Informationen zu den Wiederherstellungskosten von Schäden an Schutzbauten und Verbauungen der Wildbach- und Lawinenverbauung (Bundesebene) bzw. der Bundeswasserbauverwaltung werden hingegen aus dem WLK- und dem HWFDB-Datensatz übernommen. Um hier potentielle Überschneidungen mit den KatFonds-Datensätzen zu vermeiden, werden aus dem Datensatz „KatFonds Stmk Land“ bei Schäden im Bereich der Wildbach- und Lawinenverbauung oder des Schutzwasserbaus nur etwaige Landes- und Gemeindeanteile, aber keine Bundesanteile in das CESARE-Zielschema übernommen.

Indikator „Einsatzkosten“

Informationen zum monetären Ausmaß von Einsatzkosten finden sich im Datensatz „KatFonds Stmk Land“ in Form von Kosten für Soforthilfemaßnahmen wie beispielsweise Sicherungsmaßnahmen bzw. provisorische Maßnahmen zur Verhinderung einer Gefährdung von Leib und Leben und/oder bedeutenden Sachwerten. Mit den derzeit zur Verfügung stehenden anderen Datenquellen gibt es keine Überschneidungen. Der Einsatzdatensatz des Landesfeuerwehrverbandes Niederösterreich und der VIOLA-Datensatz enthalten zwar Informationen darüber, wann und wo es zu Feuerwehreinsätzen bzw. Einsätzen von Notfallorganisationen gekommen ist, jedoch ist kein monetäres Schadausmaß in Form von Einsatzkosten aus den beiden Datensätzen ableitbar.

Objektbesitzer:in (bei Sachschäden)

Basierend auf den Empfehlungen des Joint Research Centers (JRC, 2015) sieht das CESARE-Zielschema im Falle von Sachschäden auch die Erfassung des Objektbesitzers bzw. der Objektbesitzerin über folgendes Merkmal vor:

- Objektbesitzer (enumeration)

Aufbauend auf vorhandenen Informationen in den zur Verfügung stehenden Datensätzen wird im Merkmal „Objektbesitzer“ zwischen „Physische/juristische Person“, „Gebietskörperschaft - Gemeinde“, „Gebietskörperschaft - Land“ und „Gebietskörperschaft - Bund“ bzw. „Gebietskörperschaft“ (falls die konkrete Verwaltungsebene nicht bekannt ist oder es sich um mehrere handelt) unterschieden.

Schadenträger:in

Basierend auf den Empfehlungen des Joint Research Centers (JRC, 2015) sieht das CESARE-Zielschema die Zuordnung bzw. Aufteilung der erfassten Wiederherstellungs- und Einsatzkosten auf die jeweiligen Schadenträger:innen vor. Nachdem sich die Finanzierung der Wiederherstellungs- und Einsatzkosten für ein und denselben Schadeintrag auf unterschiedliche Schadenträger:innen aufteilen kann, wird diese Information in einer separaten Tabelle geführt, die über einen eindeutigen Identifier mit der eigentlichen Schadentabelle verbunden ist. Neben diesem Identifier umfasst das Zielschema folgende Merkmale:

- Schadenssumme (numeric)
- Schadentraeger (enumeration)
- Schadentraeger_MAXO (enumeration: {M, A, X, O})

Das Merkmal „Schadenssumme“ entspricht jenem in der eigentlichen Schadentabelle, abgesehen davon, dass sich die Schadenssumme auf mehrere Schadenträger:innen verteilen kann. Das Merkmal „Schadenträger“ gibt an, wer letztendlich für die im Merkmal „Schadenssumme“ angeführten Wiederherstellungs- und Einsatzkosten aufgekomen ist. Dabei wird zwischen „Physische/juristische Person“, „Gebietskörperschaft - Gemeinde“, „Gebietskörperschaft - Land“, „Gebietskörperschaft - Bund“, „Gebietskörperschaft“ (falls die konkrete Verwaltungsebene nicht bekannt ist oder es sich um mehrere Ebenen handelt) und „Versicherung“ unterschieden. Das zugehörige MAXO-Merkmal informiert über den Grad der Zuverlässigkeit des Schadausmaßes, das dem jeweiligen „Schadenträger“ zugeordnet ist.

Datenquelle

Ein weiteres Merkmal des CESARE-Zielschemas stellt die Datenquelle dar:

- Datenquelle (character)

Anhand des Merkmals wird für jeden Ereignis- und/oder Schadeintrag die Datenquelle mit Namen des Datensatzes, Namen der bereitstellenden Institution bzw. Organisation und Datum der Bereitstellung dokumentiert. Das Merkmal wird auch dazu verwendet, Teile von Datensätzen, die einen Strukturbruch beinhalten, separat auszuweisen und so ein rasches Zu- und Wegschalten des Subdatensatzes zu ermöglichen. So weist beispielsweise der Datensatz „KatFonds NÖ Privat“ in Bezug auf die dokumentierten Schäden in der Landwirtschaft einen Strukturbruch auf. Seit Mitte 2016 hat sich damit der Umfang der erfassten Schäden an landwirtschaftlichen Kulturen deutlich verringert. Für Einträge aus dem Datensatz werden daher zwei unterschiedliche Quellnamen vergeben, je nachdem, ob sich der Eintrag auf Schäden an landwirtschaftlichen Kulturen bezieht oder nicht.

Ereignis-ID

Die für CESARE zur Verfügung stehenden Datensätze können grob in zwei Klassen unterteilt werden:

- Datensätze, in denen **Ereignisse** das Hauptelement darstellen. Dazu zählen GEORIOS, WLK, HWFDB und VIOLA. Bei der Erfassung eines neuen Ereignisses wird in diesen Datensätzen jeweils eine Ereignis-ID vergeben. Das „Ereignis“ bildet dann in der Regel die räumlich/zeitliche Bezugseinheit. Je nach Datensatz können dieser Bezugseinheit mehrere Phänomene und/oder Schäden zugeordnet sein.
- Datensätze, in denen **Schäden im weiteren Sinne** das Hauptelement darstellen. Dazu zählen die einzelnen „KatFonds“-Datensätze und der Einsatzdatensatz des Landesfeuerwehrverbandes Niederösterreich. Hier werden in der Regel für einzelne Schadenfälle und Einsätze IDs vergeben. Eine Zuordnung zu bestimmten Ereignissen findet üblicherweise nicht statt.

Im CESARE Zielschema stellen Ereignisse das Hauptelement dar und spannen die Bezugseinheit in Hinblick auf Zeit, Raum und Naturgefahr auf. Ihnen können in weiterer Folge Phänomene und Schäden zugeordnet werden. Im Zuge des Harmonisierungsprozesses gilt es daher zum einen, bestehende Ereignisse aus unterschiedlichen Quellen, in denen Ereignisse das Hauptelement darstellen, zusammenzuführen. Zum anderen sind die Schadenfälle und Einsätze aus den Datensätzen, in denen Schäden im weiteren Sinne das Hauptelement darstellen, existierenden oder neu zu definierenden Ereignissen zuzuordnen. Die Ereignisdefinition und Ereignis-ID-Vergabe sollen dabei möglichst automatisiert erfolgen. Im Zuge von CESARE wurde hierfür ein pilothafter Algorithmus entwickelt, den es in Zukunft noch weiter zu verfeinern gilt. Die Ereigniszusammenführung bzw. Ereignis-ID-Vergabe kann sich dabei abhängig von der betrachteten Naturgefahr unterscheiden, basiert im Kern aber jeweils auf dem zeitlichen Auftreten, der räumlichen Entfernung sowie der Art des Ereignisses bzw. Prozesses. Das Startdatum eines CESARE-Ereignisses wird über das gemeinsame Startdatum der einzelnen zusammengeführten Einträge festgelegt. Das Enddatum eines CESARE-Ereignisses definiert sich in der Regel aus dem spätesten Enddatum der zusammengefassten Einträge. Z. T wird bei der Festlegung des Enddatums allerdings auch abgeschnitten, da sich in manchen Datenquellen Unsicherheiten in der Datumsangabe durch lange Zeitspannen zwischen Start- und Enddatum ausdrücken (siehe z. B. KatFonds NÖ Gemeinden). In diesem Fall erfolgt eine entsprechende Kennzeichnung mittels MAXO-Code („A“).

Im Folgenden wird die Ausgestaltung des Algorithmus je Naturgefahr beschrieben, wobei neben den CESARE-Gefahren Hochwasser, Wind/Sturm und Massenbewegungen auch jene Gefahren mitberücksichtigt werden, die in den zur Verfügung gestellten Datensätzen darüber hinaus vorkommen. Die Zusammenführung der Ereignisse über die unterschiedlichen Datenquellen hinweg erfolgt basierend auf einer 7-stelligen Ereignis-ID, der ein „E“ vorangestellt ist:

- Event_ID („E“ + 7-digit integer)

Im Folgenden wird der CESARE-Algorithmus zur Ereignisidentifikation bzw. Ereignis-ID-Vergabe für jede Naturgefahr separat beschrieben. In **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** (Anhang) ist der gesamte Prozess in Form eines Entscheidungsbaums dargestellt.

Massenbewegungen & Schneelawinen

Bei Massenbewegungen und Schneelawinen erfolgt die Ereignisdefinition in CESARE möglichst kleinteilig, so wie das auch in den Originaldatensätzen GEORIOS und WLK der Fall ist. Sofern es der Originaldatensatz erlaubt, wird in CESARE jeder einzelne Massenbewegungsprozess und jede einzelne Schneelawine als separates Ereignis definiert. Handelt es sich um einen Datensatz, in dem Ereignisse das Hauptelement darstellen, werden die dort definierten Ereignisse demnach eins zu eins übernommen und erhalten eine CESARE-Ereignis-ID. Handelt es sich hingegen um einen KatFonds-Datensatz, werden alle Schadeinträge, die dasselbe Startdatum, dieselbe Gemeinde (bzw. dieselben Gemeinden, falls ein Schadeintrag mehrere Gemeinden umfasst) und dieselbe Schadenursache (Gefahr/Hazard auf Ebene 3) aufweisen, zu einem Ereignis zusammengefasst. Da die KatFonds-Datensätze auf Gemeindeebene vorliegen, lässt sich aus den verfügbaren Informationen nicht ableiten, ob sich mehrere Schadeinträge mit demselben Datum und derselben Gemeinde auf ein einziges Ereignis oder mehrere Ereignisse beziehen.

Hochwasser

Im Falle der Naturgefahr „Hochwasser“ werden bekannte Großereignisse und ihre zeitliche und räumliche Ausdehnung (i. S. v. betroffenes Bundesland) vorab über die ZAMG-Unwetterchroniken, VIOLA und Internetrecherche identifiziert. Hochwasserereignisse und -schadeinträge aus den Originaldaten, die zeitlich und räumlich mit den vorab identifizierten Großereignissen zusammenfallen, werden diesen zugeordnet. Für die restlichen Hochwasserereignisse und -schadeinträge der unterschiedlichen Originalquellen erfolgt eine Gruppierung nach Startdatum und aneinander angrenzenden Gemeinden (Gemeindestand 2020). Hochwasserereignisse und -schadeinträge, die am selben Tag (Startdatum) und in räumlich aneinandergrenzenden Gemeinden verzeichnet wurden, werden zu einem CESARE-Ereignis zusammengefasst.

Wind/Sturm

Für die Naturgefahr „Wind/Sturm“ wird analog vorgegangen wie für die Naturgefahr „Hochwasser“. Ereignisse und Schadeinträge aus den Originaldaten, die zeitlich und räumlich mit vorab identifizierten Großereignissen der Naturgefahr „Wind/Sturm“ zusammenfallen, werden diesen zugeordnet. Für die restlichen Sturmereignisse und -schadeinträge der unterschiedlichen Originalquellen erfolgt eine Gruppierung nach Startdatum und aneinander angrenzenden Gemeinden.

Niederschlag (Gewitter/Starkregen/Dauerregen)

Für die Niederschlagskategorien „Gewitter“, „Starkregen“ und „Dauerregen“, die bei der Ereignis-ID-Vergabe als Synonyme behandelt werden, wird analog vorgegangen wie für die Naturgefahr „Hochwasser“. Ereignisse und Schadeinträge aus den Originaldaten, die zeitlich und räumlich mit vorab identifizierten Großereignissen im Bereich Gewitter/Starkregen/Dauerregen zusammenfallen, werden diesen zugeordnet. Für die restlichen Ereignisse und Schadeinträge der unterschiedlichen Originalquellen erfolgt eine Gruppierung nach Startdatum und aneinander angrenzenden Gemeinden.

Niederschlag (Hagel)

Ereignisse und Schadeinträge der Niederschlagskategorie „Hagel“ werden nach Startdatum und aneinander angrenzenden Gemeinden gruppiert, d. h. Hagelereignisse und -schadeinträge, die am selben Tag (Startdatum) und in räumlich aneinandergrenzenden Gemeinden verzeichnet wurden, werden zu einem Ereignis zusammengefasst.

Niederschlag (Schneefall bzw. Schneedruck)

Die Niederschlagskategorie „Schneefall“ kommt einerseits im VIOLA-Datensatz vor, wo entsprechende Ereignisse dokumentiert sind, andererseits aber auch in den KatFonds-Datensätzen, die unter der Originalbezeichnung „Schneedruck“ entsprechende Schadeinträge erfassen. Der CESARE-Algorithmus übernimmt die in VIOLA dokumentierten Ereignisse eins zu eins und vergibt lediglich eine eigenständige CESARE-Ereignis-ID. Für die Schadeinträge in den KatFonds-Datensätzen wird hingegen untersucht, ob deren Startdatum in die Zeitspanne eines VIOLA-Ereignisses fällt und sich die betroffenen Gemeinden überschneiden. Ist das der Fall, wird der jeweilige Schadeintrag dem entsprechenden Ereignis zugeordnet. Für die restlichen KatFonds-Einträge erfolgt die Gruppierung der Schadfälle nach Startdatum und Bundesland, wobei direkt aneinander anschließende Tage (Startdatum) zu einem Ereignis zusammengefasst werden.

Erdbeben

Die Naturgefahr „Erdbeben“ kommt in den zur Verfügung gestellten Daten nur in Datensätzen vor, in denen Schäden im weiteren Sinne das Hauptelement darstellen (KatFonds-Datensätze und Einsatzdaten der Feuerwehr). Der CESARE-Algorithmus gruppiert Einsätze und Schäden innerhalb eines Bundeslandes nach dem Startdatum, wobei Einsätze und/oder Schäden mit unmittelbar zusammenhängenden Starttagen zu einem Ereignis zusammengefasst werden.

Waldbrand

Die Gefahr „Waldbrand“ kommt in den zur Verfügung gestellten Daten lediglich in den Einsatzdaten des Landesfeuerwehrverbandes Niederösterreich vor. Einsätze an aufeinander folgenden Tagen und in aneinander angrenzenden Gemeinden werden vom CESARE-Algorithmus zu einem Ereignis zusammengefasst.

Fehlende Naturgefahr oder fehlendes Datum

Ereignisse oder Schadeinträge ohne Angaben zum konkreten Startdatum oder zur konkreten Naturgefahr werden jeweils als einzelne, separate Ereignisse definiert und erhalten eine eigene CESARE-Ereignis-ID.

Komposit-ID

Neben der Ereignis-ID sieht das CESARE-Zielschema auch die Vergabe einer Komposit-ID vor. Die Vergabe von Ereignis-IDs erfolgt in CESARE immer innerhalb ein- und derselben Naturgefahren- bzw. Prozessart. Unterschiedliche Prozessarten können jedoch durch denselben Auslöser verbunden sein, beispielsweise im Falle eines Unwetters, das Muren auslöst, zu Hochwasser führt und Sturmschäden verursacht. Die Komposit-ID fasst Ereignisse zusammen, denen vermutlich derselbe Auslöser zugrunde liegt bzw. die aller Wahrscheinlichkeit nach zusammenhängen. Bei der Komposit-ID handelt es sich also um eine Verlinkung von Ereignis-IDs. Im Zuge von CESARE wurde hierfür ein pilothafter Algorithmus entwickelt. Er ähnelt stark dem Algorithmus zur Ereignis-ID-Vergabe mit dem Unterschied, das originale Ereignis- bzw. Schadeinträge über Naturgefahren- bzw. Prozesskategorien hinweg zusammengefasst werden. Wie auch die Ereignis-ID-Vergabe kann sich die Ereigniszusammenführung im Zuge der Komposit-ID-Vergabe abhängig von der betrachteten Naturgefahr unterscheiden. Die Zusammenführung der Ereignisse über die unterschiedlichen Datenquellen hinweg erfolgt basierend auf einer 7-stelligen Ereignis-ID, der ein „C“ vorangestellt ist:

- Composit_ID („C“ + 7-digit integer)

Im Folgenden wird der CESARE-Algorithmus zur Komposit-ID-Vergabe beschrieben. In **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** (Anhang) ist der gesamte Prozess in Form eines Entscheidungsbaums dargestellt.

Schneelawine, Waldbrand, Erdbeben

Für die Naturgefahren „Schneelawine“, „Waldbrand“ und „Erdbeben“ erfolgt die Vergabe der Komposit-ID analog zur Vergabe der Ereignis-ID. Mit anderen Worten werden für diese Naturgefahren die mittels CESARE-Algorithmus definierten Ereignisse nicht weiter zusammengefasst. Jede CESARE-Ereignis-ID entspricht einer separaten CESARE-Komposit-ID.

Hochwasser, Massenbewegungen, Wind/Sturm, Niederschlag

Im Falle der Naturgefahren „Hochwasser“, „Massenbewegung“, „Wind/Sturm“ und „Niederschlag“ werden bekannte, sich aus unterschiedlichen Prozessen zusammensetzende Großereignisse und ihre zeitliche und räumliche Ausdehnung (i. S. v. betroffenen Bundesländern) vorab über die ZAMG-Unwetterchroniken, VIOLA und Internetrecherche identifiziert. Ereignisse und Schadeinträge aus den Originaldatensätzen, die einer der genannten Naturgefahren zugeordnet sind sowie zeitlich und räumlich mit den vorab identifizierten Großereignissen zusammenfallen, werden diesen zugeordnet. Für die restlichen Ereignisse und Schadeinträge der unterschiedlichen Originalquellen erfolgt eine Gruppierung nach Startdatum, aneinander angrenzenden Gemeinden (Gemeindestand 2020) und CESARE-Ereignis-ID. Das heißt, Ereignisse und Schadeinträge aus den Originaldatensätzen, die einer der genannten Naturgefahren zugeordnet sind, dasselbe Startdatum aufweisen und in räumlich aneinandergrenzenden Gemeinden verzeichnet wurden, werden zu einem CESARE-Komposit zusammengefasst, wobei Einträge mit derselben CESARE-Ereignis-ID zwingend eine einheitliche Komposit-ID erhalten.

