

ENDBERICHT
Entwicklungsprojekte
Budgetjahr 2020

THUNDERSTRUCK 2020

hannes.rieder@zamg.ac.at

Februar 2021

0 Allgemeine Informationen zum Projekt

0.1 Antragsteller

Hannes Rieder, Mag.

0.2 Bereich, Abteilung, Fachabteilung

Kundenservice Steiermark / Kundenservice

0.3 Titel des Projekts

THUNDERSTRUCK 2020

0.4 Kurzbezeichnung

THUNDERSTRUCK 2020

0.5 Antragsart

Neuantrag

0.6 Kurzbeschreibung

Der Umstieg von Warnungen vor Wetterphänomenen auf Warnungen vor ihren Auswirkungen erfordert die Einbindung zusätzlicher, neuartiger Datenquellen in eine Verifikation. Schadens- und Augenzeugenmeldungen liefern wichtige Zusatzinformationen über die Auswirkungen konvektiver Unwetter (Hagel, Starkregen, Sturmböen, Tornados), über die die Daten von Wetterstationen und Radar alleine keine Auskunft geben können. Diese Meldungen sollen systematisch gesammelt, vereinheitlicht und zusammengeführt werden. Ein Schwerpunkt liegt auf einer Verfügbarkeit in Echtzeit, um den „Feedback Loop“ zwischen WarnmeteorologInnen und KundInnen zu schließen und eine zeitnahe Validierung sowie, wenn nötig, eine sofortige Anpassung von Unwetterwarnungen zu ermöglichen. Der zweite Schwerpunkt liegt auf einer Qualitätskontrolle, Vervollständigung und Archivierung dieser Daten, um am Ende der Saison eine geblockte Verifikation der Gewitterwarnungen durchführen zu können und den Datensatz auch anderweitig möglichst breit ZAMG-intern verwendbar zu machen. Aufbauend auf diesen

Daten wird ein Verifikationsschema entworfen und umgesetzt. Zusätzlich sollen weitere methodische Verbesserungsmöglichkeiten für die Vor- und Akutwarnungen vor Gewittern skizziert werden mit dem Ziel, sie in einem Nachfolgeprojekt umzusetzen.

1. Executive Summary

1.1 Schlagwörter

Erschließung, Aufbereitung, Vereinheitlichung und Archivierung von österreichweiten Unwettermeldungen (Echtzeit-Beobachtungen, Nicht-Echtzeit Beobachtungen, Archivdaten, Lokalaugenschein/Forensik), rechtliche Grundlagenlegung, auswirkungs- und risikobezogene Gewitterwarnung, Warn-Leitfaden, operationelle Warnung, systematische, auswirkungsbasierte Warnverifikation, direkter Feedback-Loop zwischen Warnungen und Auswirkungen, Echtzeit-Visualisierung

1.2 Bezug zur Strategie der ZAMG und vorangegangenen Projekten

Ad Ziel 1: Ausbau und Vertiefung des State-of-the-Art Monitorings der Atmosphäre und der Auswirkungen von Unwettern am Boden als Datenbasis für Forschung und, soweit rechtlich möglich, Öffentlichkeit

Ad Ziel 3: Entwicklung von ZAMG intern abgestimmten Abläufen und Methoden zur Erstellung von hochqualitativen, nutzungs- und nutzerorientierten Wetterprognosen und auswirkungsorientierten Warnungen vor gefährlichen Wettersituationen für das staatliche Krisen- und Katastrophenmanagement (SKKM) und die Öffentlichkeit

Ad Ziel 6: Stärkung der gesellschaftlichen Verantwortung und Nachhaltigkeit

Ad Ziel 7: Ausbau der nationalen und internationalen Vernetzung sowie des nationalen, internationalen und internen Daten- und Wissenstransfers Qualitätssicherung für das Management von wetterbedingten Katastrophen

Und bezugnehmend auf den Informationsbrief des BMBWFs zur „GEOMET“-Reform vom 28.2.2019 dient das Projekt den Zielen:

- Nachhaltige Steigerung der Resilienz im Bereich Katastrophenprävention und Krisenmanagement mit dem Ziel die Fähigkeit von Wirtschaft und Gesellschaft, auf unerwartete „Störungen“ effizient und effektiv zu reagieren
- Enge Zusammenarbeit mit den Universitäten in Forschung, Lehre und Infrastrukturnutzung
- Langfristige und nachhaltige Sicherstellung der hoheitsnahen Kernaufgaben der staatlichen Wetterdienste. (entspricht Ziel 6 der ZAMG Schwerpunkte

2. Projektinhalt

2.1 Problemstellung und Methodik

Die Unwetterwarnungen der ZAMG wurden über die letzten Jahre durch Weiterentwicklungen numerischer Vorhersagemodelle, des Prozessverständnisses und der IT-Infrastruktur sowie durch neue, maßgeschneiderte Distributionskanäle verbessert und verfeinert. Ein weiterer, aber fundamentaler Wandel wurde durch die Vorgabe der WMO initiiert, nicht mehr vor Wetterphänomenen selbst, sondern vor ihren Auswirkungen zu warnen (WMO, 2015).

Für eine zweifelsfreie und aussagekräftige Beurteilung der Auswirkungen von Unwettern sind Augenzeugen- oder Schadensberichte unerlässlich. Hierzu gab es an der ZAMG in den letzten Jahren bereits mehrere Initiativen wie Trusted Spotter Network oder eine Kooperation mit dem Landesfeuerwehrverband Steiermark. Diese Datenquellen werden erweitert und den VorhersagerInnen über ein Web-Map Service zur Verfügung gestellt. Der angestrebte „Feedback-Loop“ zwischen AutorInnen und EmpfängerInnen von Warnungen kann damit hergestellt werden. Zudem wird eine datenschutzrechtlich konforme Vereinbarung mit den Partnern erstellt.

Nicht-Echtzeit-Daten wie die Hagelplatten werden zusammengeführt. Die „forensische“ Schadensaufnahmen nach besonders zerstörerischen Fallwinden oder Tornados vor Ort werden weitergeführt.

In den vergangenen Jahren wurde an der ZAMG im Projekt SCORE ein Verifikationsschema auf Basis von Stationsmessungen und INCA-Analysen für Warnungen vor Sturm, Starkregen und Schnee entwickelt und verfeinert. Der Übergang auf auswirkungsbezogene Warnungen erfordert Anpassungen der Verifikationsmethoden.

Die Methodik und Entscheidungssequenz für die Gewitterwarnungen (Leitfaden) werden überarbeitet, das Verifikationsschema optimiert, gemeldete Einsätze händisch geprüft und kategorisiert.

2.2 Auswertung und Ergebnisse

Die Aufbereitung der Ergebnisse verfolgt nach den definierten Arbeitspaketen.

2.2.1 AP 1: Administration und Projektkoordination

Die Administration und Projektkoordination wurde nach den Vorgaben durchgeführt, die PZE Stunden und Abrechnungen laufend kontrolliert und der Projektfortschritt im Projektmanagement-Tool dokumentiert. Administrative Fragen wurden mit der Stabsstelle Projektkoordination oder mit der Verwaltung abgeklärt. Im Oktober hat die Projektleitung an der Schulung „Projektmanagement Advanced“ teilgenommen. Wir führten drei Online-Besprechungen mit der gesamten Gruppe durch. Weitere Besprechungen fanden meist online innerhalb der jeweiligen Arbeitspakete statt. Den Leitern wurde die Kontrolle und Koordination der Arbeiten innerhalb des Arbeitspaketes übertragen.

Aufgrund der COVID-19 Pandemie wurden sämtliche vorgesehene Tagungen und Konferenzen abgesagt oder verschoben. Die dabei freigewordenen Budgetmittel wurden zu den Personalkosten verschoben und abgearbeitet.