Fehlende Naturgefahr oder fehlendes Datum

Für Ereignisse oder Schadeinträge ohne Angaben zum konkreten Startdatum oder zur konkreten Naturgefahr erfolgt die Vergabe der Komposit-ID analog zur Vergabe der Ereignis-ID, d. h. jeder Eintrag bekommt eine separate Komposit-ID. Mit anderen Worten werden die Einträge nicht weiter zusammengefasst. Jede CESARE-Ereignis-ID entspricht in diesem Fall einer separaten CESARE-Komposit-ID.

8.2 QUALITÄT BZW. GÜTE DER ORIGINALDATEN UND DES HARMONISIERUNGSPROZESSES

Tabelle 3 gibt einen Überblick über die Qualität bzw. Güte der Originaldaten in Bezug auf die Merkmale, die für das CESARE-Zielschema verwendet werden⁴, sowie über den Harmonisierungsprozess. Jedes der für das CESARE-Zielschema verwendeten Merkmale wird dabei anhand der folgenden Kategorien bewertet:

- **Informationsgehalt/Detailgrad:** Bewertung der einzelnen Original-Datensätze in Bezug auf den Informationsgehalt bzw. den Detailgrad des jeweils betrachteten Merkmals anhand einer fünfstufigen Skala: niedrig, mittelniedrig, mittel, mittelhoch, hoch. Als „hoch“ wird dabei jener Informationsgehalt bzw. Detailgrad definiert, den die Autor:innen als Optimalfall oder anhand der vorliegenden Datensätze als Best Practice erachten. Die Bewertung der einzelnen Datensätze erfolgt im Vergleich zu diesem Optimal- bzw. Best-Practice-Fall. Ist beispielsweise das Ausmaß an fehlenden Werten („missing values“) erheblich, wird das als Schmälerung des Informationsgehalts erachtet.

⁴ Siehe auch **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** im Anhang für einen Überblick über die aus den Originalquellen extrahierten und für den CESARE-Demonstrator harmonisierten Daten.

- **Unsicherheiten/Unschärfen:** Gibt an, ob im Original-Datensatz in Bezug auf das betrachtete Merkmal Unsicherheiten oder Unschärfen zum Beispiel in Form von Messungenauigkeiten oder variierenden Detailgraden zu verzeichnen sind. Die Bewertung erfolgt anhand der Kategorien „ja“, „nein“, „teilweise“ und „n. b.“ (nicht beurteilbar).
- **Angaben zur Messgenauigkeit:** Gibt an, ob im Original-Datensatz in Bezug auf das betrachtete Merkmal explizite Angaben zur Messgenauigkeit enthalten sind, zum Beispiel in Form der MAXO-Codierung. Die Bewertung erfolgt anhand der Kategorien „ja“, „nein“, „teilweise“ und „n. b.“ (nicht beurteilbar).
- **Harmonisierungspotential:** Bewertung des Harmonisierungspotentials des Original-Merkmals in Bezug auf die Zielvariable, d. h. wie gut lässt sich das Quellschema in das Zielschema transformieren. Die Bewertung erfolgt anhand einer fünfstufigen Skala: niedrig, mittelniedrig, mittel, mittelhoch, hoch. Als „hoch“ wird das Harmonisierungspotential dann eingestuft, wenn sich die jeweils zugrundeliegenden Konzepte gut ineinanderfügen und die Attribute des Quellschemas in eindeutiger Weise den Attributen des Zielschemas zuordnen lassen.
- **Informationsverlust durch Harmonisierung:** Gibt an, ob es durch die Harmonisierung bzw. die Transformation vom Quell- zum Zielschema zu einem Informationsverlust kommt. Die Bewertung erfolgt anhand der Kategorien „ja“, „nein“ und „kaum“. Etwaige Informationsverluste müssen das Harmonisierungspotential nicht unbedingt beeinträchtigen. Verlangt das Zielschema weniger Informationen als im Originalschema vorhanden, kann das Harmonisierungspotential trotz vorhandenen Informationsverlustes hoch sein.

Tabelle 3: Bewertung der Qualität und Güte der Originaldaten in Bezug auf die Zielschemata sowie des Harmonisierungsprozesses.

	GEORIOS	WLK	HWFDB	VIOLA	Feuerwehr	KatFonds NÖ Privat	KatFonds NÖ Gemeinden	KatFonds Stmk Privat	KatFonds Stmk Land ^{a)}
Datums-/Zeitangabe									
... Informationsgehalt bzw. Detailgrad	hoch	hoch	hoch	hoch	mittelhoch	niedrig	mittelhoch	mittelhoch	mittelhoch
... Unsicherheiten bzw. Unschärfen	ja	ja	ja	ja	ja	n. b.	ja	n. b.	ja
... Angaben zur Messgenauigkeit	ja	ja	ja	ja	nein	nein	nein	nein	nein
... Harmonisierungspotential	hoch	hoch	hoch	hoch	hoch	hoch	hoch	hoch	hoch
... Informationsverlust durch Harmonisierung	ja	ja	ja	ja	ja	nein	nein	nein	nein
Verortung									
... Informationsgehalt bzw. Detailgrad	hoch	hoch	hoch	mittel	mittelhoch	mittel	mittel	mittel	mittel
... Unsicherheiten bzw. Unschärfen	ja	ja	ja	n. b.	ja	n. b.	n. b.	n. b.	ja
... Angaben zur Messgenauigkeit	nein	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein
... Harmonisierungspotential	hoch	hoch	hoch	hoch	hoch	hoch	hoch	hoch	hoch
... Informationsverlust durch Harmonisierung	ja	ja	ja	nein	ja	nein	nein	ja	ja
Naturgefahr/Hazard									
... Informationsgehalt bzw. Detailgrad	hoch	hoch	mittel	hoch	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel
... Unsicherheiten bzw. Unschärfen	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	ja	ja	ja	ja	ja
... Angaben zur Messgenauigkeit	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
... Harmonisierungspotential	mittelhoch	mittelhoch	hoch	hoch	mittel	mittelhoch	mittel	mittelhoch	mittel
... Informationsverlust durch Harmonisierung	ja	ja	nein	kaum	ja	kaum	kaum	kaum	kaum
Schadenkategorie/Element									
... Informationsgehalt bzw. Detailgrad	mittelniedrig ^{b)}	hoch	niedrig	mittelhoch	niedrig	mittelhoch	mittelhoch	mittel	hoch
... Unsicherheiten bzw. Unschärfen	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	nein	n. b.	ja	n. b.	ja

	GEORIOS	WLK	HWFDB	VIOLA	Feuerwehr	KatFonds NÖ Privat	KatFonds NÖ Gemeinden	KatFonds Stmk Privat	KatFonds Stmk Land ^{a)}
... Angaben zur Messgenauigkeit	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
... Harmonisierungspotential	hoch	mittelhoch	hoch	mittelhoch	hoch	mittelhoch	mittelhoch	mittelhoch	mittelhoch
... Informationsverlust durch Harmonisierung	nein	ja	nein	ja	nein	ja	ja	ja	ja
Schad Ausmaß - Personenschaden									
... Informationsgehalt bzw. Detailgrad	mittel	mittelhoch	-	mittelhoch	-	-	-	-	-
... Unsicherheiten bzw. Unschärfen	ja	ja	-	ja	-	-	-	-	-
... Angaben zur Messgenauigkeit	nein	ja	-	nein	-	-	-	-	-
... Harmonisierungspotential	hoch	hoch	-	hoch	-	-	-	-	-
... Informationsverlust durch Harmonisierung	nein	ja	-	ja	-	-	-	-	-
Schad Ausmaß (monetär) - Sachschaden									
... Informationsgehalt bzw. Detailgrad	-	mittelniedrig	mittelniedrig	mittelniedrig	-	mittelhoch	mittelhoch	mittelhoch	mittelhoch
... Unsicherheiten bzw. Unschärfen	-	ja	ja	ja	-	ja	ja	ja	ja
... Angaben zur Messgenauigkeit	-	nein	ja	nein	-	teilweise	ja	nein	teilweise
... Harmonisierungspotential	-	hoch ^{c)}	hoch ^{c)}	- ^{d)}	-	mittelniedrig	mittelhoch	mittel	mittelhoch
... Informationsverlust durch Harmonisierung	-	Ja	ja	-	-	nein	nein	nein	ja
Schad Ausmaß (monetär) - Einsatzkosten									
... Informationsgehalt bzw. Detailgrad	-	-	-	-	-	-	-	-	mittelhoch
... Unsicherheiten bzw. Unschärfen	-	-	-	-	-	-	-	-	ja
... Angaben zur Messgenauigkeit	-	-	-	-	-	-	-	-	teilweise
... Harmonisierungspotential	-	-	-	-	-	-	-	-	mittelhoch
... Informationsverlust durch Harmonisierung	-	-	-	-	-	-	-	-	ja
Objektbesitzer:in (Sachschaden)									

	GEORIOS	WLK	HWFDB	VIOLA	Feuerwehr	KatFonds NÖ Privat	KatFonds NÖ Gemeinden	KatFonds Stmk Privat	KatFonds Stmk Land ^{a)}
... Informationsgehalt bzw. Detailgrad	-	mittel	mittel	-	-	hoch	hoch	hoch	hoch
... Unsicherheiten bzw. Unschärfen	-	n. b.	n. b.	-	-	nein	nein	nein	ja
... Angaben zur Messgenauigkeit	-	nein	nein	-	-	-	-	-	nein
... Harmonisierungspotential	-	hoch	hoch	-	-	hoch	hoch	hoch	hoch
... Informationsverlust durch Harmonisierung	-	nein	nein	-	-	nein	nein	nein	nein
Schadenträger:in									
... Informationsgehalt bzw. Detailgrad	-	hoch	hoch	-	-	hoch	hoch	hoch	hoch
... Unsicherheiten bzw. Unschärfen	-	n. b.	n. b.	-	-	ja	n. b.	n. b.	n. b.
... Angaben zur Messgenauigkeit	-	nein	nein	-	-	nein	nein	nein	nein
... Harmonisierungspotential	-	hoch	hoch	-	-	hoch	hoch	hoch	hoch
... Informationsverlust durch Harmonisierung	-	nein	nein	-	-	nein	nein	nein	nein

n. b. = nicht beurteilbar;

^{a)} zusätzliche Unsicherheiten durch die Digitalisierung der originalen pdf-Schans, die z. T. händisch zu erfolgen hatte;

^{b)} „mittelniedrig“, da die Information in Form von Freitext vorliegt, der im Zuge von CESARE nur z. T. ausgewertet wurde;

^{c)} aufgrund des Risikos von Mehrfachnennungen wird nur ein Teil der im Original vorhandenen Informationen zum Schadausmaß übernommen; die Bewertung zum Harmonisierungspotential bezieht sich auf den Teil der Information, der übernommen wird;

^{d)} wird nicht in das CESARE-Zielschema übernommen aufgrund des Risikos von Mehrfachnennungen



8.3 VERBLEIBENDE HERAUSFORDERUNGEN UND UNSICHERHEITEN

In CESARE werden unterschiedliche Datenquellen verwendet, die Ereignis- und Schadendaten aus unterschiedlichen Zwecken, nach unterschiedlichen Ansätzen und in unterschiedlichem Umfang sammeln. Daraus ergeben sich viele Herausforderungen für die Schaffung eines möglichst homogenen Datensatzes. Zu den in CESARE identifizierten Herausforderungen zählen unter anderem:

- Unterschiede im Zeitpunkt des Auftretens bzw. Unschärfen im Ereignis-/Schadenzeitpunkt
- Unterschiede in der Klassifizierung der räumlichen Ausdehnung und der Detailliertheit der Verortung sowie Unschärfen in der Verortung
- Unterschiede und Unschärfen in der Definition der Attribute bzw. dem verwendeten Vokabular
- Unterschiede in der Ereignisabgrenzung bzw. -definition (Art der Naturgefahr)
- Unterschiede in den Definitionen der Indikatoren, z. B. unterschiedliche Kriterien, ab wann ein Schaden berücksichtigt bzw. dokumentiert wird
- Unterschiede in den Bewertungsmethoden von Schäden

Viele dieser Herausforderungen führen zu einem gewissen Risiko von Mehrfachzählungen beim Zusammenführen und/oder schränken die Vergleichbarkeit und Harmonisierungsmöglichkeit ein. Ein Teil dieser Herausforderungen lässt sich im Zuge des Harmonisierungsprozesses abschwächen, jedoch nicht alle. Somit finden sich viele Unschärfen der Original-Datensätze auch im harmonisierten Datensatz wieder. Folgende Herausforderungen und Unschärfen verbleiben auch nach dem Harmonisierungsprozess:

- **Mehrfachnennungen von Ereignissen:** Unterschiede in der Ereignisabgrenzung und Unschärfen in Bezug auf die Datums-/Zeitangabe, Verortung sowie Naturgefahr führen dazu, dass auch nach erfolgter Zusammenführung Ereignisse mehrfach im harmonisierten Datensatz aufscheinen können. Eine Auswertung des zusammengeführten CESARE-Datensatzes in Bezug auf die Anzahl der Ereignisse ist daher nur bedingt sinnvoll und aussagekräftig. Worauf im Zuge der Harmonisierung allerdings geachtet wird, ist, das Risiko von Mehrfachnennungen in Hinblick auf das Schadausmaß möglichst gering zu halten.
- **Unschärfe Abgrenzungen:** In den Original-Datensätzen vorhandenen Unschärfen in Bezug auf die Abgrenzung von Naturgefahren werden in das Zielschema mitübernommen. Dasselbe gilt für Unschärfen in der Abgrenzung von Schadenkategorien (geschädigtes Element).
- **Schadausmaß:** Vor allem die KatFonds-Datensätze können je nach Bundesland unterschiedliche Regelungen aufweisen, welche Schäden beihilfenfähig sind und daher dokumentiert werden (inkl. vs. exkl. KFZ; inkl. vs. exkl. Teichanlagen; inkl. vs. exkl. Fischbestände etc.). Eine vollständige Harmonisierung gestaltet sich hier als schwierig. Zum

Teil ist das betroffene Schadobjekt in dem Bundesland, wo es berücksichtigt wird, nicht als eigene Schadenkategorie ausgewiesen, sondern befindet sich in einem Aggregat. Dort, wo das nicht der Fall ist, liegen mit nur einem Bundesland derzeit oftmals noch zu wenig Daten vor, um für das andere Bundesland eine halbwegs robuste nachträgliche Schätzung für nicht berücksichtigte Objekte zu ermöglichen. Somit bleiben vorhandene Unterschiede auch im harmonisierten CESARE-Datensatz bestehen.

- **Algorithmusoptimierung:** In Zukunft gilt es auch, den Algorithmus zur Ereigniszusammenführung noch weiter zu optimieren. Derzeit gruppiert der Algorithmus basierend auf dem (Start-)Datum, der geografischen Nähe und der Überschneidung der Naturgefahrenart bzw. bestimmter Naturgefahrenarten. Noch nicht im automatisierten Algorithmus integriert sind hingegen meteorologische Daten. Ein Einbezug meteorologischer Daten bei der Ereignisidentifikation und -zusammenführung wurde versuchsweise bereits im Rahmen von CESARE in einem semi-automatisierten Prozess mit hohem manuellen Anteil erprobt. Vor allem für größere Ereignisse liefert er eine deutliche Verbesserung bei der Zusammenfassung zusammenhängender Einträge, ist aber auch entsprechend zeitaufwendig. Zukünftiges Ziel ist daher, meteorologische Daten in den automatisierten Algorithmus einzubauen und diesen weiter zu verfeinern.

Die verbleibenden Herausforderungen und Unsicherheiten sind bei der Nutzung des harmonisierten CESARE-Datensatzes mitzudenken. Ebenfalls mitzudenken sind der Umfang und die Vollständigkeit der bislang erfassten Schäden. Hauptinformationsquelle für monetäre Schäden stellen derzeit die KatFonds-Datensätze dar, angereichert durch Informationen zu Schäden an Verbauungs- und Schutzinfrastruktur der Wildbach- und Lawinerverbauung (WLV) und Bundeswasserbauverwaltung (BWV) aus dem WLK- und HWFDB-Datensatz. Damit ist bislang nur ein Teil der insgesamt anfallenden Schäden erfasst. Zu den nicht berücksichtigten Schäden zählen u. a.:

- **Schäden an Betrieben unterhalb der Existenzgefährdung:** Voraussetzung für Beihilfen durch Länder und Bund (Katastrophenfonds) ist eine spürbare materielle Belastung. Im Falle juristischer Personen muss eine Existenzgefährdung vorliegen. Große Unternehmen sind daher selten vom Katastrophenfonds und damit zusammenhängenden Schadendatensammlungen (KatFonds-Datensätze) erfasst.
- **Versicherte Schäden:** Ein wesentlicher Teil, der für einen guten Überblick über das gesamte SchADVolumen derzeit fehlt, sind versicherte Schäden. Diese sind i. d. R nicht in den KatFonds-Datensätzen enthalten bzw. aus den dort angeführten anerkannten Schäden herausgerechnet, da versicherte Schäden nicht beihilfenfähig sind. Je nach Naturgefahr decken die KatFonds-Datensätze daher auch einen unterschiedlich hohen Anteil des Gesamtschadenvolumens ab. So sind Sturmschäden am und im Haus üblicherweise über die Eigenheimversicherung und die Haushaltsversicherung gedeckt. Durch die hohe Marktdurchdringungsrate von Eigenheim- und Haushaltsversicherung dürften daher die bei den Versicherern vorhandenen Informationen über weite Teile die Sturmschäden an und in Häusern abdecken, während die KatFonds-Datensätze

hierzu sehr lückenhaft und nicht repräsentativ sind. Letztere machen im Gebäudebereich schätzungsweise weniger als 10 % der versicherten Sturmschäden aus.

Die normale Sturmversicherung für Eigenheime deckt neben Sturm- auch Hagelschäden sowie Schäden durch Erdbeben und Felssturz. Nicht im Rahmen der normalen Sturmversicherung gedeckt sind hingegen Schäden durch Überschwemmung, Hochwasser oder Vermurung. Für diese Gefahren bedarf es einer gesonderten Katastrophenabdeckung, die nur eingeschränkte Versicherungssummen enthält. Gebäudeschäden durch Hochwasser und Vermurung werden von den Katastrophenfondsdaten also deutlich umfassender abgedeckt als etwa Gebäudeschäden durch Sturm.

- **Schäden am Vermögen des Bundes:** Abgesehen von Schäden an der Verbauungs- und Schutzinfrastruktur der WLW und BWV sind derzeit keine Schäden am Vermögen des Bundes berücksichtigt.

Auch wenn die im Rahmen von CESARE verfügbaren Datensätze noch bei weitem nicht das gesamte SchADVolumen für die drei hauptsächlich betrachteten Naturgefahren (Hochwasser, Sturm, Massenbewegungen) erfassen, konnten mit ihrer Hilfe Konzepte erstellt und erprobt werden, wie man Daten aus unterschiedlichen Quellen transformieren und zusammenführen kann, sodass eine gemeinsame Auswertung – unter Berücksichtigung verbleibender Unsicherheiten und Unschärfen – möglich ist.