2.2.2 AP 2: Datenerhebung Echtzeitdaten

AP 2.1: KONTAKTAUFNAHME UND MACHBARKEITSANALYSE FEUERWEHRVERBÄNDE /LAWZ

Vor dem Beginn von THUNDERTSRUCK 2020 gab es bereits eine Zusammenarbeit mit dem LFV Steiermark. Diese geht auf das Jahr 2017 zurück. Seit 2018 bezieht die ZAMG auch von der Berufsfeuerwehr Graz Einsatzdaten in Echtzeit. Als Gegenleistung erhält der LFV Steiermark von uns ein tägliches Unwetterbulletin bzw. treten wir bei Ausbildungskursen als Gastreferent (Thema Wetter und Wetterwarnungen) auf.

Gleich zu Beginn des Projekts konnte KS Kärnten die LAWZ Kärnten überzeugen, uns ihre Einsatzdaten in Echtzeit zu übermitteln. Im März 2020 organisierten wir gemeinsam mit Projektmitarbeitern von CESARE ein Treffen bei der LWZ Niederösterreich. Grundsätzlich gab es die Bereitschaft zum Datenaustausch, durch die COVID-19-Pandemie verschoben sich aber die Prioritäten. 2021 werden wir einen neuen Anlauf wagen.

Mit der LWZ Vorarlberg und der Leitzentrale Tirol gab es neben der Bereitwilligkeit zum Datenaustausch bereits erste Gespräche mit deren IT, wo Datenformat, Schnittstellen und benötigte Einsatzkategorien besprochen wurden. Auch hier wird geschaut, dass wir 2021 in die operationelle Einbindung der Datensätze kommen.

Die LWZ Oberösterreich stellt voraussichtlich Mitte 2021 ihr Meldesystem um. Derzeit gibt es für private Anwendungen eine offene Schnittstelle auf ihrer Webseite. Bis zum Umstellung können wir diese mitnutzen, nach erfolgter interner Umstellung wurde uns eine eigene Schnittstelle mündlich zugesichert. Mit dem LFV Salzburg gab es eine erste Kontaktaufnahme.

Darin haben wir unser Vorhaben und den Ablauf konkretisiert. Auch hier werden wir die Echtzeit-Einbindung 2021 weiter forcieren.

AP 2.2: ERSTELLUNG RECHTLICHER GRUNDLAGEN

Eine datenschutzrechtlich konforme Verwendung der erhältlichen Daten muss sichergestellt werden. Einsatzberichte enthalten mitunter auch personenbezogene Information, etwa die Postadresse oder sogar den Namen. Da diese Daten teilweise in Freitextfeldern enthalten und für die Arbeit der ZAMG relevant sein können, lassen sie sich nicht automatisch ausfiltern. Es muss also eine Rechtsgrundlage für die Verarbeitung gefunden werden. Im AP2 wurde daher eine Vereinbarung über die Übermittlung von Daten aus Einsatzmeldungen der Feuerwehren bzw. anderer Einsatzorganisationen entworfen.

Verschiedene, einander ergänzende Rechtsgrundlagen wurden geprüft, u.a.

- Art. 9 Abs. 2 lit. c DSGVO – Zulässigkeit der Verarbeitung, wenn sie zum Schutz lebenswichtiger Interessen erforderlich ist
- Art. 2 §7 (3) DSG – Genehmigung der Datenschutzbehörde für die Verarbeitung von personenbezogenen Daten für im öffentlichen Interesse liegende Archivzwecke, wissenschaftliche oder historische Forschungszwecke oder statistische Zwecke
- § 22 (2) FOG – 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 als Aufgabe der ZAMG
- Ministerratsbeschluss vom 20. Jänner 2004 zur Neuorganisation des Staatlichen Krisen- und Katastrophenschutzmanagements
- Erwägungsgrund 46 DSGVO – Verarbeitung personenbezogener Daten für humanitäre Zwecke insbesondere bei Naturkatastrophen

Auch die Judikatur der Datenschutzbehörde in ähnlichen Fällen wurde überprüft. Außerdem wurden Kolleginnen und Kollegen der IG Datenschutz befragt. Diese IG ist eine Kooperation österreichischer Forschungseinrichtungen und tertiärer Bildungseinrichtungen und bündelt Know-How.

Der Entwurf ist wie folgt aufgebaut:

- Gesetzliche Grundlage der Vertragspartner für die Datenverarbeitung: gesetzliche Aufgaben der Aufgaben der ZAMG gemäß Forschungsorganisationsgesetz (FOG) idgF §22 und der vom Bundesminister für Wissenschaft und Forschung erlassenen Anstaltsordnung; rechtliche Grundlagen für Datenerfassung und Dokumentation durch Feuerwehren, Landeswarnzentralen und weitere Einsatzorganisationen
- Ziel der Datennutzung durch die ZAMG
- Datenkategorien (inkl. Erläuterungen, wie die ZAMG Datenminimierung gemäß Art. 5 DSGVO sicherstellt), Kategorien betroffener Personen, Weiterverwendung von Daten innerhalb der ZAMG
- Pflichten der Verantwortlichen, Ort der Durchführung der Datenverarbeitung, Technische und organisatorische Maßnahmen der ZAMG.

Der Entwurf der Vereinbarung wird zur Zeit der Abfassung dieses Berichts von einer Anwältin geprüft (in Kooperation mit dem Projekt CESARE) und sollte in den ersten Monaten von EP21 THUNDERSTRUCK 2021 mit möglichen Vertragspartnern besprochen und dann fertiggestellt werden. Die Vereinbarung soll in ähnlicher Form auch für andere Projekte verwendet werden können.

AP 2.3: PROGRAMMIERUNG SCHNITTSTELLEN ECHTZEITBETRIEB

Einsatzdaten sowie andere Quellen für „ground-truth“- Meldungen kommen von unterschiedlichen Anbietern. Jeder davon arbeitet mit einem anderen System. Bei den Einsatzdaten existieren zum Teil noch keine existierenden Schnittstellen, um die Alarmierungen aus der internen Datenbank nach extern zu bringen. Auch gibt es zum Teil Datenschutzbedenken sowie eine von ihrer Seite aus begründete Angst, die Daten könnten für andere, kommerzielle Geschäftszweige der ZAMG missbraucht werden. Um diese Einwände zu entkräften, ist eine Vereinbarung mit den jeweiligen Datenlieferanten in Ausarbeitung (siehe Kapitel davor).

Ziel dieses Arbeitspakets war es, die diversen Datenformate in eine gemeinsame Struktur zu bringen und die Daten in eine MySQL -Datenbank abzulegen.

Überblick der Bezugsquellen

Die Datensätze von diversen Anbietern unterscheiden sich nicht nur von ihrem Format, sondern auch von Art und Weise wie sie übertragen bzw. abgefragt werden. Eine Übersicht mit dem Letztstand findet sich in nachfolgender Tabelle AP 2.3.1.

Typ	Organisation, Source	Schnittstelle	Verortung / Koordinaten
Feuerwehr	LFV Steiermark	ZAMG FTP- Server, XML je Einsatz	UTM
Feuerwehr	Berufsfeuerwehr Graz	FTP-Server, CSV Einsätze letzten 24h	WGS84
Feuerwehr	LAWZ Kärnten	E-Mail je Einsatz	WGS84
Feuerwehr	LFV Oberösterreich	RSS-Feed, JSON, Webseite	WGS84
Feuerwehr	LSZ Burgenland	Tabelle, JSON, Webseite	Ortsangabe
Feuerwehr	LWZ Niederösterreich	JSON, Webseite	Ortsangabe
Verkehr	ÖAMTC	ÖAMTC FTP-Server, aktueller Status	WGS84
AWOB	www.wettermelden.at	API JSON Schnittstelle	WGS84
EWOB	www.eswd.eu/ewob	API CSV Schnittstelle	WGS84
Pegel	Hydro (ehyd)	JSON, app_incaportal	WGS84

Tabelle AP 2.3.1: Übersicht über die Datensätze, verwendete Schnittstelle und Art der Verortung

Die MySQL-Datenbank

Die MySQL-Datenbank *impact_reports* liegt auf dem Datenbankserver vmysql. Sie läuft derzeit mit der Version 5.1.63-log und beinhaltet 12 Tabellen.