9. SPEZIFIKATION UND INTEGRATION VON ZUSATZDATEN UND INFORMATIONEN

9.1 BENCHMARKING VON ZUSATZDATEN UND –INFORMATIONEN FÜR EINE SCHADEN- UND ERGEBNISDATENBANK

Neben den traditionellen Datensammlungsmethoden, wurden in CESARE auch weitere Datenquellen und Zusatzinformationen auf ihre Eignung zur Schadenbeschreibung beziehungsweise zur Validierung und Ergänzung bestehender Schadensdaten analysiert. Ziel dabei war es, die Spezifikation vorhandener ergänzender Datensätze, Schnittstellen zu erheben, eine Integration aus nationalen Erdbeobachtungsdatenrespositorien (Testcases und genereller Prozess) herzustellen, das Potential einer möglichen Integration von Impaktmodellsimulationen zur Datenlückenschließung oder zur Validierung von Beobachtungsdaten zu bewerten und eine mögliche Integration von EC Services abzuklären. In einem ersten Schritt wurden diese aufbauend auf einem einheitlichen Schema gesammelt und bewertet und insbesondere Modelle zur Analyse von Sturmereignissen analysiert. Zusammengefasst kann festgehalten werden, dass eine Reihe von Modellen und Services großes Potential haben, Datenlücken zu füllen bzw. vorhandene Daten zu erweitern. Grundsätzlich ist der Gefahren-Kontext beziehungsweise auch die räumliche und temporale Auflösung sehr heterogen und es muss spezifisch bewertet werden, welches Modell/Service sinnvollerweise integriert werden kann.

Sen2Cube

Zur Validierung bzw. auch Ergänzung von Schadensereignissen ex-post bietet sich insbesondere der semantische Sentinel-2 Data Cube für Österreich (www.Sen2Cube.at) an, welcher Veränderungsanalysen basierend auf aktuellen Sentinel-2-Erdbeobachtungsdaten in einem Web-basierten graphical user interface (GUI) erlaubt. Der im Rahmen des ASAP Projektes Sen2Cube.at entwickelte Prototyp der hier zum Einsatz kam, wurde im Rahmen eines User-Workshops bei der ZAMG im Juli 2020 der breiteren Öffentlichkeit vorgestellt. Dabei wurden auch für CESARE relevante Bedarfsträger eingeladen und mit den Konzepten vertraut gemacht. Darüber hinaus wurde der Prototyp mit einem User Management System erweitert, so dass er im Projekt für verschiedene Nutzer zum Testen bereitgestellt werden konnte.

Sen2Cube.at wurde im weiteren Verlauf des Projekts herangezogen, um die Unterstützung der Ereignisidentifikation mit Hilfe von Fernerkundungsdaten exemplarisch für Sentinel-2 Daten zu zeigen. Sen2Cube.at erlaubt räumlich-zeitliche Abfragen basierend auf semantischen Konzepten zu lokalen Schadensereignissen ab 2015 bis heute ad-hoc auf allen Sentinel-2 Daten in Österreich. Die Sentinel-2 Daten des europäischen Copernicus Programms sind frei verfügbar und liefern in Österreich in mind. 5 Tagen eine komplette Abdeckung. Aufgrund der 10m Pixelauflösung von Sentinel-2 und der Problematik von möglichen Wolkenbedeckungen, wurde in CESARE auch evaluiert, für welche Schadensereignisse diese Datenquellen wichtige Zusatzinformationen hinsichtlich zeitlicher und räumlicher Ausdehnung liefern können, bzw. inwieweit noch andere Fernerkundungsdaten zusätzlich eingesetzt werden sollten (z.B. Radardaten oder höher aufgelöste optische Daten unterschiedlicher Quellen). Dafür wurde eine Auswahl von punktbasierten Schadereignissen (Rutschungen, Sturmschäden, Flutereignisse) über speziell erstellte semantische Modelle analysiert und qualitativ interpretiert. Speziell für Schadereignisse mit räumlich und zeitlich größerer Ausdehnung (Rutschungen, Sturmschäden im Wald) konnte gezeigt werden, dass hinsichtlich Ausmaß und zeitlich detailliertere Informationen inkl. z.T. auch der Wiederherstellung, Fernerkundungsdaten wichtige komplementäre Informationen liefern können (vergleiche Abbildungen 11 und 12).

Insbesondere die Ergänzung von räumlicher Ausdehnung und zeitlichem Verlauf von Schadensereignissen, die in den Datenbanken meist nur punktbasiert gespeichert werden, bietet sich hier an. Über die Analyse des Schadenevents hinaus, ist auch das Monitoren von Wiederherstellungsprozessen (z.B. Wiederbewaldung nach Sturmereignissen) möglich.

Für Flutereignisse gibt es häufig Limitierungen in optischen Daten hinsichtlich Wolkenbedeckung, hier können Anwendungen auf Basis von Sentinel-1 Radardaten hilfreich sein. Eine mögliche Erweiterung könnte die Kopplung mit der neuen Copernicus Flutmonitoring-Komponente sein, die eine kontinuierliches Monitoring von Flutereignissen auf Sentinel-1 Daten bereitstellen wird.

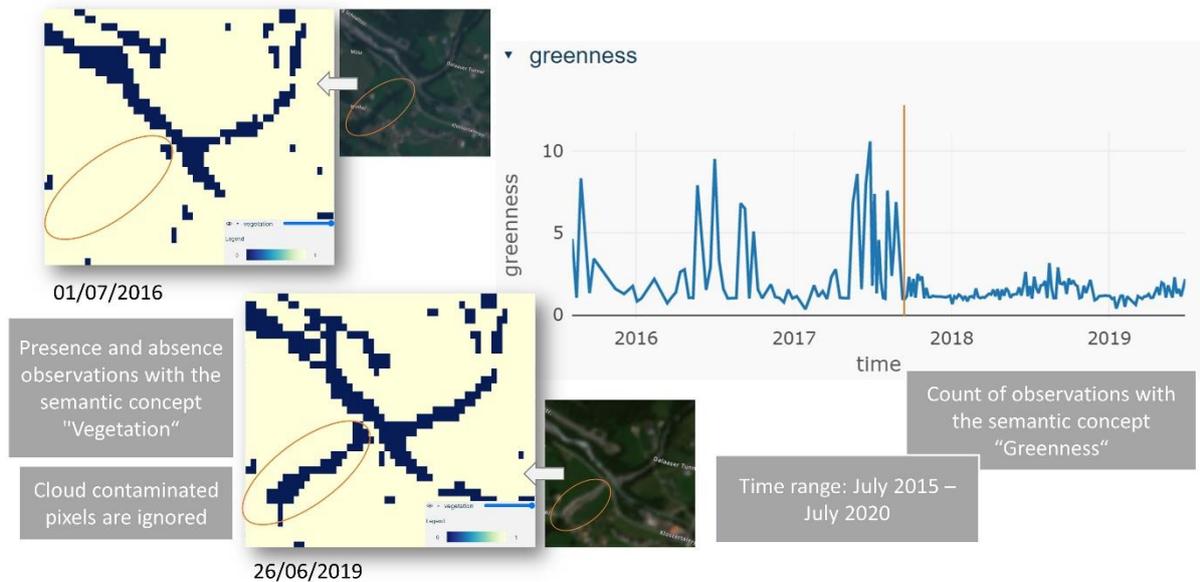


Abbildung 11: Semantische Abfrage im Sen2Cube.at System für einen Murgang in Vorarlberg. Das verwendete Modell zeigt eine räumliche und zeitliche Analyse von Vegetation vs. Nicht-Vegetation in der Umgebung eines Ereignisses, dass in der Datenbank nur punktbasiert vorliegt. Mit solchen Auswertungen können sowohl die räumliche Ausdehnung, aber auch auf wenige Tage genau das Ereignis zeitlich eingeordnet werden (z.B. zur Validierung bzw. zum kontinuierlichen Monitoring). Der semantische Data Cube erlaubt solche ad-hoc Abfragen in ganz Österreich ab 2015 (Sentinel-2 Daten Verfügbarkeit) auf verschiedensten semantischen Kategorien und wie in diesem Beispiel auch wolkengefiltert für langjährige Zeitreihen.

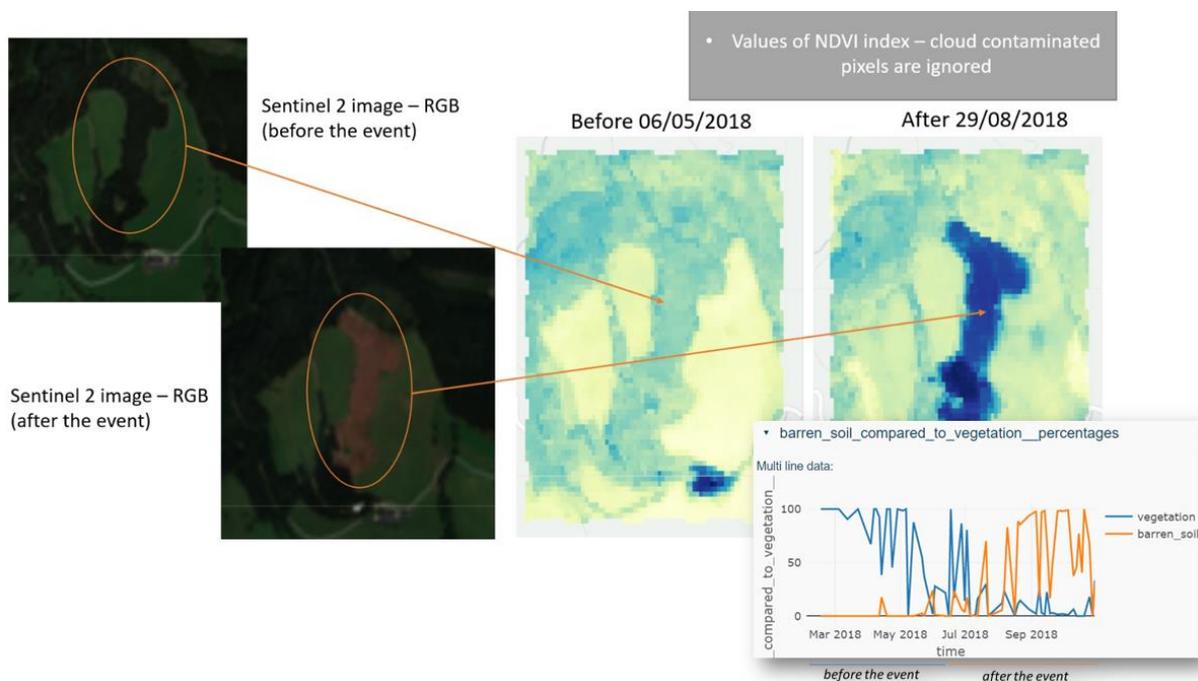


Abbildung 12: Semantische Abfrage im Sen2Cube.at System für Waldschaden durch Sturm in der Steiermark. Das verwendete Modell zeigt eine räumliche Veränderung basierend auf einfachen NDVI Analysen und eine zeitliche Analyse von semantischen Konzepten Vegetation vs. Bare-Soil um die zeitliche

Entwicklung dazustellen. Die zeitliche Abfrage zeigt auch, dass solche Ereignisse in optischen Fernerkundungsdaten nicht immer sofort im ganze Ausmaß sichtbar sind, durch die Analyse von vielen Zeitschnitten basierend auf frei zugänglichen Sentinel-2 Daten kann dies kompensiert bzw. auch die Entwicklung der Schadensflächen aufgezeigt werden.

Für Schadensereignisse mit kleiner räumlicher Ausdehnung, Ereignissen die gar nicht von "oben" gesehen werden können (z.B. überflutete Keller) oder sehr kurze Ereignisse (z.B. Sturzfluten) sind generell eher nicht mit aktuellen Fernerkundungsmethoden sinnvoll zu analysieren. Ein Fokus auf bestimmte Schadereigniskategorien wird daher empfohlen.

Neben der Bereitstellung von Zusatzinformationen für Ereignisbeschreibungen können Erdbeobachtungsdaten auch zur Detektion von sogenannten „near miss“ Ereignissen, also Ereignissen, die zu keinem beobachteten Schaden geführt haben, herangezogen werden.

Der Sen2Cube.at Service ist aktuell als Demonstrator eingerichtet und daher nicht operationell, kann aber über OGC-konforme Services eingebunden werden.

Impaktmodelle

Zwei Sturmschadenmodelle wurden hinsichtlich ihrer Anwendungs- und Einsatzmöglichkeiten für CESARE im Rahmen des Projekts untersucht: das Sturmschadenmodell der ETH Zürich innerhalb der Plattform CLIMADA und das JR-Sturmschadenmodell von JOANNEUM RESEARCH – LIFE.

CLIMADA ist eine Software-Plattform für Impaktmodelle. Sie beinhaltet probabilistische Impaktmodelle für Naturkatastrophen und errechnet zusätzlich die abgewendeten Schäden (Nutzen) von verschiedenen Adaptationsmaßnahmen (von grauer zu grüner Infrastruktur, Verhaltensänderungen, etc.). CLIMADA wird in der Gruppe Wetter- und Klimarisiken an der ETH Zürich und in internationaler Zusammenarbeit entwickelt und ständig erweitert. CLIMADA ist open-source mit einer öffentlichen Lizenz verfügbar (<https://wcr.ethz.ch/research/climada.html>). Die Funktionalitäten sind in wissenschaftlichen Publikationen dokumentiert (Aznar-Siguan und Bresch, 2019; Bresch und Aznar-Siguan, 2021) und in Manuals und Tutorials anhand von Anwendungsbeispielen beschrieben.

CLIMADA modelliert Risiko als eine Kombination aus Gefährdung (hazard), Exposition (exposure) und Verletzlichkeit (vulnerability). Das Risiko ist eine Kombination aus Wahrscheinlichkeit und Schweregrad eines Impakts. Die Gefährdung enthält die Information zu der Wahrscheinlichkeit sowie zur Intensität. Der Schweregrad wird als Kombination der Gefährdungsintensität, der Exposition und der Verletzlichkeit räumlich aufgelöst errechnet. Die Auflösung der Exposition bestimmt die räumliche Auflösung der Risikorechnung. Als Exposition können einzelne Risiken (zum Beispiel einzelne Gebäude) oder aggregierte Werte auf einem geographischen Grid verwendet werden. Für jedes Element wird für jedes einzelne Event die lokale Gefährdungsintensität mithilfe der Verletzlichkeit mit dem Expositionswert verrechnet um die Auswirkung in absoluter Größe zu erhalten. Diese errechneten Auswirkungen für jedes Event ergeben zusammengenommen das geographisch-aufgelöste und eventbasierte Risiko. Das errechnete Risiko kann anschließend mit verschiedenen Metriken zusammengefasst werden, wie der mittlere jährlich zu erwartende Schaden oder der akkumulierte Schaden für Events mit einer bestimmten Wiederkehrperiode. Ebenfalls kann das Risiko graphisch illustriert werden.

Die Modellierung von Stürmen in CLIMADA wurde in zwei kürzlich erarbeiteten Studien anhand von Gebäudeschäden in der Schweiz implementiert (Welker et al., 2021; Rööslı et al., submitted). Im Rahmen von CESARE wurde das Modell zur Errechnung von Gebäudeschäden durch Stürme auf Österreich angewendet. Je nach Anwendungsbereich (Klima oder Wetter) kommen dabei unterschiedliche Gefährdungs-Datensätze zum Einsatz (siehe unten). Die Exposition im Sinne der Verteilung der Gebäudewerte in Österreich wird anhand der LitPop-Methode auf Basis der Verteilung von Bevölkerung und der Nachtlichtintensität durch Satellitenbilder geschätzt (siehe auch Eberenz et al., 2020). Die Verletzlichkeit wird anhand einer Gebäudeschäden-spezifischen Verletzlichkeitskurve abgebildet, die von Welker et al. (2021) mittels Versicherungsschäden in der Schweiz in Kombination mit dem LitPop-Expositions-Datensatz kalibriert wurde und die Gefährdungsintensität (lokale maximale Böengeschwindigkeit) mit dem Impakt in Verbindung setzt.

Beim **JR-Sturmschadenmodell** handelt es sich um ein stochastisches Modell zur Simulierung von Schäden an Wohngebäuden durch Sturmereignisse in Österreich. Das Modell wurde ursprünglich zur Bewertung des Risikos und der Versicherbarkeit von Sturmschäden in Österreich erstellt (siehe Pretenthaler et al., 2012). Es ging vor allem darum, auf Basis tatsächlicher Schadendaten die Solvency II (QIS5) Gewichtungsfaktoren für Sturmversicherung (Stand 2010) nachzuprüfen, da die offiziellen Faktoren mit den Erfahrungen der Versicherungen nicht übereinstimmten. Ein Grund für die in Abbildung 5 veranschaulichte Diskrepanz zwischen den ursprünglichen Solvency II (QIS5) Gewichtungsfaktoren und den tatsächlichen Erfahrungen der Versicherungswirtschaft wurde darin vermutet, dass für die ursprünglichen Gewichtungsfaktoren je CRESTA-Zone (PLZ-2-Steller) möglicherweise jeweils die Windgeschwindigkeiten in der gesamten Zone berücksichtigt worden waren. Eine solche simplifizierte Interpretation von Windgeschwindigkeiten kann insbesondere in stark hochalpin geprägten Regionen wie Tirol zu Problemen führen, da dort die höchsten Windgeschwindigkeiten im unbewohnten Gebirge auftreten und die Schadwirkung somit deutlich überschätzt wird. Die Idee hinter dem JR-Sturmschadenmodell war daher, nur die Windgeschwindigkeiten in bewohnten Gebieten zu berücksichtigen und diese mit den tatsächlichen Schadenerfahrungen der Versicherungen zu verknüpfen.

Die derzeitige Version ist auf versicherte Schäden an Wohngebäuden (exkl. Inhalt) auf PLZ-2-Steller-Ebene kalibriert. Eine grobe Zuordnung der Schäden auf Gemeindeebene ist in einem Nachbearbeitungsschritt möglich. Als Input wird ein gebäudewertgewichteter Windindex verwendet. Er basiert zum einen auf einer Zeitreihe zu geschätzten Gebäudewerten, die mittels Rasterdaten zum Gebäudebestand (Statistik Austria) und der European Settlement Map (Copernicus) generiert wurde und zum anderen auf Böen-Windgeschwindigkeiten aus dem INCA-Datensatz (ZAMG) während Sturmereignissen. Beim Modell selbst handelt es sich um ein hierarchisches Bayes (top-down) Modell für den Logarithmus des Schadens in einer PLZ-2-Steller-Region. Die Residuen werden dabei symmetrisch und mit Tail einer Gammaverteilung modelliert. Die Berechnung der Sturmschäden erfolgt mittels Monte Carlo Methode.