Datenbanktabelle	Einträge	Inhalt
tbl_awob	5.546	AWOB Meldungen
tbl_bezugsquellen	9	META-Informationen der verschiedenen Datenquellen
tbl_einsatzdaten	63.448	Feuerwehreinsatzdaten mit Wetterbezug
tbl_ewob	137.525	EWOB Meldungen innerhalb der INCA-Domain
tbl_fehldaten	3	Dokumentierte Datenausfälle mit Beginn und Ende
tbl_filter_einstellungen	2	Konfiguration für die automatische Filterung der Einsätze
tbl_filter_wortlisten	575	Black- und Whitelisten und dazugehöriger <i>zamg_typ</i>
tbl_inca	281.101	INCA Gitterpunkte mit der Modellhöhe
tbl_linkliste	703	Verortete Linkliste (Website, Social Media) der steir. Feuerwehren
tbl_oeamtc	1.117.880	10' ÖAMTC Verkehrsmeldungen mit Wetterbezug
tbl_warnungen	945	Wetterwarnungen der Einsätze (seit Jänner 2021)
tbl_zamg_typen	6	Wetterelemente (Regen, Wind, Glätte, Unwetter, k.A.)

Tabelle 2.3.2: Verwendete Tabellen und Zahl der Einträge.

Einige davon stehen mit einem eindeutigen Schlüssel in Verbindung. Eine Übersicht findet sich in Tabelle AP 2.3.2.

Ablauf der Datenverarbeitung für Feuereinsatzdaten

In der nachfolgenden Abbildung AP 2.3.1 ist der Verarbeitungsprozess der Feuerwehreinsatzdaten dargestellt.

Da jede Feuerwehr die Daten in einem anderen Format und auf einem anderen Weg uns zur Verfügung stellt, gibt es pro Anbieter eigene Programme, die die Daten abrufen und zur weiteren Verarbeitung konvertieren. Deren Abläufe sind in den jeweiligen Scripts dokumentiert und werden hier nicht gesondert abgehandelt.

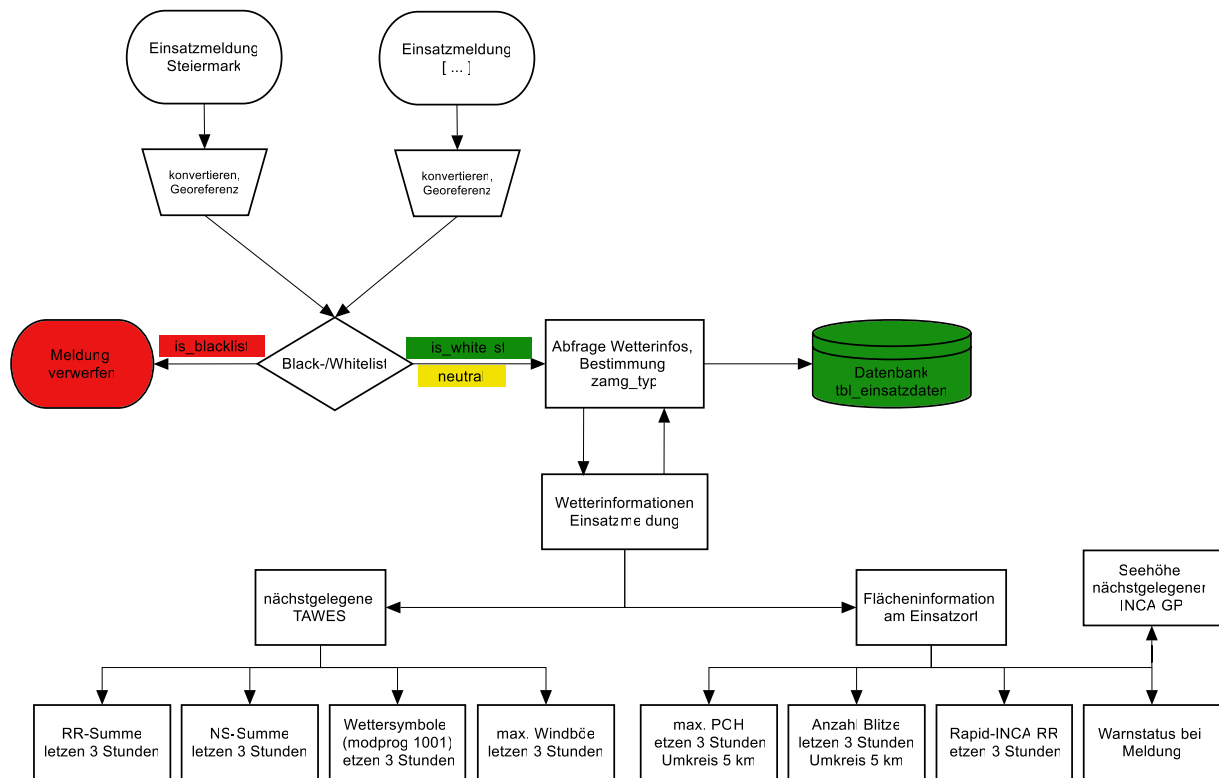


Abbildung AP 2.3.1: Verarbeitungsprozess bei Einsatzdaten.

Erwähnt sei hier nur die Georeferenzierung der Einsätze. Idealerweise erreichen uns die Alarmierungen mit geographischen Koordinaten (WGS84). Andere Koordinatensystem wie UTM werden in WGS84 umgerechnet. Bei den frei im Internet verfügbaren Einsätzen aus Niederösterreich und Burgenland liegt jeweils nur der Einsatzort bzw. eine vage Ortsangabe vor. Über die freie OpenStreetMap-API <https://nominatim.openstreetmap.org> lassen sich

eingeschränkt geographische Koordinaten von Adressen abrufen. Dies funktioniert aber nicht immer, in solchen Fällen wird dem Einsatz die Position der jeweiligen Landeswarnzentrale bzw. Leitzentrale zugewiesen. Dann wird dem Einsatzort die Anmerkung „* (LWZ)“ hinzugefügt. Es ist wichtig, dass wir einen offiziellen Zugang zu den Datensätzen erhalten um die Verortung der Einsätze zu verbessern.

Ab diesen Punkt läuft die Datenverarbeitung für jeden Einsatz gleich ab. Es erfolgt als nächstes eine Überprüfung, ob im gemeldeten Einsatz Begriffe auf der Blacklist oder Whitelist zu finden sind. Die Listen finden sich in der Tabelle *tbl_filter_wortlisten*. In der Blacklist *is_blacklist* finden sich Bezeichnungen, die einen Wetterbezug des Einsatzes ausschließen, etwa „Schwimmbad füllen“ oder „Übungsalarm“. Einträge in der Whitelist *is_whitelist* deuten auf einen eindeutigen Wetterbezug hin. Beispiele dafür sind: „Sturmschaden“, „Blitzeis“ oder „Hochwasser“. Einsätze, die weder auf der Black- noch auf der Whitelist zu finden sind, werden als *neutral* markiert. Diese Listen sind für jede Datenquelle separat definiert. Da diese Tabelle stetig bearbeitet wird, werden die Einsätze mit *is_blacklist* während der Projektphase nicht gelöscht, sondern in die Datenbank eingespielt. Eine Filterung erfolgt erst im Zuge der Visualisierung (siehe Arbeitspaket 4).

Beim nächsten Verarbeitungsschritt werden die verfügbaren Wetterinformationen auf Basis der Alarmierungszeit und des Einsatzortes (idealerweise geographische Koordinaten) beststimmt. Bei der Alarmierungszeit muss berücksichtigt werden, dass diese von der eigentlichen Ereigniszeit abweicht. In einigen Fällen sind das sogar mehrere Stunden. Als Beispiel sei ein Gewitter in der Nacht erwähnt, wo die Auswirkungen (zum Beispiel umgestürzter Baum) teilweise erst bei Tageslicht sichtbar werden. Daher wird das Wetter nicht nur zum Alarmierungszeitpunkt, sondern bis zu drei Stunden vor dem Eintreffen des Notrufes abgefragt.