Das CLIMADA- und das JR-Sturmschadenmodell funktionieren grundsätzlich auf sehr ähnliche Art und Weise. Bei beiden Modellen handelt es sich um probabilistische Impaktmodelle, wobei bei den Ausgangsdaten zu Gefährdung (Wahrscheinlichkeit und Intensität von Sturmevents in Form lokaler maximaler Böen-Windgeschwindigkeiten) und Exposition (lokaler Gebäudebestand bzw. -wert) jeweils auf ähnlich hohe räumliche Auflösungen zurückgegriffen wird. Das JR-Sturmschadenmodell wurde mittels österreichischer Daten zu versicherten Gebäudeschäden kalibriert, bietet derzeit als höchste Auflösung jedoch lediglich die Gemeindeebene an. Die Verletzlichkeitskurven im CLIMADA-Sturmschaden-

modul wurden hingegen mittels Schweizer Versicherungsschäden an Gebäuden kalibriert, dafür werden in höchster Auflösung Schäden auf 1 km² Rasterebene geliefert. Für beide Modelle gilt jedoch, dass die Unsicherheit mit dem räumlichen Detailgrad steigt.

Die Performance und Qualität von Top-Down Impaktmodellen wie den CLIMADA- und das JR-Sturmschadenmodellen hängt stark von der Qualität der verfügbaren Kalibrierungs- und Eingangsdaten ab. Die Modelle können ihre Vorteile und Qualitäten also insbesondere dann gut ausspielen, wenn möglichst viele sowie räumlich und zeitlich hinreichend hochaufgelöste Impakt- bzw. Schadendaten für die Kalibrierung der Modelle vorhanden sind. Neben der Möglichkeit, dass Impaktmodelle für CESARE Zusatzinformationen bereitstellen, können andererseits also auch Impaktmodelle von den Schadendaten einer standardisierten, räumlich und zeitlich hinreichend hochaufgelösten sowie möglichst vollständigen Ereignis- und Schadendatenbank stark profitieren, indem sich Modellunsicherheiten reduzieren lassen.

Aufgrund ihrer ähnlichen Funktionsweise eignen sich das CLIMADA- und das JR-Sturmschadenmodell grundsätzlich für dieselben Anwendungsbereiche. Drei solcher möglichen Anwendungsbereiche mit potentielltem Nutzen für CESARE werden im Folgenden beschrieben, wobei zu Illustrationszwecken jeweils beispielhaft auf eines der beiden Modelle zurückgegriffen wird.

Klimatologische Analysen (am Beispiel CLIMADA)

Für die Illustration klimatologischer Analysen mittels CLIMADA wurde auf den „WISC Storm Footprint“ – Datensatz (Maisey et al., 2017) zurückgegriffen. Er umfasst insgesamt 149 historische Sturmereignisse in Europa im Zeitraum 1940 bis 2016, die aufgrund von Versicherungsfällen und maximalen Windgeschwindigkeiten ausgewählt wurden. Für den Datensatz, der eine Gitterweite von 4,4 km aufweist, wurden grobmaschige Reanalysedaten (Quellen: ERA-Interim, ERA-20C und ERA5) mit Hilfe eines dynamischen Wettervorhersagemodells downgescaled.

Aussagen aus der klimatologischen Impakt-Modellierung finden ihre Anwendung u. a. in der Abschätzung durchschnittlicher jährlicher Gesamtschadenssummen in einem definierten Gebiet, bezogen auf ein Referenzjahr für die Exposition. Aus den historischen Winterstürmen des WISC-Datensatzes ergibt sich z. B. für das Land Steiermark eine durchschnittliche Schadenssumme von rund 128.000€, während sich die Schadenssumme für Niederösterreich auf etwa 678.000€ beläuft. Diese Schätzwerte erscheinen gering im Vergleich zu weiteren wetterbedingten Schadrissen, zu beachten sind jedoch die beachtlichen Schwankungen von Jahr zu Jahr, die von keinen Schäden bis zu Schadenssummen von über 100 Mio. € reichen (siehe in Abbildung 13 am Beispiel Niederösterreich). Die Auswertungen zeigen, dass sowohl in der Steiermark als auch in Niederösterreich mit Jahressummen an Gebäudeschäden infolge von Stürmen mit 100 Mio. € gerechnet werden muss, allerdings mit Unterschieden in der Jährlichkeit der Ereignisse (ca. 60 Jahre in der Steiermark vs. ca. 10 Jahre in Niederösterreich, siehe Abbildung 14 für das Beispiel Niederösterreich).

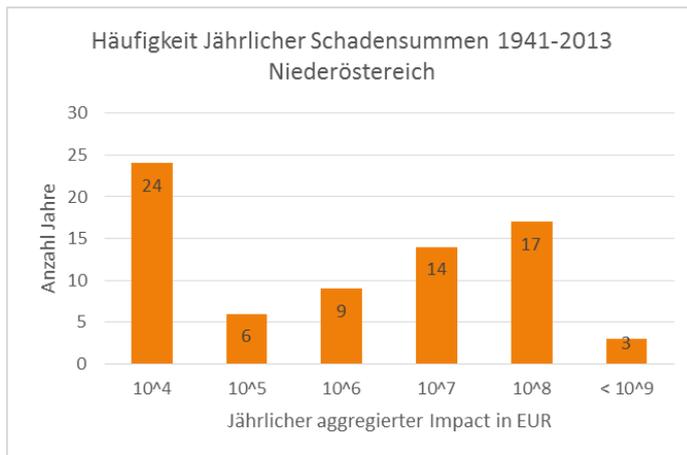


Abbildung 13: Häufigkeitsverteilung des jährlichen aggregierten Impact auf Basis des WISC-Datensatzes für Niederösterreich.

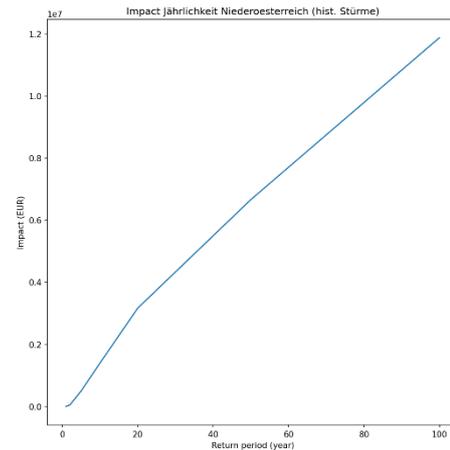


Abbildung 14: Geschätzte Jährlichkeit der Impacts für Niederösterreich

Ex-ante Sturmschadenwarnungen (am Beispiel CLIMADA)

Ein weiteres mögliches Anwendungsgebiet sind Ex-ante Sturmschadenwarnungen. Die Impactmodelle können als Gefährdungsinformation die Wettervorhersage (maximale Böengeschwindigkeit) verwenden und in Kombination mit Exposition und Verletzlichkeit die aufgrund der Vorhersage zu erwartenden Schäden errechnen. Im folgenden Beispiel wird zur Illustration auf die Wettervorhersage des Deutschen Wetterdienstes (DWD, opendata.dwd.de) mit zwei Tagen Vorwarnzeit zurückgegriffen. Es ist wichtig zu erwähnen, dass die Unsicherheit in solchen Schadensvorhersagen sehr hoch ist. Die Unsicherheit der Exposition und Verletzlichkeit verbindet sich mit der Unsicherheit der Wettervorhersage. Die resultierende Schadensvorhersage mitsamt Unsicherheit kann verschieden dargestellt werden, um eine Entscheidungsgrundlage für die Planung der Erhebungstätigkeiten darzustellen. Je nach Entscheidung kann auf ein Worst-Case Szenario (die schadentreibensten Wettermodellläufe) oder auf die mittleren oder durchschnittlichen Szenarien abgestützt werden.

Abbildung 15 zeigt die Vorhersage von zu erwartenden Sturmschäden für den 21. Januar 2021 aufgrund der Wettervorhersage vom 19. Januar 2021 für die Steiermark. Auf der linken Seite wird der durchschnittliche zu erwartende Gebäudeschaden über alle Wettermodellläufe pro Gitterpunkt für die Steiermark gezeigt. In den Gebieten rund um Voitsberg und Deutschlandsberg wird die Möglichkeit von kleinen Schäden vorhergesagt. Auf der rechten Seite wird die Verteilung der 40 Gesamtschadenschätzungen, die sich aus den 40 Wettermodellläufen ergeben, als Histogramm dargestellt. Der durchschnittliche Gesamtschaden für das Bundesland ist mit 164.000 Euro vorhergesagt. Die Unsicherheit ist immer noch beträchtlich, wie für eine Wettervorhersage mit zwei Tagen Vorwarnzeit üblich, jedoch ist die vorhergesagte Wahrscheinlichkeit, dass sich der Gesamtschaden im tieferen 6-stelligen Bereich hält, über 50%.

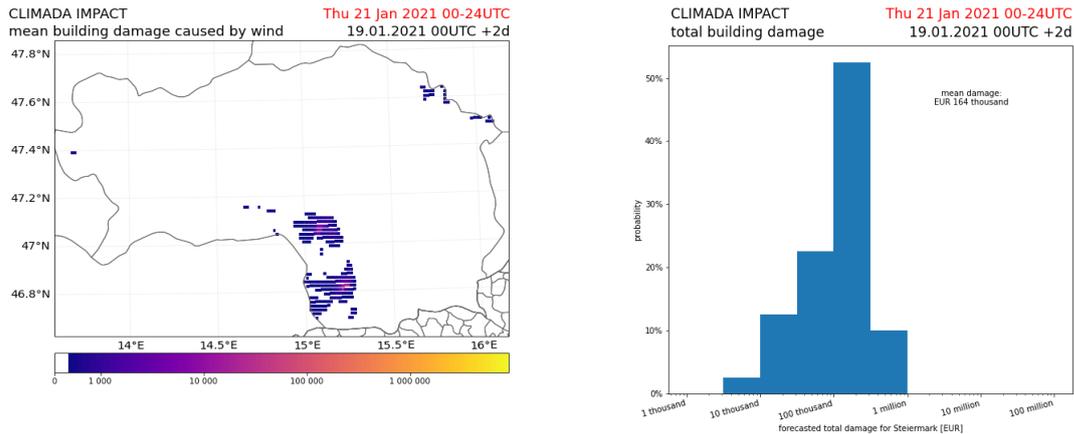


Abbildung 15: Die Vorhersage von zu erwartenden Sturmschäden für den 21. Januar 2021 aufgrund der Wettervorhersage vom 19. Januar 2021.

Lückenfüllung CESARE-Datenbank (am Beispiel JR-Modell)

Versicherte Schäden sind in den Originaldaten, die für den CESARE-Demonstrator zur Verfügung stehen, nur in sehr limitiertem Ausmaß enthalten. Je nach Naturgefahr kann dies zu mehr oder weniger stark ausgeprägten Lücken in der CESARE-Datenbank führen. Im Falle von Wohngebäuden dürfte es sich bei einem Großteil der Sturmschäden um versicherte Schäden handeln, da Sturmschäden am und im Haus üblicherweise über die Eigenheimversicherung und die Haushaltsversicherung abgedeckt sind und die Marktdurchdringung hier hoch ist. Die Füllung derzeitiger CESARE-Datenlücken im Bereich versicherter Sturmschäden an Wohngebäuden stellt damit ein weiteres mögliches Anwendungsgebiet der betrachteten Sturmschadenmodelle dar. Das JR-Sturmschadenmodell ist bereits eigens auf versicherte Sturmschäden an Wohngebäuden kalibriert. Zu beachten ist allerdings, dass die Modellsimulationen vielmehr einen Eindruck über die Größenordnung des Schadens als eine exakte Schadensschätzung. Die Schwankungsbreiten der simulierten Schäden können mitunter hoch sein, wobei die Unsicherheit mit der räumlichen Auflösung zunimmt. In aggregierter Form eignen sich die Ergebnisse aber gut, um unterschiedliche Sturmereignisse hinsichtlich ihres Schadenpotentials zu vergleichen bzw. Vergleiche zu großen Stürmen in der Vergangenheit zu ziehen.

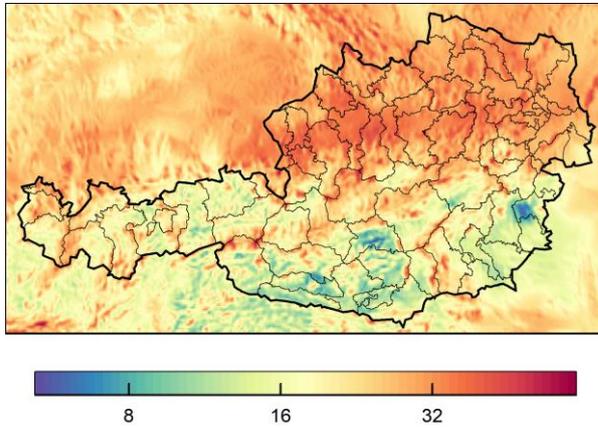
Am Beispiel der drei besonders schadträchtigen Stürme Kyrill, Paula und Emma stellt 4 die tatsächlichen versicherten Schäden an Wohngebäuden den mittels JR-Sturmschadenmodell simulierten versicherten Schäden (Erwartungswert und 90 %-Konfidenzintervall) gegenüber. Abbildung 16 veranschaulicht zudem für Sturm Kyrill den Weg von den maximalen Böen-Windgeschwindigkeiten, der bebauten Wohnfläche und den Gebäudewerten hin zum Windindex, auf dessen Basis das JR-Sturmschadenmodell die versicherten Schäden an Wohngebäuden simuliert.

Tabelle 4: Tatsächlicher versicherter Schaden an Wohngebäuden vs. Simulierter Schaden (Erwartungswert und 90 %-Konfidenzintervall) für die Stürme Kyrill, Paula und Emma.

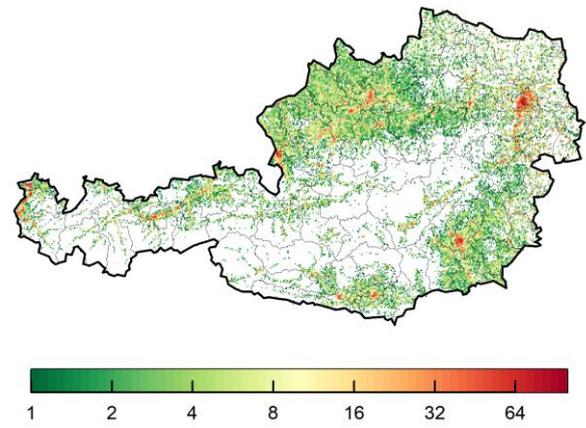
	Kyrill	Paula	Emma
Ereignisdatum	18.-19.1.2007	26.-28.1.2008	1.-3.3.2008
Tatsächlicher Schaden (Mio. €)	160	62	111
Simulierter Schaden (Mio. €)			

Erwartungswert	175	51	77
90%-Konfidenzintervall	57-428	16-101	26-171

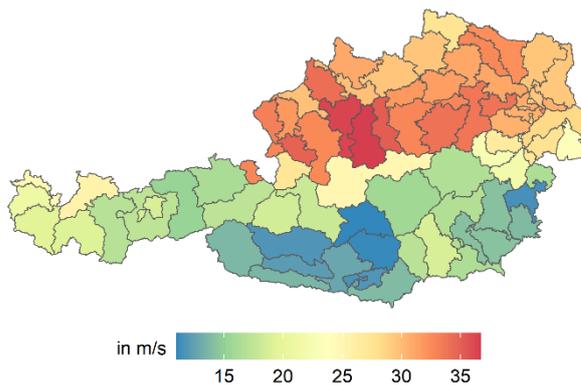
a) Maximale Böen-Windgeschwindigkeit in m/s



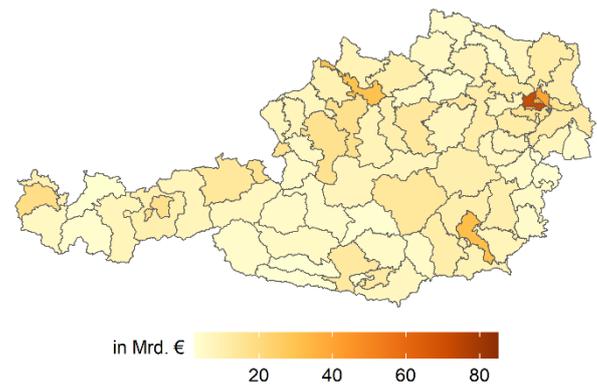
b) Anteil bebautes Wohngebiet in %



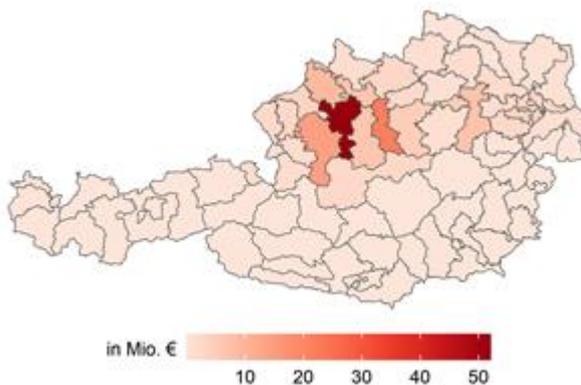
c) Windindex in m/s



d) Gebäudewerte in Mrd. € (laufende Preise)



e) Erwartungswert der simulierten versicherten Schäden in Mio. € (laufende Preise)



f) Tatsächliche versicherte Schäden in Mio. € (laufende Preise)

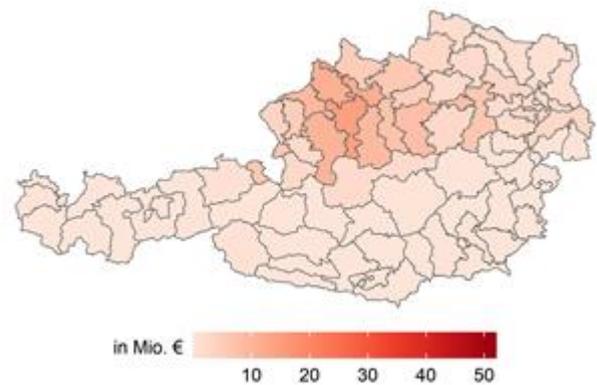


Abbildung 16: Sturm Kyrill (18.1.2007-19.1.2007) – Maximale Böen-Windgeschwindigkeiten per 1 x 1 km Raster (a), Anteil bebautes Wohngebiet je 1 x 1 km Rasterzelle (b), Windindex als gebäudewertgewichtete maximale Böen-Windgeschwindigkeit auf PLZ-2-Steller-Eben (c), Gebäudewerte zu laufenden

Preisen (d) sowie mittels JR-Sturmschadenmodell simulierte (e) und tatsächliche (f) versicherte Schäden an Wohngebäuden auf PLZ-2-Steller-Ebene.

Was die analysierten potentiellen Einsatzmöglichkeiten der Sturmimpaktmodelle betrifft (klimatologische Analysen, ex-ante Sturmschadenwarnungen, Lückenfüllungen in der CESARE-Datenbank), zeigt sich, dass derzeit vorhandene Modellunsicherheiten das Anwendungsspektrum zum Teil einschränken. Für das Füllen von Datenlücken in der CESARE-Datenbank – etwa im Bereich versicherter Sturmschäden – eignen sich die probabilistischen Impaktmodelle derzeit nur bedingt. So geben die Modellsimulationen zwar einen guten Eindruck über die Größenordnung des Schadens, eignen sich aufgrund der mitunter hohen Schwankungsbreiten vorerst aber nicht für exakte Schadensschätzungen. Hier muss sich der Einsatzbereich vorläufig mehr auf die Ermittlung der Größenordnung der Lücken als auf die Füllung der Lücken beschränken. Mit verbesserten Kalibrierungsdaten könnten Modellunsicherheiten jedoch reduziert werden. Zu den derzeit vielversprechenderen Einsatzbereichen zählen hingegen klimatologische Analysen zum Sturmschadenpotential, etwa was erwartete Schäden bei einem 50-jährigen, 100-jährigen oder 200-jährigen Sturmereignis bzw. Sturmschadenjahr betrifft, sowie ex-ante Sturmschadenwarnungen. Letztere können bereits kurz vor einem Ereignis Auskunft über die voraussichtlich betroffenen Regionen und die jeweiligen Größenordnungen des zu erwartenden Schadens geben, was einerseits die Einsatzplanung im Bereich Katastrophenschutz und Blaulichtorganisationen, aber auch die Planung von Schadenerhebungstätigkeiten unterstützen kann.

9.2 NEAR-MISS BZW. POTENTIELLE EVENTS

Potentielle Events stellen Ereignisse dar, die rein aus meteorologischer Sichtweise Schäden hätten verursachen können, jedoch in keiner der analysierten Schad- bzw. Ereignisdatenbanken erfasst wurden. Um robuste Statistiken für Jährlichkeiten und Eintrittswahrscheinlichkeiten anbieten zu können, wurden in CESARE auch Anstrengungen unternommen, diese potentiellen schadenbringenden Ereignisse zu bestimmen.

Für die Ableitung von potentiellen Events wurden die punktverorteten Daten des WLK (WLV) sowie GEORIOS (GBA) verwendet und diese mit den gegitterten Niederschlagsdaten aus dem SPARTACUS-Datensatz gekoppelt. Durch anschließende Anwendung multivariater statistischer Techniken wurden potentiell schadauslösende Wettersequenzen, sogenannte „Hazard Trigger Patterns (HTPs)“ identifiziert (siehe Enigl et al., 2019). Die Ableitung von HTPs erfolgt für unterschiedliche Kombinationen aus Gefahrenkategorie und betrachteter Region. Aufgrund der hohen benötigten Rechenressourcen, wurden die Analysen nur für zwei Subregionen gemacht. So wurden HTPs für den Hazard „Massenbewegungen – Gleiten/Rutschen/Fließen“ in der südöstlichen Steiermark wie auch für die Gefahr „Hochwasser“ im südwestlichen Niederösterreich bestimmt. Potenzielle Ereignisse werden als Regionen (Gitterpunkte) definiert, in denen ähnliche Niederschlagsmuster wie bei den identifizierten HTPs aufgetreten sind, ohne jedoch Schäden zu verursachen. Zur Bestimmung solcher Ereignisse werden alle Gitterpunkte über der betrachteten Region untersucht und die sogenannten Pseudo-Principal Components berechnet. Diese werden berechnet, indem beobachtete Niederschlagsreihen an den Gitterpunkten in den EOF-Raum projiziert werden. Der minimale euklidische Abstand zwischen den Principal Components und den Pseudo-Principal Components wird ausgewertet und ein Schwellenwert verwendet, um die potenziellen Ereignisse für jeden Gitterpunkt im Zeitraum von 2005 bis 2018 zu identifizieren.

Der Anteil dieser Tage zu den Gesamttagen in der untersuchten Periode wurde als Kartenform graphisch aufbereitet.

Exemplarisch werden die Ergebnisse für „Massenbewegungen – Gleiten/Rutschen/Fließen“ in der süd-östlichen Steiermark (Klimaregion „Vorland“ - <https://www.umwelt.steiermark.at/cms/ziel/25206/DE/>) gezeigt. In dieser Region wurden im Zeitraum von 2005 bis Ende 2018 insgesamt 436 der Kategorie „Massenbewegung - Gleiten/Rutschen/Fließen“ in den Datensätzen der WLTV und der GBA registriert.

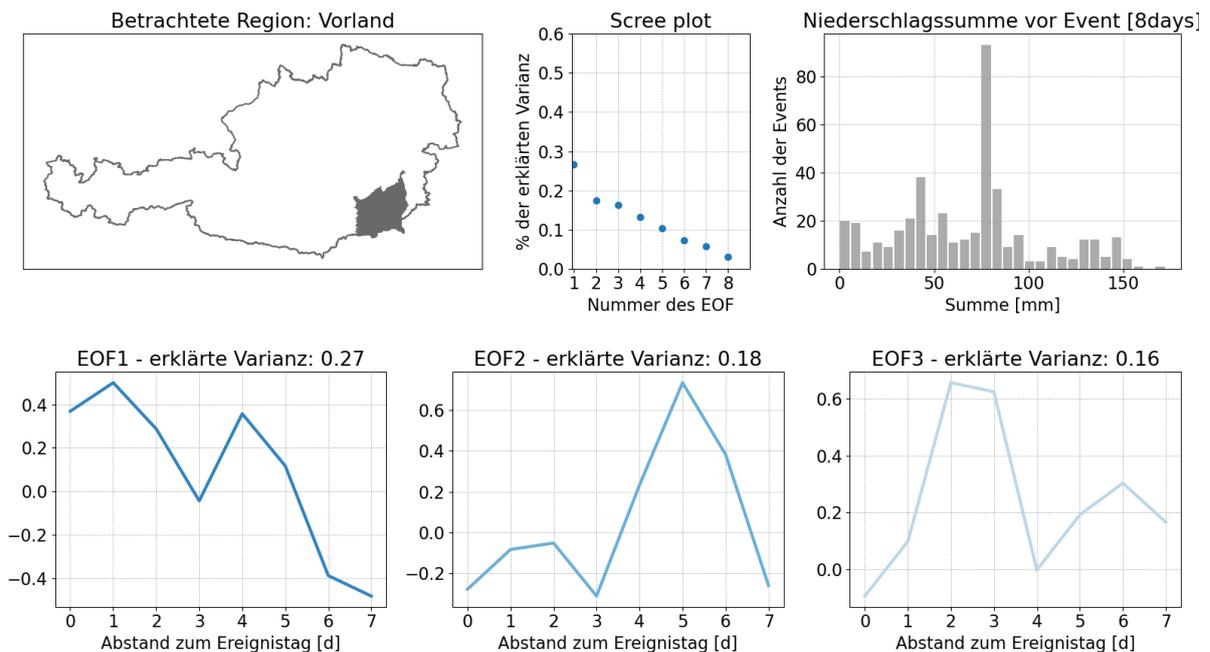


Abbildung 17: Hazard Trigger Patterns für den Prozess „Massenbewegungen – Gleiten/Rutschen/Fließen“ in der Klimaregion „Vorland“ in der Steiermark (zweite Zeile). Detaillierte Beschreibungen der einzelnen Subplots finden sich im Fließtext.

Beschreibung der Hazard Trigger Patterns

Abbildung 17 zeigt in der ersten Zeile von links nach rechts die betrachtete Region, den sogenannten Scree Plot, der die Werte der erklärten Varianz für die einzelnen EOFs zeigt, und die Verteilung der 8-tägigen Niederschlagssumme vor dem Event. Die zweite Reihe zeigt die drei führenden Eigenvektoren (=EOFs), die die Hazard Trigger Pattern darstellen. Auf der Abszisse ist der zeitliche Abstand zum Ereignistag aufgetragen, die EOFs charakterisieren die potentiell zu einem Schadevent führenden Niederschlagsverläufe in der Woche vor einem Ereignis. EOF1 (erklärte Varianz von 27%) zeigt in der Woche vor dem Eintritt eines Schadeignisses einen durchwegs steigenden Niederschlagsverlauf, mit einem lokalen Maximum am Tag 4 vor dem Event. Das Niederschlagsmaximum tritt am Tag vor dem Ereignis ein, bevor es am Ereignistag selbst zum Rückgang kommt. Dem entgegengesetzt steht EOF2 (erklärte Varianz von 18%), der durch hohe Niederschlagsmengen in der zweiten Wochenhälfte vor dem Event, somit einer markanten Vorbefeuchtung charakterisiert ist. EOF3 (erklärte Varianz von

16%) zeigt eine geringe Vorbefeuchtung in den Tagen 5,6 und 7 vor dem Event, die Niederschlagsmaxima treten jedoch an den Tagen 2 und 3 vor Ereigniseintritt ein. Zum Ereignistag hin nimmt der Niederschlag ab.

Beschreibung der potentiellen Events

Auf Basis der in Abbildung 17 gezeigten HTPs für die Kategorie „Massenbewegungen - Gleiten/Fließen/Rutschen“ in der steirischen Klimaregion „Vorland“ werden in Folge verwendet, um potentielle Events in diesem Gebiet zu identifizieren. Dafür wird ihre Ähnlichkeit zu den im Methodikteil eingeführten *Pseudo Principal Components* an jedem betrachteten Gitterpunkt bestimmt. Aufgrund der hohen Rechenressourcen, die für die Berechnung der PPCs notwendig ist, werden pro Gemeinde in der Zielregion nur vier Gitterpunkte betrachtet. Das Resultat dieser Berechnung ist nun eine Liste an Datumsangaben, an denen rein meteorologisch gesehen ein Schadereignis hätte auftreten können, dies aber nicht stattfand. Pro Gitterpunkt wird der Anteil dieser Tage zu dem gesamt betrachteten Tagen bestimmt und über die Gemeinde gemittelt.

Die resultierenden Werte für die Gemeinden in der Region „Südost-Steiermark“ zeigt Abbildung 18. Hellrote Gemeinden repräsentieren nur einen geringen Anteil an potentiellen Events in der Untersuchungsperiode von 1 bis 1.5%. Je dunkler die Rottöne werden, desto größer ist der Anteil an diesen Events, wobei die am stärksten betroffenen Gemeinden im Nordosten der Zielregion zu finden sind. Betrachtet man jedoch zusätzlich die tatsächlich aufgetretenen Ereignisse in diesem Gebiet, so treten in den Gemeinden mit den höchsten Anteilen nicht die meisten tatsächlich registrierten Ereignisse auf. Die abgeleiteten HTPs beschreiben ausschließlich klimatologische bzw. meteorologische Charakteristika, die potentiell zu einem Ereignis führen können. Andere Faktoren, die für das Auftreten von gravitativen Massenbewegungen relevant sind, wie beispielsweise Vegetation oder Hangneigung werden in den HTPs nicht abgebildet. Ebenso können bereits in Kraft getretene Mitigationsmaßnahmen Grund für das geringere Auftreten tatsächlich registrierter Events in diesen Regionen sein.

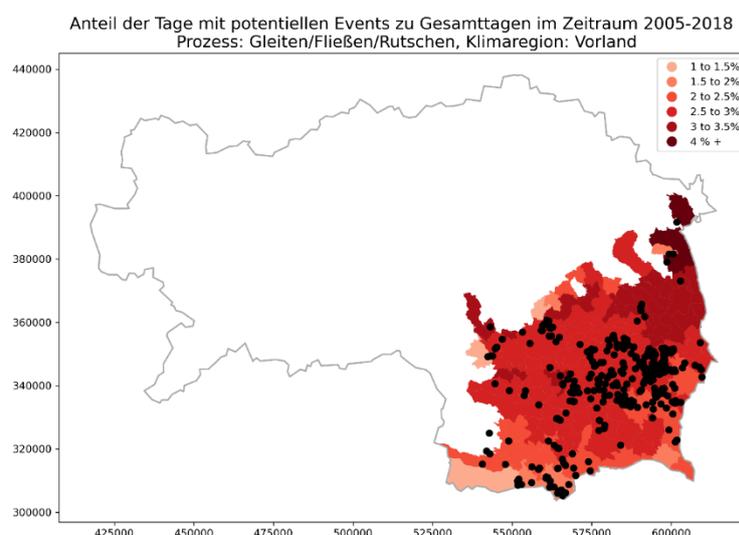


Abbildung 18: Auswertung potentieller Events für die Kategorie „Massenbewegung – Gleiten/Fließen/Rutschen“ in der steirischen Klimaregion „Vorland“. In Rot wird der Anteil an Tagen, an denen rein aus den vorherrschenden meteorologischen Bedingungen ein (Schad-) Ereignis hätte stattfinden

können, zu den Gesamttagen in der Periode von 1.1.2005 bis 31.12.2018 dargestellt. Die schwarzen Punkte beschreiben tatsächlich aufgetretene und in den Datenbanken der WLV und GBA registrierte Ereignisse.

10. TECHNISCHE ARCHITEKTUR DES DEMONSTRATORS

Die technische Implementierung des CESARE Demonstrators basiert auf dem Risk Data Hub (RDH) der vom Disaster Risk Management Knowledge Center (DRMKC) entwickelt wurde (Antofie et al. 2019). Der RDH ist eine WebGIS-Plattform die Schadens- und Risikodaten auf europäischer Ebene auf unterschiedlichen Skalen (lokal bis global) zusammenstellt und damit EU-Mitgliedsstaaten in ihren DRM-Aktivitäten unterstützen soll. Die technische Umsetzung des in Abbildung 5 beschriebenen konzeptionellen Modells wurde technisch wie in Abbildung 19 dargestellt umgesetzt:

Grundsätzlich ist der CESARE Demonstrator passwort-geschützt via <https://vccesare-dev.zamg.ac.at/> erreichbar und bietet ein internes Nutzermanagementsystem, welches verschiedenen Nutzergruppen verschiedene Rechte zuweist. Somit können auch für die Zukunft die Zugriffe und Nutzungseinhaltungen genau geregelt werden.

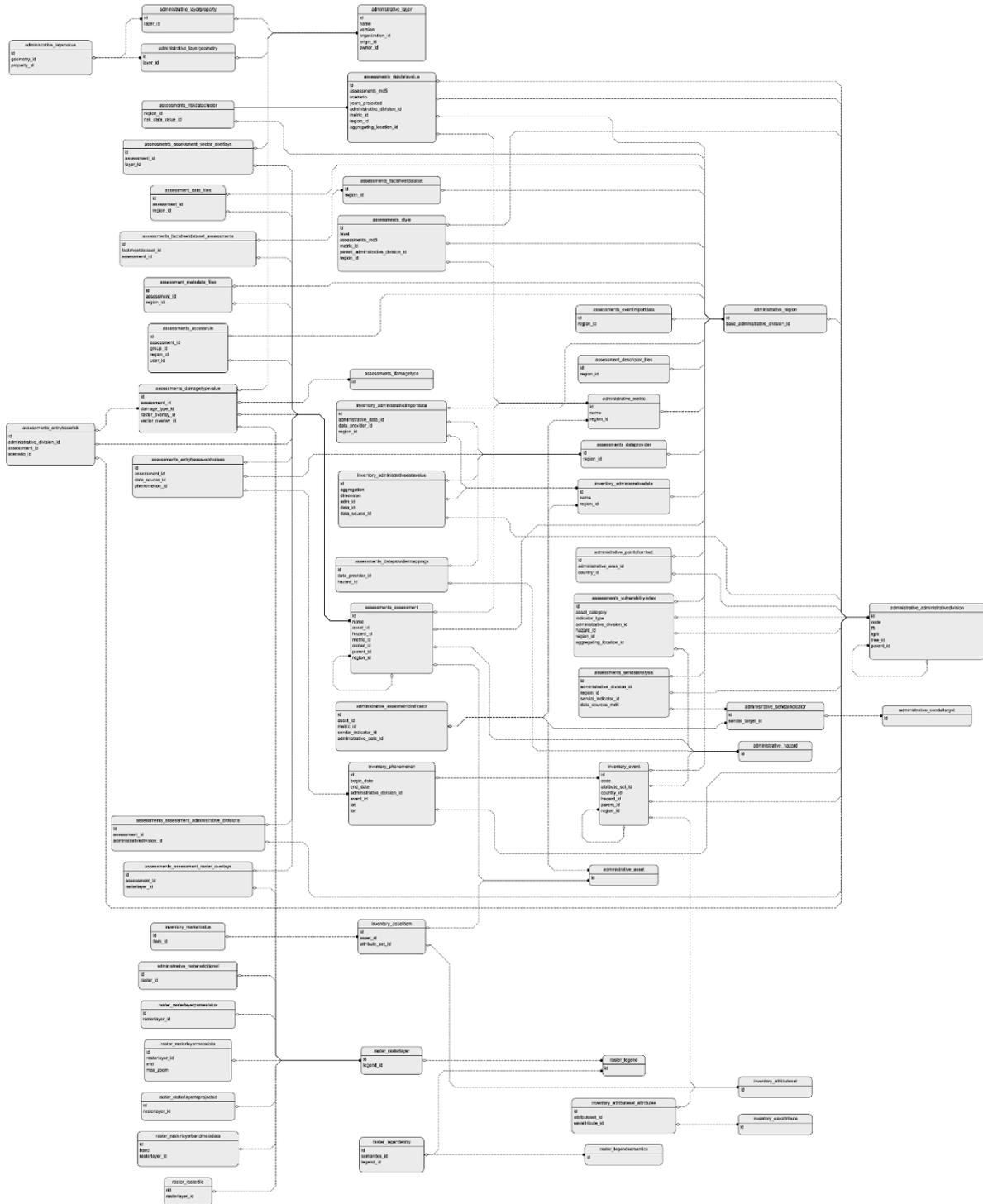


Abbildung 19: Das CESARE Datenmodell in der technischen Umsetzung.

Im CESARE-Demonstrator wurde ausschließlich das Schaden-Modul (Damages / Losses) des RDH verwendet, welches für die CESARE Ziele angepasst und erweitert wurde. Das <Vulnerability/Exposure>-Modul wird vom CESARE-Demonstrator nicht verwendet. Während das Backend (API) weitestgehend kompatibel zum RDH ist, wurde das Web-Frontend vollständig ersetzt (siehe Abbildung 20).