- Stationsdaten: Von der nächstgelegene TAWES-Station werden die Niederschlagssumme, die Neuschneesumme (berechnet aus Niederschlag und Temperatur), die Windspitze und die Wettersymbole aus mordprog 1001 der letzten 3 Stunden vor Alarmierungszeit abgerufen.
- Rasterfelder: Aus der aktuellen Rapid-INCA Niederschlagsanalyse der letzten drei Stunden wird der Gitterpunkt des Einsatzortes zum Zeitpunkt der Verarbeitung extrahiert.
- Punktdaten: Aus der Tabellen *hagelw* und *blitz2* werden in einem Umkreis (Quadrat) von 5 Kilometern und einem Zeitfenster von drei Stunden das Maximum der Hagelwahrscheinlichkeit und die Anzahl der detektierten Blitze (WW + WE) abgefragt.

- Warnungen: Über die für den LFV Steiermark eingerichtete Schnittstelle <https://www.zamg.ac.at/api/fwstmk/ep/getWarnungenForCoordinates.php> erhält man bei Übergabe der geographischen Koordinaten lon und lat den Warnstatus zum Zeitpunkt der Einsatzverarbeitung.
- Seehöhe: Da sie Seehöhe des Einsatzortes in einigen Fällen hilfreich sein kann (Schneelastbereiche, Übergang Schnee/Regen), wird die Höhe des nächstgelegenen INCA-Gitterpunktes (*tbl_inca*) abgerufen. Diese Seehöhe passt zwar nicht exakt, ist aber für eine grobe Abschätzung am 1x1 km INCA-Raster nicht so schlecht.

Mit den gesammelten Zusatzinformationen wird die Einsatzmeldung in die Tabelle *tbl_einsatzdaten* eingespielt. Jeder Einsatz erhält eine eindeutige ID. Die Warninformationen kommen in der Tabelle *tbl_warnungen*, verknüpft sind sie über die Meldungs-ID.

Der zamg_typ

Beim Einspielen der Einsätze in die Datenbank erfolgt eine Zuweisung der Meldung zu einem gemeinsamen Wettertyp, dem *zamg_typ* (siehe Tabelle 2.3.3). Damit können die Einsätze je nach Wetterelement in der Visualisierung unterschieden oder für die Warnverifikation der diversen Parameter herangezogen werden.

Die Zuteilung ist notwendig, da die Kategorisierung der Einsätze bei jedem Anbieter unterschiedlich ist. Mal geschieht das recht eindeutig, mal ist der Einsatztyp nicht auf den ersten Blick feststellbar. Zudem steht bei der Alarmierung teilweise nicht fest, warum die Feuerwehr ausrücken muss, da die Angaben des Betroffenen nicht korrekt oder unvollständig sind.






Web-Icon	Bezeichnung	zamg_typ	Anmerkungen
	Sturmschaden	Wind	Schneebruch wird auch als Sturmschaden gemeldet
	Überflutung	Regen	Überschwemmung, Bach tritt über die Ufer, Hochwasser,...
	Fahrzeugbergung	Glätte	Fahrzeugbergung, Unfälle, hier muss viel gefiltert werden
	Unwetter	Wind/Regen	Einsätze, die weder Wind noch Regen zuordbar sind
	k.A.	k.A.	Nicht automatisch kategorisierbare Einsätze

Tabelle 2.3.3: Wetterkategorien (*zamg_typ*) die den Einsätzen zugeordnet werden können.

Die Zuweisung des Einsatzes zu einem einheitlichen *zamg_typ* geschieht idealerweise über fix definierte Alarmstichwörter (Katalog), die von den Feuerwehren oder Landeswarnzentralen kommen. Liegen diese nicht vor, wird der Meldungsinhalt nach wettertypischen Schlagwörtern durchsucht und mit den Einträgen in der *tbl_filter_wortlisten* verglichen. Jedes Schlag- oder Alarmstichwort in der Tabelle ist einem Wetterelement zugewiesen.

Verarbeitung der ÖAMTC-Meldungen

Der ÖAMTC stellt uns Dank langjähriger, guter Zusammenarbeit die aktuelle Verkehrslage zur Verfügung. Dazu können wir die aktuelle Verkehrssituation über einen FTP-Server abrufen. Das Datenformat ist XML. Im Gegensatz zu den Einsätzen beinhaltet diese Datei den jeweils aktuellen Gesamtzustand im Straßenverkehr. Die Datei wird alle 10 Minuten verarbeitet und in unsere Datenbank (Tabelle *tbl_oeamtc*) gespielt. Somit erhält man - vergleichbar mit TAWES-Messungen - alle 10 Minuten den österreichweiten Verkehrszustand.