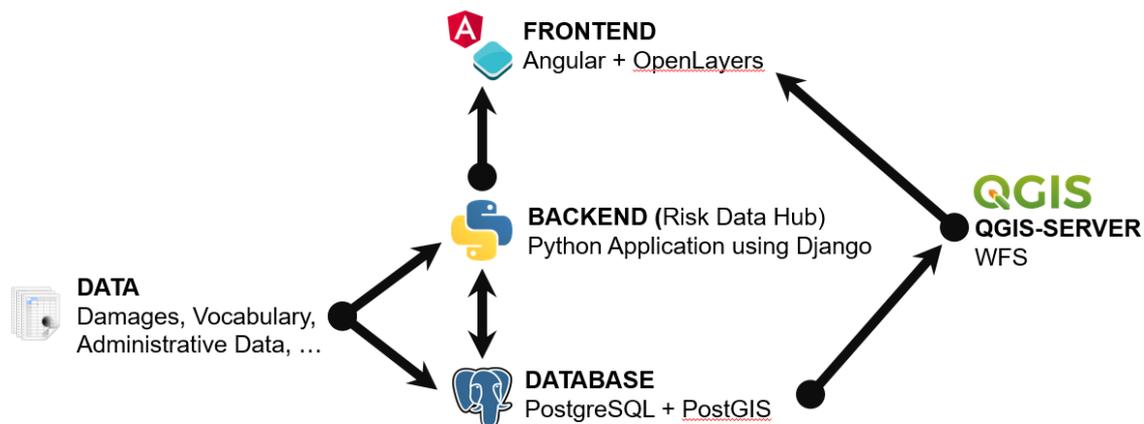


Abbildung 20: Technischer Aufbau und Spezifikationen des CESARE Demonstrators.

Ersetzt wurden außerdem die Schadensarten/-objekte (Hazards/Assets) durch das standardisierte CESARE Vokabular und das interne Identifikationsschema für Ereignisse. Des Weiteren nutzt der CESARE-Demonstrator zur geographischen Aggregation nicht wie der RDH NUTS Regionen, sondern Bundesländer, politische Bezirke und Gemeinden. Die kleinste Ebene auf der die Daten aggregiert werden ist also nicht wie im RDH NUTS3 sondern die Gemeinde.

11. DER DEMONSTRATOR UND SEINE FUNKTIONALITÄTEN

Insgesamt wurden im Zuge des CESARE Projektes über 140.000 Ereignis- und Schadensbeschreibungen aus den verschiedenen verfügbaren Datenquellen analysiert. Unter Anwendung des von uns vorgeschlagenen Harmonisierungsverfahrens und des Algorithmus zur Definition von Ereignissen wurden 63.972 Ereignisse (52.579 Komposita) mit einem direkten Sachschaden von insgesamt 1.125 Millionen Euro (in laufenden Preisen), (Not-)Einsatzkosten von insgesamt 21 Millionen Euro (in laufenden Preisen) und 20.000 direkt betroffenen Personen (Tote, Verletzte oder Evakuierte) zwischen 2005 und 2018 in den betrachteten österreichischen Bundesländern ermittelt.

Die Darstellung und der Zugang zu all diesen Informationen wurde über das CESARE Web-Portal bestehend aus zwei Hauptmodulen organisiert. In einem Kartenmodul werden alle Schadendaten auf administrative Regionen aggregiert angezeigt (vergleiche Abbildung 21). Ereignisse können generell nach Datum, Schadenart und Schadensobjekt gefiltert und visualisiert werden. Punktverortete Daten sind als Zusatzinformation farbkodiert nach der Datenquelle zusätzlich verfügbar. Alle Daten sind anonymisiert. Außerdem werden für ausgewählte Ereignisse Overlays mit Niederschlags- oder Winddaten, sowieso Vorher/Nachher Vergleiche mit Erdbeobachtungsdaten angeboten. Ein Zusatzmenüfeld erlaubt es ausgewählte Schadereignisse direkt auszuwählen. Diese Funktionalität basiert auf dem Wunsch sogenannte frequently asked events schneller aufzufinden. Im Demonstrator wurden diese Events als Testcases zur weiteren Evaluierung (siehe Kapitel 12) ausgewählt.

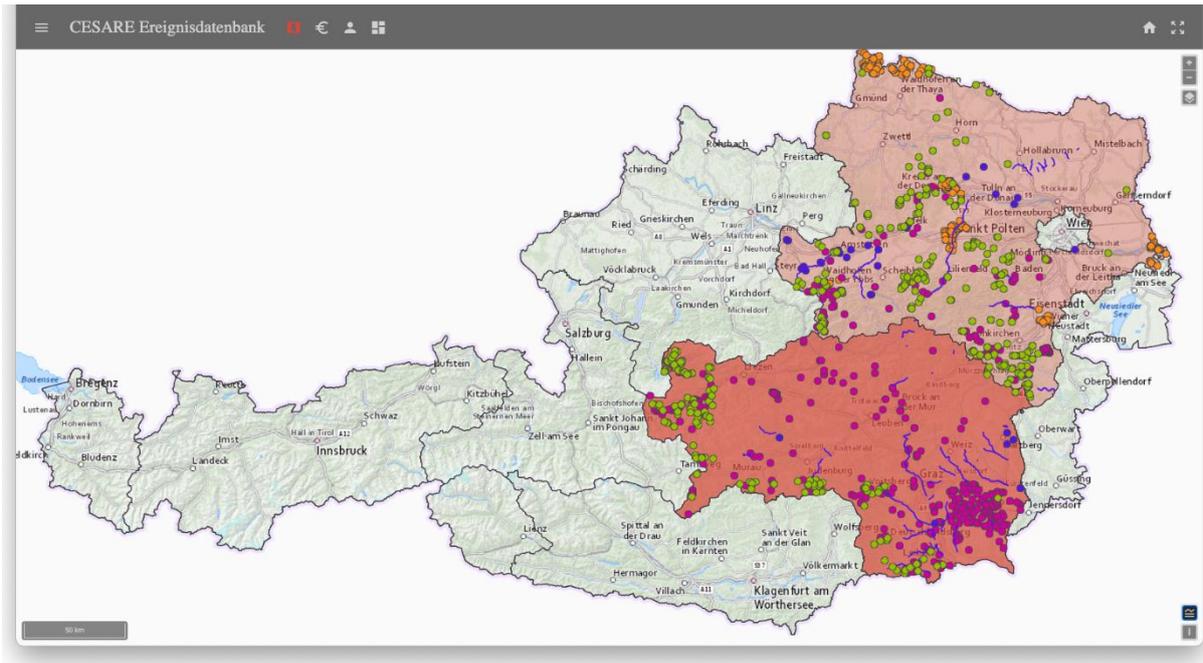


Abbildung 21: Map-Service des des CESARE Demonstrators.

Abbildung 22 zeigt die Darstellung eines Testcases, der die volle Funktionalität des Demonstrators mit mehreren Datenlayern präsentiert.

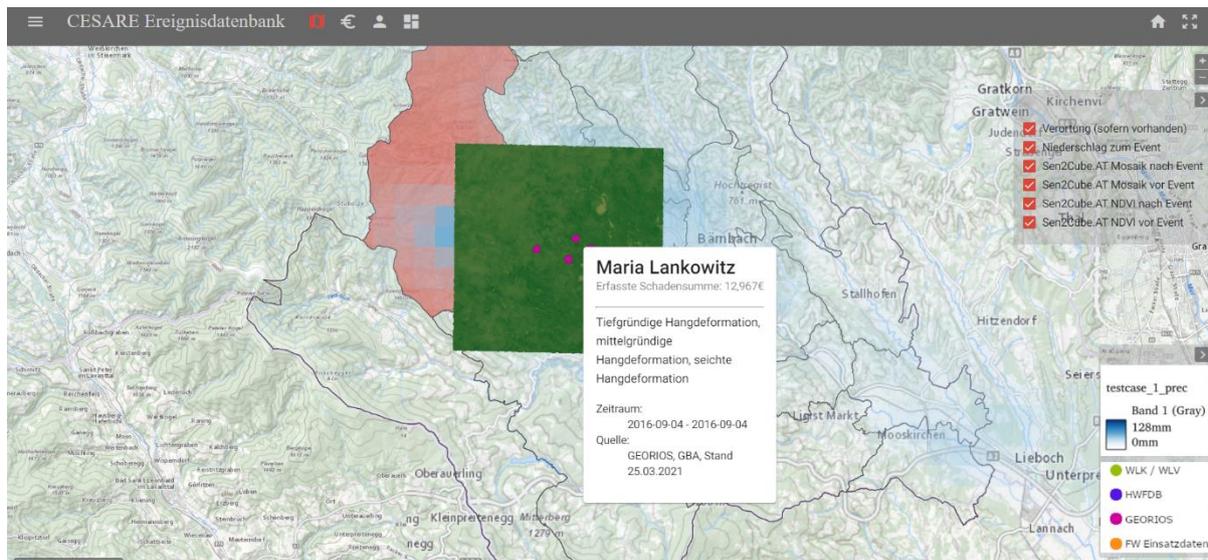


Abbildung 22: Map-Service eines Testcases im CESARE Demonstrator. Bei ausgewählten Ereignis sind mehrere zusätzlich Datenlayer zur Analyse verfügbar.

Zusätzlich zu der Kartenansicht bietet der Demonstrator 3 Dashboards, die man über die Hauptmenüzeile ansteuern kann. Das „€“ Symbol führt zum Dashboard „Sachschäden“ (siehe Abbildung 23). Dieses Dashboard zeigt die Schäden jener Gemeinden/Bundesländer an, die in der Kartenansicht und den Filterkriterien ausgewählt wurden. Im Header des Dashboards werden die Anzahl der erfassten Einzelschäden sowie die Schadensumme (abhängig von den Filterkriterien) angezeigt. Das Dashboard besteht des Weiteren aus zwei Tortendiagramme, die einerseits der Summe der Schäden abhängig von

der Schadensart (rot) sowie andererseits die Summe der Schäden nach Schadensobjekt (blau) anzeigen. In den gleichen Farben findet sich Balkendiagramme zu den Schäden per administrativer Einheit, wiederum dargestellt in Abhängigkeit der Filterkriterien.

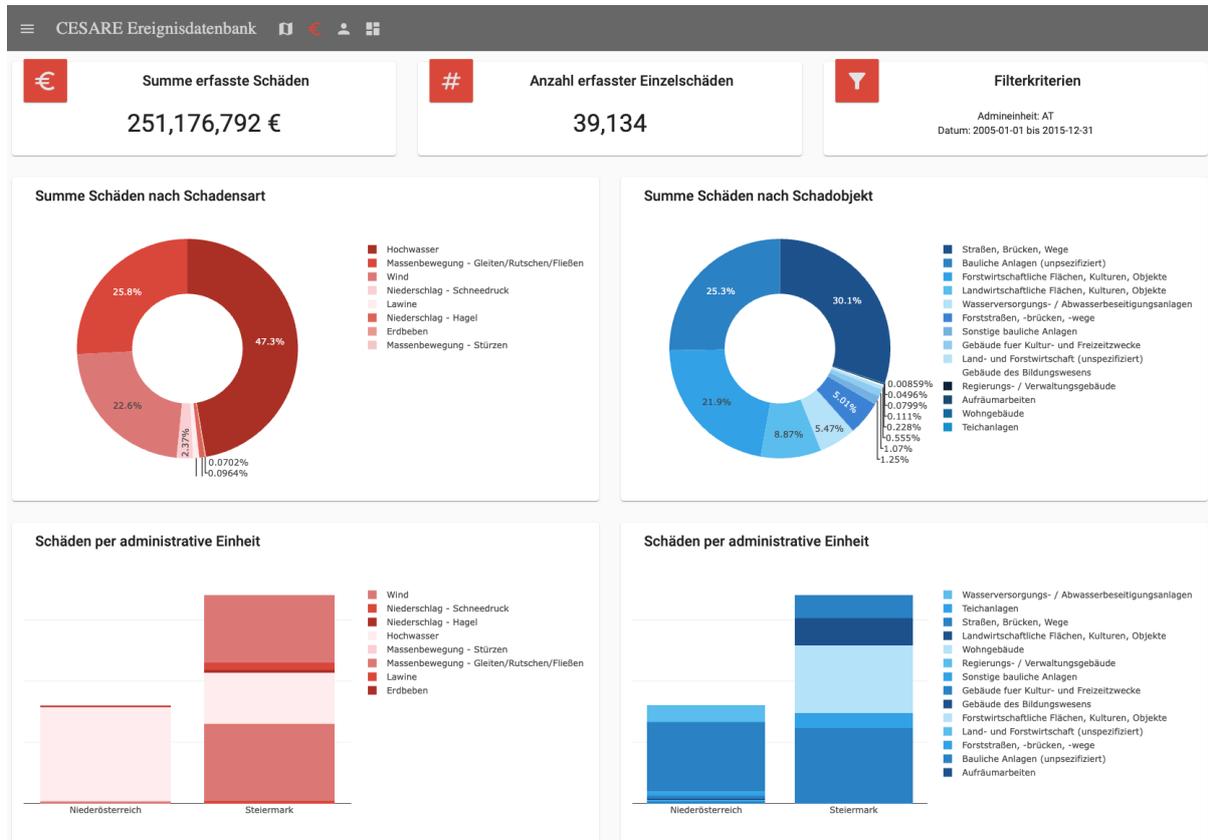


Abbildung 23: Dashboard „Sachschäden“ im CESARE Demonstrator.

Das Dashboard „Personenschäden“ (anzeigbar durch das Personensymbol in der Navigationsleiste) fasst die Personenschäden abhängig von den gesetzten Filterkriterien zusammen (siehe Abbildung 24). Die oberste Leiste zeigt eine Zusammenfassung der Informationen: es wird die Gesamtanzahl der geschädigten Personen, die Anzahl der erfassten Ereignisse wie auch die Anzahl der erfassten Einzelmeldungen abgebildet. In der linken Spalte werden in Rot die Summe der Personenschäden kategorisiert nach ihrer Schadensursache in Form einer Tortengraphik dargestellt. In dem darunter stehenden Balkendiagramm ist die Aufteilung der Personenschäden nach administrativer Einheit aufgezeigt. Rechts, in blau, werden die Personenschäden nach ihrer Art – Tote, Verletzte, Evakuierte, anteilmäßig gezeigt; darunter befinden sich wiederum die Balken je nach administrativer Einheit.

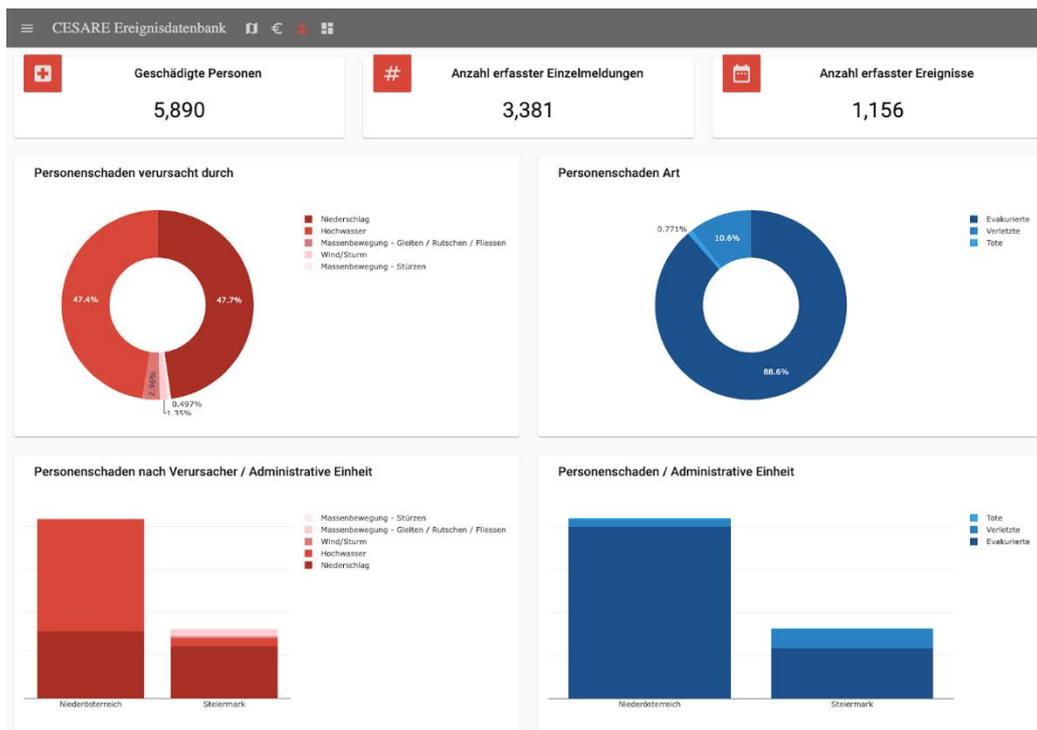


Abbildung 24: Dashboard "Personenschäden" im CESARE Demonstrator.

Zusätzlich wird ein Dashboard mit der Darstellung der Sendai-Indikatoren angeboten (siehe Abbildung 25). In dieser Zusammenfassung werden die Sendai-Ziele A, B und C dargestellt. Das Sendai-Ziel A umfasst die Minimierung der weltweiten Katastrophensterblichkeit bis 2030 mit dem Ziel, die durchschnittliche Sterblichkeitsrate pro 100.000 Einwohner zwischen 2020 und 2030 im Vergleich zu 2005-2015 zu senken. Das Ziel B beschreibt die erhebliche Verringerung der Zahl der betroffenen Menschen weltweit bis 2030 mit dem Ziel, die durchschnittliche Zahl pro 100.000 Menschen zwischen 2020 und 2030 im Vergleich zu 2005-2015 zu senken. Das Sendai-Ziel C fokussiert sich auf die wirtschaftliche Komponente und stellt die Verringerung der direkten wirtschaftlichen Verluste durch Katastrophen im Verhältnis zum globalen Bruttoinlandsprodukt (BIP) bis 2030 dar. Die genannten drei Ziele werden in Form von Diagrammen mit der Baseline 2005-2015 graphisch dargestellt. Dabei werden in den jeweiligen Balkendiagrammen die Anteile je nach Gefahrenkategorien (dritte Detailstufe des Vokabulars) unterschieden.

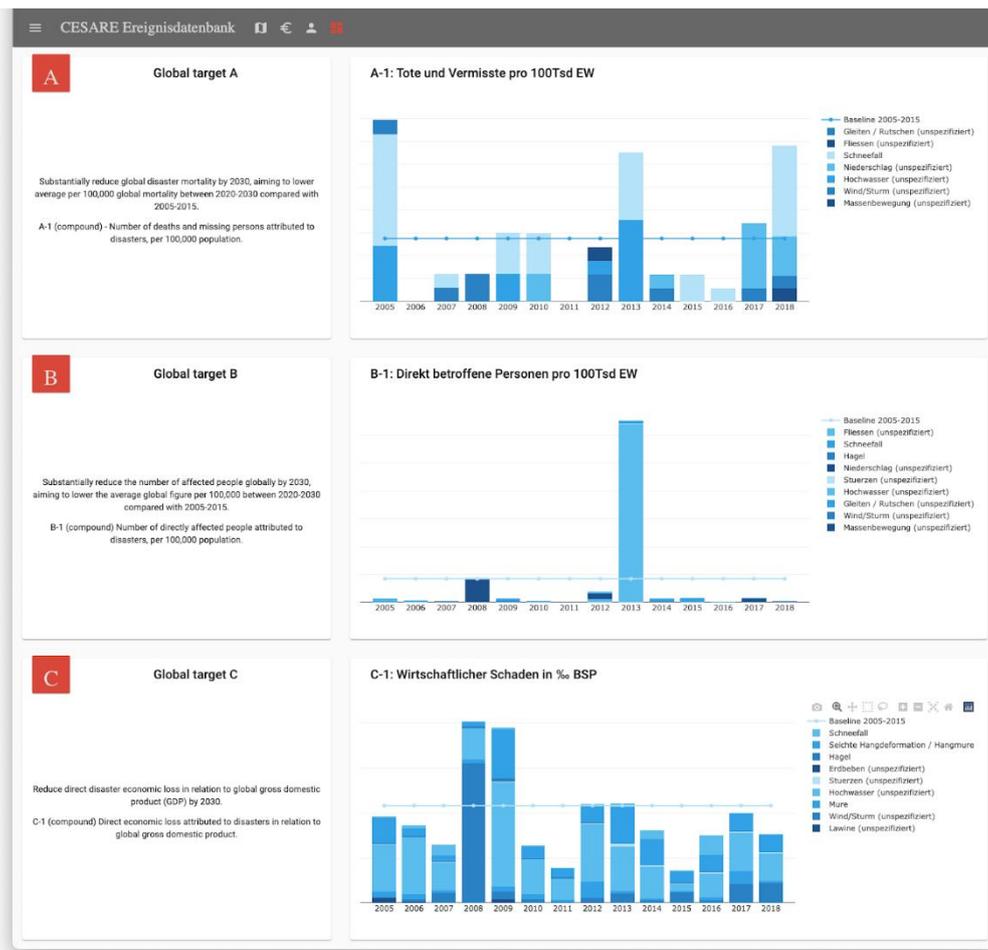


Abbildung 25: Dashboard "Sendai-Indikatoren" im CESARE Demonstrator.

12. FUNKTIONALITÄT DES GESAMTSYSTEMS

Um die Qualität des entwickelten Prozesses und der harmonisierten Daten sowie um die generelle Nutzerfreundlichkeit des Web-Portals zu evaluieren wurde in CESARE ein aufwändiger Funktionalitätstest durchgeführt. Für diese Prüfung wurden Key Performance Indikatoren (KPIs) entwickelt, Nutzerfeedback eingeholt und Teststudien durchgeführt.

12.1 SPEZIFIZIERUNG GEEIGNETER KEY PERFORMANCE INDIKATOREN

Als Key Performance Indikatoren werden in der Betriebswirtschaftslehre Kennzahlen bezeichnet, mit denen die Leistung von einzelnen Produkten – wie dem CESARE Demonstrator als Geoinformationsprodukt- bewertet werden kann.

Neben der technischen Gestaltung von Geoinformationsprodukten ist die Bewertung ihrer Qualität sowie der Übereinstimmung mit den spezifischen Nutzerbedürfnissen ein wesentlicher Schritt im Produktionsablauf; sowohl vor und als auch nach der endgültigen Bereitstellung dieser Produkte. Dies soll

die Qualität der gelieferten und der künftigen Produkte sowie die Übereinstimmung der enthaltenen Informationen mit den im Voraus geäußerten Nutzeranforderungen gewährleisten. Dieser Vorgang kann als (Benutzer-)Validierung des Produkts bezeichnet werden. Nach O'Keefe, 1982 bedeutet Validierung, "das richtige System zu bauen", während Verifizierung bedeutet, "ein System richtig zu bauen".

Die Validierung wird dabei als ein obligatorischer Schritt innerhalb eines Produktionsablaufs definiert, der auf den Benutzeranforderungen aufbaut. Mit anderen Worten, über die Beantwortung der Frage "Tun wir das Richtige richtig?" hinaus ist die Validierung erforderlich, um die Frage "Tun wir das Richtige?" zu beantworten. (Zeil und Lang, 2009; d'Oleire-Oltmanns et al., 2015).

An diesem Ansatz festhaltend, wurden für die Bewertung des Demonstrators und damit einhergehend für die Validierungskomponenten „Bauen wir das System richtig?“ und „Bauen wir das richtige System?“ verschiedene Kriterien definiert, anhand derer dann eine Vielzahl an Attributen bewertet werden. Diese Kriterien umfassen die Bereiche „Relevanz“, „Anwendbarkeit“, „Impakt“, „Wissenschaftliche Validität/Verlässlichkeit“, „Effektivität“, „Transferierbarkeit“, „Skalierbarkeit“ und „Standardisierung“. Innerhalb dieser Kriterien werden noch ein oder mehrere Attribute definiert, für deren Bewertung jedoch Anforderungen (Requirements) an den Demonstrator notwendig sind. Die Validierungstabelle mit den genannten Kriterien, Attributen und Anforderungen wird in Tabelle 5 dargestellt.



Tabelle 5: Validierungstabelle

Validation component	Criteria	Attribute	Requirement
Are we doing the right thing?	Relevance	Nutzung	Das Tool/Service wird von Nutzern aktiv und regelmäßig genutzt.
	Applicability	Verständlichkeit (Tool)	NutzerInnen können intuitiv und ohne größere Trainings das Tool nutzen. Eine Dokumentation ist verständlich, einfach und verfügbar (ggf. mit regelmäßigen Updates)
		Modularer Aufbau (Tool)	Das Tool ist modular aufgebaut und erlaubt Erweiterungen, bzw. auch eigene Nutzung individueller Komponenten.
Impact	Relevanz für Entscheidungsunterstützung	Nutzung des Tools von EntscheidungsträgerInnen zur Entscheidungsfindung und Entscheidungsunterstützung.	
Are we doing the right thing right?	Scientific Validity/ Reliability	Räumliche Abdeckung (Service)	Das Tool und seine Daten decken Niederösterreich und Steiermark komplett ab, bzw. bestehen keine regionalen Lücken auf Grund von grundsätzlicher Datenbereitstellung.
		Inhaltliche Vollständigkeit	Das Tool beinhaltet relevanten Daten, und deckt diese auch für die relevanten Schäden und Gefahren ab.
		Verlässlichkeit der Informationen (Qualitätschecks & Validierung)	Das Tool beinhaltet validierte Daten. Ein transparenter und dokumentierter Prüfmechanismus ist vorhanden, wird angewendet und laufend validiert. Validierung wird durch Case Studies getestet.
		Datenqualität /-güte	Qualitative Einschätzung der Originaldaten zwecks Qualität und Güte (Messgenauigkeit, Glaubwürdigkeit, Unstimmigkeiten, etc.) sowie der Harmonisierung-Prozesse.
		Robustheit/Aussagekraft	Wird durch relevante Aufbereitung der Daten ermöglicht.
	Effectiveness	Stand der Technik (Tool)	Das Tool ist auf dem Stand der Technik (Backend/Frontend) und folgt Standards.
		Open Source (Tool)	Das Tool verwendet Open Source Tools bzw. ist auf freien Lizenzen aufgebaut.
		Effizienz/nachhaltig durchführbar	Die Kosten für den Betrieb des Tools sind effizient und mittelfristig gesichert.
		Teilautomatisierbar	Das Tool ist teilautomatisiert vor allem bzgl. der Ereignisidentifikation und des Prüfens der Daten.
	Transferability	Datenintegration, Datenextraktion und Schnittstellen (inhaltlich)	Leichtes Integrieren /Extrahieren der Informationen/ Daten -Nutzbarkeit für Sendai, nationale Risikoanalyse und Katastrophenfond-meldungen
		Schnittstelle zu anderen Tools (auch international) (Tool)	Es gibt (standardisierte) Schnittstellen zu anderen (internationalen) Tools und Daten und erlaubt so das Einbinden und Austauschen von Daten/Services.

	Scalability	Erweiterbarkeit (Tool)	Das Tool kann technisch, inhaltlich und von seiner Funktionsweise erweitert werden.
	Standardisation	Daten und Datenschutzaspekte (Tool) / Datenschutzkriterien	Das Tool integriert und wendet gültige Datenschutzbestimmungen an.
		Metadaten vorhanden	Daten sind mittels standardisierter Metadaten dokumentiert (zumindest Pflichtfelder)



Basierend auf der definierten Validierungstabelle wurden zwei unterschiedliche Umfragen erstellt, die einerseits eine Evaluierung von (externen) NutzerInnen des CESARE Systems in Richtung Verständlichkeit und Handhabbarkeit andererseits eher auf eine technische Evaluierung in Richtung Robustheit, Effizienz und Skalierung abzielten. Antwortmöglichkeiten waren zwischen 0 und 5 gegeben, wobei 0 die schlechteste Bewertung und keine Güte anzeigt und 5 die beste Bewertung darstellt. Sowohl für die Evaluierung der generellen Nutzerbarkeit als auch für die technische Evaluierung wurden Nutzerfeedback per Fragebogen als auch im Rahmen des finalen Stakeholderworkshops eingeholt und ausgewertet (siehe Tabelle 6).

Tabelle 6: Ergebnisse der Nutzungsevaluierung:

Ergebnisse für die Evaluierung durch Nutzer:innen

KPI	Bewertung					
	0	1	2	3	4	5
Nutzung					x	
Verständlichkeit (Tool)					x	
Modularer Aufbau (Tool)				x		
Relevanz für Entscheidungsunterstützung					x	
Inhaltliche Vollständigkeit					x	

Ergebnisse der internen Evaluierung

KPI	Bewertung					
	0	1	2	3	4	5
Räumliche Abdeckung (Service)					x	
Inhaltliche Vollständigkeit					x	
Verlässlichkeit der Informationen (Qualitätschecks & Validierung)					x	
Datenqualität /-güte					x	

Robustheit/Aussagekraft					x	
Stand der Technik (Tool)					x	
Open Source (Tool)						x
Effizienz/nachhaltig durchführbar			x			
Teilautomatisierbar				x		
Datenintegration, Datenextraktion und Schnittstellen (inhaltlich)					x	
Schnittstelle zu anderen Tools (auch international) (Tool)			x			
Erweiterbarkeit (Tool)						x
Daten und Datenschutzaspekte (Tool) / Datenschutzkriterien						x
Metadaten vorhanden						x

Die Evaluierung der Nutzbarkeit fiel sehr positiv aus und wurde im Mittelwert mit der Note 4 bewertet. Ausreiser nach unten gab es im Rahmen der technischen Feedbacks und dort in Richtung nachhaltiger Durchführbarkeit als auch Schnittstelle zu anderen Tools. Beide Bewertungen ergeben sich durch die aufwändige Arbeit des Harmonisierungsprozesses und die nur begrenzt mögliche Automatisierung.

12.2 EVALUIERUNG DES GESAMTSYSTEMS ANHAND VON TESTCASES

Neben der Evaluierung an Hand von Key Performance Indikatoren, wie vorhin beschrieben, wurde der gesamte CESARE Harmonisierungsprozess auch anhand von Einzeluntersuchungen für verschiedene Ereignisse aus den jeweiligen Gefahrenkategorien „Sturm“, „Überflutung“ sowie „Massenbewegungen“ analysiert. Dabei wurden unterschiedliche groß- und kleinräumige Ereignisse selektiert zum ei-

nen potentielle Gefahren für Überschneidungen und Doppelzählungen zu identifizieren und um möglichen Informationsgewinn durch das Zusammenführen unterschiedlicher Datenquellen zu evaluieren. Folgende Ereignisse wurden so aufbereitet:

Überflutung:

- Donauhochwasser: 30.5.-4.6.2013, Niederösterreich
- Kleinskalige Überflutung: 16.-17.4.2018, Steiermark

Sturm:

- Kyrill: 17.1.-21.1.2007, Steiermark und Niederösterreich
- Kleinskalige Sturmböe mit Gewitter: 23.6.2008, Steiermark
- Kleinskalige Sturmböe mit Gewitter: 14.5.2014, Niederösterreich

Massenbewegungen:

- Gleiten/Rutschen/Fließen: 4.9.2016 (Maria Lankowitz/Steiermark)
- Stürzen: 6.6.2017 (Sonntagberg/Niederösterreich)

Compound Event

- 11.9.2014-16.9.2014, Südsteiermark, Starkregen, Hochwasser, Massenbewegung

Abbildung 24 zeigt exemplarisch eine solche Analyse für das Compound Event 2014 in der Steiermark:

In der zweiten Septemberwoche 2014 sorgte ein markanter Tiefdruckwirbel mit Kern über Slowenien für hohe Niederschlagssummen. Verschärft wurde die Situation durch lokale Gewitter und Starkregeneignisse, insbesondere am 13. September 2014. Diese meteorologischen Bedingungen führten am 13. und 14. September zu Massenbewegungen sowie zu Überschwemmungen an zahlreichen Fließgewässern in der Steiermark, wobei die Flüsse Sulm und Saggau und deren Nebenflüsse am stärksten betroffen waren. Die Datenbank GEORIOS meldet für den betrachteten Zeitraum 54 punktuelle Massenbewegungsereignisse in der Steiermark. Die textliche Schadensbeschreibung enthält keine Hinweise auf menschliche Verluste, erwähnt aber mehrere beschädigte Straßen und mehrere betroffene Gebäude. VIOLA berichtet auch von mehreren Massenbewegungsvorgängen in verschiedenen Gemeinden, die mit einigen der in GEORIOS dokumentierten Massenbewegungen übereinstimmen könnten. Die Feuerwehr musste ausrücken, aber es liegen keine Informationen über die Einsatzkosten vor. Die textlichen Schadensbeschreibungen beziehen sich auf betroffene Gebäude, Straßen und öffentliche Infrastrukturen. Darüber hinaus sind menschliche Verluste in Form von etwa 10 Evakuierten dokumentiert. Der HWFDB-Datensatz dokumentiert 17 liniengebundene Hochwasserereignisse im betrachteten Zeitraum, die Schäden an der Hochwasserschutzinfrastruktur in Höhe von 2,4 Millionen Euro verursachten. Der WLK-Datensatz weist für den betrachteten Zeitraum weitere neun punktuelle Hochwasserereignisse aus. Für diese neun Hochwasserereignisse sind im WLK-Datensatz keine Verluste an Menschen und Schutzgütern (Wildbach- und Lawinenverbauungen) ausgewiesen. In den Dokumentationen der Landesverwaltung über außerordentliche Schäden bei Naturkatastrophen sind für den betrachteten Zeitraum 1.174 Schadensätze enthalten, die nicht versicherte Schäden (Reprodukti-

onskosten) in der Gesamthöhe von 9,3 Millionen Euro aufgrund von Hochwasser und Massenbewegungen ausweisen. 7,9 Millionen Euro stammen aus dem Datensatz zu Schäden am Vermögen natürlicher und juristischer Personen, weitere 1,4 Millionen aus dem Datensatz zu Schäden am Vermögen des Landes Steiermark. Betroffenes Eigentum umfasst Gebäude und Anlagen, Verkehrs- und Leitungsinfrastruktur sowie land- und forstwirtschaftliche Güter.

Abbildung 26 fasst die harmonisierten Informationen aus den verfügbaren Datensätzen mit den oben angeführten detaillierten Katastrophendatensätzen zusammen. Der harmonisierte dokumentierte Gesamtschaden beläuft sich auf 11,7 Millionen Euro und stammt aus drei komplementären Datensätzen. Vier verschiedene Arten von Eigentum waren betroffen: Gebäude und Einrichtungen (49 % des Gesamtschadens), Verkehrs- und Leitungsinfrastruktur (7 %), Landwirtschaft und Gewerbe (23 %) sowie Schutzinfrastruktur (20 %). Darüber hinaus berichtet der Datensatz VIOLA über menschliche Verluste in der Größenordnung von etwa 10 Evakuierten. Die Datensätze WLK, GEORIOS und HWFDB liefern zusätzliche Informationen über die Punkt- oder Linienlage einzelner Ereignisse oder Prozesse.

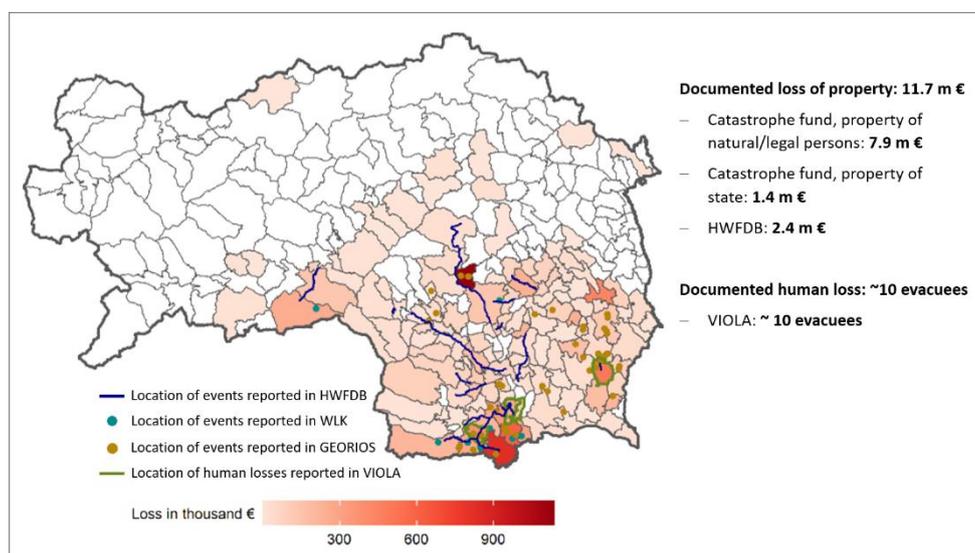


Abbildung 26: Darstellung des harmonisierten Datensatzes bezüglich des Compound Events zwischen dem 11.9.2014-16.9.2014 in der Südsteiermark.

Diese Detailanalyse zeigt eindrucksvoll den erhofften Informationsgewinn durch die Datenzusammenführung. Gleichzeitig zeigt dieses Beispiel aber auch die großen Unsicherheiten bezüglich kommunizierten Schadendaten. Durch das Weglassen einer oder mehrerer Datenquellen können signifikante Abweichungen zum tatsächlich entstandenen Schaden entstehen.

13. ZUSAMMENFASSUNG

Basierend auf den Bedürfnissen und Anforderungen von DRM-relevanten staatlichen Akteuren in Österreich sowie nationalen und internationalen Vorschriften und Empfehlungen haben wir einen Demonstrator (CESARE-System) für eine ereignisbasierte Schadensbilanzierung und Forensik von der lokalen bis zur nationalen Ebene erfolgreich entwickelt und implementiert. Das von uns vorgeschlagene

System baut auf bestehenden Schadensdaten aus verschiedenen Quellen auf und wendet ein Harmonisierungsverfahren an, um diese so weit wie möglich vergleichbar und synergetisch nutzbar zu machen. Auf diese Weise bleiben die primären Quellen und bereits etablierten Monitoring-Prozesse unverändert. Obwohl wir viele der bestehenden und relevanten österreichischen Gefahrendatenbanken integriert haben, erhebt unser System keinen Anspruch auf Vollständigkeit, zeigt aber die Möglichkeiten für eine zukünftige Nutzung klar auf. Für eine mögliche operationelle Anwendungen ist das CESARE-System daher so konzipiert, dass es mit geringem technischen Aufwand um weitere Gefährdungen sowie Datensätze erweitert werden kann. Mit unserem Web-GIS-Portal inklusive Karten- und Dashboard-Diensten kann der in CESARE erzeugte Datensatz einfach abgerufen, aggregiert, gefiltert und analysiert sowie visualisiert werden. Mit diesen Funktionalitäten werden typische Jahresberichte, wie die nationale Risikoanalyse oder die Sendai-Monitor-Berichterstattung, unterstützt. Darüber hinaus können durch den Vergleich der wichtigsten Datenquellen Abweichungen in den Erhebungen festgestellt und somit die Transparenz erhöht werden. Da unsere harmonisierten Daten auf internationalen Standards basieren, können die Daten bei Bedarf leicht in den von der EU empfohlenen Risk Data Hub des DRMKC integriert oder mit Daten des Risk Data Hub verknüpft werden.

Anhand des von uns angewandten Harmonisierungsverfahrens konnten wir wesentliche Erfahrungen für zukünftige Anwendungen gewinnen. Als wesentliche Erkenntnis wurde sichtbar, dass wenn möglich immer alle verfügbaren Datenquellen berücksichtigt werden sollten, um informierten Entscheidungen treffen zu können. Das Nicht-Berücksichtigen von wesentlichen Datenquellen führt zu Verzerrungen und signifikanten Unterschätzungen von Schäden. Neben dem Vorteil der Zusammenführung von Daten und Ereignissen weist die retrospektive Harmonisierung auch Einschränkungen auf, die bei der Interpretation der resultierenden "harmonisierten" Informationen berücksichtigt werden müssen.

Risiko von Überschneidungen oder Mehrfacheinträgen von Ereignissen: Die ursprünglichen Datenätze weisen teilweise Unterschiede bei der Definition und Klassifizierung von Ereignissen sowie Unsicherheiten und Ungenauigkeiten in Bezug auf Datum und Ort eines Ereignisses auf. Diese Unterschiede, Unsicherheiten und Ungenauigkeiten erschweren die Identifizierung von übereinstimmenden Ereignissen in verschiedenen Quellen und führen zu dem Risiko von Überschneidungen oder doppelt gezählten Ereignissen im "harmonisierten" Datensatz. Die Aussagekraft des "harmonisierten" Datensatzes in Bezug auf die Anzahl der Ereignisse ist daher begrenzt. Im Gegensatz dazu ist das Risiko der Mehrfachzählung von Verlustinformationen im "harmonisierten" Datensatz gering, da das Harmonisierungsverfahren die Auswahl der zuverlässigsten und/oder umfassendsten Quelle im Falle von sich möglicherweise überschneidenden Verlustdaten erfordert. Was noch nicht implementiert ist, aber weiterverfolgt wird, ist die Angabe, wie verschiedene Datenquellen zu harmonisierten Verlust- und Schadenszahlen beitragen.

Ungenauere Differenzierung in den Quelldaten: Unsicherheiten in den Originaldatensätzen aufgrund ungenauer Differenzierung in Bezug auf die Art der Gefahr oder die Art des betroffenen Elements werden automatisch auf den "harmonisierten" Datensatz übertragen.

Unterschiedliche Schadensdefinitionen: Insbesondere die Dokumentationen der Landesverwaltungen, die im Rahmen der Abwicklung der Entschädigungszahlungen Schadensdaten erheben, können sich in der Definition des "entschädigungsfähigen" Schadens und damit im Umfang der Schadensdokumentation unterscheiden. Je nach Bundesland sind z.B. Kraftfahrzeuge entschädigungsfähig oder nicht. Eine vollständige Harmonisierung kann sich als schwierig erweisen, insbesondere dann, wenn das be-

troffene Objekt nicht als eigenständige Kategorie, sondern als Teil einer breiteren Kategorie von betroffenen Elementen gemeldet wird. Wo immer eine retrospektive Harmonisierung nicht möglich ist, werden Definitionsunterschiede in den Metadaten angegeben.

Algorithmus für Ereignis und zusammengesetzte ID: Der Algorithmus für die Zusammenführung von Ereignissen aus verschiedenen Quellen und die Zuweisung von IDs weist noch Potenzial für weitere Optimierungen auf. In der aktuellen Version basiert die Gruppierung auf dem (Start-)Datum, der geografischen Nähe und der Übereinstimmung der Arten von Naturgefahren. Meteorologische Daten wurden dagegen noch nicht in den Algorithmus integriert. Ihre Einbeziehung wurde bisher nur in einem halbautomatischen Prozess mit hohem manuellem Arbeitsanteil getestet. Insbesondere bei größeren Ereignissen, die sich über mehrere Tage erstrecken, bringt die zusätzliche Berücksichtigung von meteorologischen Daten zwar spürbare Verbesserungen bei den resultierenden Ereignisdefinitionen, ist aber bei nicht vollständiger Automatisierung recht zeitaufwendig. Das zukünftige Ziel ist es daher, meteorologische Daten in den automatisierten Algorithmus zu integrieren und diesen weiter zu verfeinern.

In Bezug auf die Einbeziehung von Informationen aus EO-Daten (in unserem Fall Sentinel 2) konnten wir das allgemeine Potenzial für die Identifizierung von Ereignissen und die Bewertung von Katastrophen aufzeigen. Die Anwendbarkeit hängt jedoch von der betrachteten Gefahrenart und dem Untersuchungsgebiet ab und kann durch bewölkte Bedingungen, die normalerweise zusammen mit Unwettern auftreten, beeinträchtigt werden. Nichtsdestotrotz wurde die Funktionalität selbst von den CESARE-Akteuren sehr geschätzt, was darauf hindeutet, dass ein erleichterter Zugang zu mehr EO-basierten katastrophengebundenen Informationen gefördert werden sollte. In Bezug auf unsere Untersuchungen zu near miss Events können wir schlussfolgern, dass unsere meteorologischen Proxydaten zwar einen Hinweis geben können, aber mit Vorsicht zu betrachten sind und nur in Kombination mit anderen relevanten Komponenten berücksichtigt werden sollten.

Im Umsetzungsprozess mussten wir feststellen, dass ein vollautomatischer Prozess zur Identifizierung von Ereignissen und zur Datenharmonisierung nicht durchführbar ist. Daher empfehlen wir unseren halbautomatischen Prozess, der ein gewisses Maß an Wissen und Erfahrung für eine erfolgreiche Implementierung sowie für eine fundierte Dateninterpretation erfordert. In Anbetracht der enormen zeitlichen Ressourcen, die für den Aufbau relevanter Netzwerke von Datenlieferanten erforderlich sind, kann die operative Pflege einer qualitätsbasierten nationalen Schadensdatenbank, unserer Meinung nach, nur durch eine engagierte und beauftragte Expertengruppe gewährleistet werden. Neben den offensichtlichen administrativen und politischen Implikationen ermöglicht die Verbindung mit dem nationalen Wetterdienst auch die Nutzung relevanter Daten nicht nur für retrospektive Analysen, sondern auch für auswirkungsorientierte Warnungen und damit auch für zeitnahe Anwendungen.

Eine nachhaltige Verankerung einer auf die CESARE Ideen und Konzepte aufbauenden nationalen Ereignis- und Schadensdatenbank an der ZAMG oder der entsprechenden Nachfolgeorganisation Geosphere Austria soll nach dem Wunsch der Bedarfsträger, der involvierten Stakeholder sowie des Projektkonsortiums auch dem Projektende weiter vorangetrieben werden.

14. REFERENZEN

Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, 2005. Richtlinien für die Gewährung von Beihilfen zur Behebung von Katastrophenschäden (novelliert 2016).

Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, 2013. Richtlinien über die Gewährung von Beihilfen an Gemeinden zur Behebung von Katastrophenschäden.

Amt der Steiermärkischen Landesregierung, 2018. Richtlinie für die Abwicklung des Entschädigungsverfahrens nach Katastrophenschäden im Vermögen natürlicher und juristischer Personen mit Ausnahme der Gebietskörperschaften im Bundesland Steiermark – Katastrophenfonds-Richtlinie Steiermark.

Amt der Steiermärkischen Landesregierung, 2013. Richtlinie über die Abwicklung von Soforthilfe- und Folgemaßnahmen der Katastrophenschutzbehörde im Katastrophenfall.

Antofie, T.-E.; Luoni, S.; Marin Ferrer, M.; Faiella, A. Risk Data Hub – Web Platform to Facilitate Management of Disaster Risks. 2019, doi:10.2760/68372.

ASU Center for Emergency Management and Homeland Security The Spatial Hazard Events and Losses Database for the United States, Version 20.0 2022.

Augustin, H., Sudmanns, M., Tiede, D., Lang, S., Baraldi, A., 2019. Semantic Earth Observation Data Cubes. Data 4, 102. <https://doi.org/10.3390/data4030102>

Aznar-Siguan G., Bresch DN. 2019. CLIMADA v1: a global weather and climate risk assessment platform. Geosci. Model Dev. 12:3085–3097. Available at <https://gmd.copernicus.org/articles/12/3085/2019/>.

Birkmann, J.; Cardona, O.; Carreño, M.; Barbat, A.; Pelling, M.; Schneiderbauer, S.; Kienberger, S.; Keiler, M.; Alexander, D.; Zeil, P.; et al. Framing Vulnerability, Risk and Societal Responses: The MOVE Framework. Natural Hazards: Journal of the International Society for the Prevention and Mitigation of Natural Hazards 2013, 67, 193–211, doi:10.1007/s11069-013-0558-5.

Blaikie, P.; Cannon, T.; Davis, I.; Wisner, B. At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability and Disasters; 2.; Routledge, 2004; ISBN 978-0-415-25216-4.

Boone, I., Van der Stede, Y., Dewulf, J., Messens, W., Aerts, M., Daube, G., Mintiens, K., 2010. NUSAP: a method to evaluate the quality of assumptions in quantitative microbial risk assessment. J. Risk Res. 13, 337–352. doi:10.1080/13669870903564574

Bresch DN., Aznar-Siguan G. 2021. CLIMADA v1.4.1: towards a globally consistent adaptation options appraisal tool. Geoscientific Model Development 14:351–363. Available at <https://gmd.copernicus.org/articles/14/351/2021/>.

Brogliola, M., Corbane, C., Carrion, D., Lemoine, G., Pesaresi, M., (2010): Validation Protocol for Emergency Response Geo-information Products, JRC technical report, ISBN 978-92-79-16428-6, ISSN 1018-5593, doi:10.2788/63690

Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus Richtlinie Für Den Wilbach- Und Lawinenkataster (WLK-RL); Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus: Wien, 2018;

BMNT, 2018. Richtlinie für den Wildbach- und Lawinenkataster (WLK-RL). BMNT, Wien.

Corbane, C.; De Groeve, T.; Ehrlich, D. Guidance for Recording and Sharing Disaster Damage and Loss Data: Towards the Development of Operational Indicators to Translate the Sendai Framework into Action Available online: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC95505> (accessed on 11 May 2022).

Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED) EM-DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database.

De Groeve, T.; Ehrlich, D.; Poljanšek, K. Recording Disaster Losses: Recommendations for a European Approach; Publications Office of the European Union: LU, 2013; ISBN 978-92-79-32690-5.

De Groeve, T.; Corbane, C.; Poljanšek, K.; Ehrlich, D. Current Status and Best Practices for Disaster Loss Data Recording in EU Member States; Publications Office of the European Union: LU, 2014; ISBN 978-92-79-43549-2.

DWD, 2021, DWD Database Reference for the Global and Regional ICON and ICON-EPS Forecasting System Version 2.1.4, verfügbar unter https://www.dwd.de/DE/leistungen/nwv_icon_modelldokumentation/nwv_icon_modelldokumentation.html (besucht am 18. Aug. 2021)

Eberenz S., Stocker D., Rössli T., Bresch DN. 2020. Asset exposure data for global physical risk assessment. *Earth Syst. Sci. Data* 12:817–833. Available at <https://essd.copernicus.org/articles/12/817/2020/>.

Enigl, K.; Matulla, C.; Schlögl, M.; Schmid, F. Derivation of Canonical Total-Sequences Triggering Landslides and Floodings in Complex Terrain. *Advances in Water Resources* 2019, 129, 178–188, doi:10.1016/j.advwatres.2019.04.018.

European Environment Agency Economic Losses and Fatalities from Weather- and Climate-Related Events in Europe — European Environment Agency. 2022, doi:10.2800/530599.

Gall, M.; Borden, K.A.; Cutter, S.L. When Do Losses Count?: Six Fallacies of Natural Hazards Loss Data. *Bulletin of the American Meteorological Society* 2009, 90, 799–810, doi:10.1175/2008BAMS2721.1.

Guzzetti, F.; Peruccacci, S.; Rossi, M.; Stark, C.P. The Rainfall Intensity-Duration Control of Shallow Landslides and Debris Flows: An Update. *Landslides* 2008, 5, 3–17, doi:10.1007/s10346-007-0112-1.

Heim, N., Kautz, H., Kociu, A., Tilch, N., Heger, H., 2005. GEORIOS - GIS-gestütztes Datenmanagement zur Dokumentation von Massenbewegungen in Österreich (Poster für das Geoforum Umhausen am 3.-4. November 2005).

Integrated Research on Disaster Risk Guidelines on Measuring Losses from Disasters: Human and Economic Impact Indicators; Beijing: Integrated Research on Disaster Risk, 2015;

INSPIRE Thematic Working Group Natural Risk Zones, 2013. D2.8.III.12 INSPIRE Data Specification on Natural Risk Zones – Technical Guidelines-, D2.8.III.12_v3.0.

IRDR DATA working group, 2015. Integrated Research on Disaster Risk. (2015). Guidelines on Measuring Losses from Disasters: Human and Economic Impact Indicators (IRDR DATA Publication No. 2). Beijing: Integrated Research on Disaster Risk.

IRDR DATA working group, 2014. Peril Classification and Hazard Glossary. DATA Project Report No. 1.

IPCC Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability.; Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)].; Cambridge University Press., 2022;

JRC, 2015. Guidance for Recording and Sharing Disaster Damage and Loss Data - Towards the development of operational indicators to translate the Sendai Framework into action, JRC Science and Policy Re-ports. Joint Research Centre, Luxembourg.

Kaufmann, A.; Schnetzer, I.; Spira, Y. Leitfaden zur Erfassung und Dokumentation von Hochwasserereignissen in der Hochwasser-Fachdatenbank; Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft: Vienna, 2013;

Köberl, J., Prettenhaler, F., Schubert, C., 2018. DAMAGE.at - Machbarkeitsanalyse des Aufbaus einer österreichweiten Schadendatenbank zu wetter- und klimabedingten Infrastrukturschäden, Endbericht im Auftrag des Klima- und Energiefonds. Graz.

Maisey, P., Becker, B. & Steptoe, H. (2017): WISC Storm Footprint (Gridded Windfield) Description. available at: [https://wisc.climate.copernicus.eu/wisc/documents/shared/C3S_WISC%20Storm_Footprint_\(Gridded_Windfield\)_Description_v1.0.pdf](https://wisc.climate.copernicus.eu/wisc/documents/shared/C3S_WISC%20Storm_Footprint_(Gridded_Windfield)_Description_v1.0.pdf) (accessed 20.12.2021)

Munich Re NatCatSERVICE - Natural Catastrophe Know-How for Risk Management and Research; 2016;

Munich Re TOPICS Geo Natural Catastrophes 2017; Munich Re, 2017;

Nachtnebel, H.-P., 2003. Studienblätter der Gewässerkunde, Hydrometrie und Hydroinformatik. Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau.

Ostermann, M., Koçiu, A., Lotter, M., in prep. Eine modifizierte Terminologie für alpine gravitative Massenbewegungen / An adapted nomenclature for alpine gravitational mass movements.

Poljanšek, K.; Valles, A.; Marin Ferrer, M.; De Jager, A.; Dottori, F.; Galbusera, L.; Garcia Puerta, B.; Giannopoulos, G.; Girgin, S.; , Hernandez Ceballos, M.; et al. Recommendations for National Risk Assessment for Disaster Risk Management in EU (2019). Publications Office of the European Union, Luxembourg 2019, doi:10.2760/084707.

Prettenhaler, F., Albrecher, H., Köberl, J., Kortschak, D. 2012. Risk and insurability of storm damages to residential buildings in Austria, The Geneva Papers, 37, 340-364, doi:10.1057/gpp.2012.15.

Reisenhofer, S., (2016.): VIOLA-Violent Observed Local Assessment: Die neue Unwetterdatenbank der ZAMG. Interner Vortrag an der ZAMG, Wien, 23.05.2016.

Röösli, T., Appenzeller, C., & Bresch, D. N. (2021). Towards operational impact forecasting of building damage from winter windstorms in Switzerland. *Meteorological Applications*, 28(6), e2035. <https://doi.org/10.1002/met.2035>

Rudolf-Miklau, F. *Naturgefahren-Management in Österreich*; 1st ed.; LexisNexis ARD ORAC, 2009; ISBN 978-3-7007-4109-1.

Schwierz C., Köllner-Heck P., Mutter EZ., Bresch DN., Vidale PL., Wild M., Schär C. 2010. Modelling European winter wind storm losses in current and future climate. *Climatic Change* 101:485–514.

Skeels, M., Lee, B., Smith, G., Robertson, G.G., 2010. Revealing uncertainty for information visualization. *Inf. Vis.* 9, 70–81. doi:10.1057/ivs.2009.1

Sudmanns, M.; Augustin, H.; van der Meer, L.; Baraldi, A.; Tiede, D. The Austrian Semantic EO Data Cube Infrastructure. *Remote Sensing* 2021, 13, 4807, doi:10.3390/rs13234807.

Tilch, N.; Kociu, A.; Haberler, A.; Melzner, S.; Schwarz, L.; Lotter, M. THE DATA MANAGEMENT SYSTEM GEORIOS OF THE GEOLOGICAL SURVEY OF AUSTRIA (GBA). 2011, 1.

United Nations Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015 - 2030; United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR), 2015; p. 37;.

UNISDR, 2015. Disaster Information Management System, DesInventar V10.0. <http://www.desinventar.org>.

Welker C., Röösli T., Bresch DN. 2021. Comparing an insurer’s perspective on building damages with modelled damages from pan-European winter windstorm event sets: a case study from Zurich, Switzerland. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 21:279–299. Verfügbar unter <https://nhess.copernicus.org/articles/21/279/2021/>.

World Economic Forum The Global Risks Report 2022; 2022; ISBN 978-2-940631-09-4.

World Meteorological Organization (WMO), W.M. WMO Atlas of Mortality and Economic Losses from Weather, Climate and Water Extremes (1970–2019) (WMO-No. 1267); WMO: Geneva, 2021; ISBN 978-92-63-11267-5.

Wussow, G., 1922. Untere Grenze dichter Regenfälle. *Meteorol. Z.* 39, 173–178.

Zeil, P. & Lang, S. (2009), Do have clients a role in validation? In: CORBANE, C. et al. (Eds.), VALgEO 2009, JRC, EUR 24082 EN-2009, 143-147.