Der Datensatz ist riesig und macht eine Filterung der nicht relevanten Meldungen notwendig. Da die Daten gut strukturiert und kategorisiert sind, können in einem ersten Schritt die Baustellen ausgenommen werden. Sie haben für uns keine Relevanz. Die übrig gebliebenen Kategorien „Straßenzustand“ und „Verkehrslage“ durchlaufen mit den White- und Blacklisten in der Tabelle *tbl_filter_wortlisten* einer Prüfung. Bei den danach noch vorhandenen Meldungen wird analog zu den Einsatzdaten das Wetter mit den bereits erwähnten Einstellungen abgefragt. Im Gegensatz zu den Einsätzen ist die Verortung der Verkehrsmeldungen nicht nur als Punkt, sondern auch als Linie (Straßensegment) oder als Fläche (Areal) möglich. In den beiden Fällen wird der Mittelpunkt des Polygons oder der Fläche als Georeferenz genommen. Die Meldungen werden schließlich in die Tabelle *tbl_oeamtc* eingetragen. Siehe dazu Abbildung AP 2.3.2.

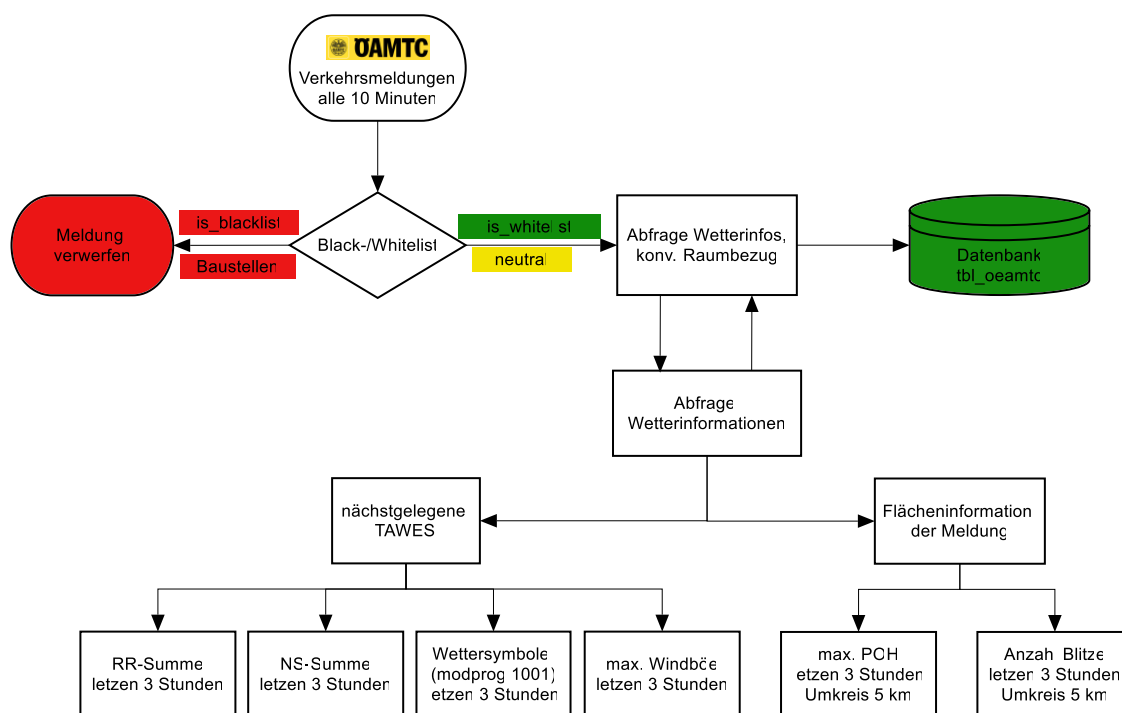


Abbildung AP 2.3.2: Schematische Darstellung der Verarbeitung von ÖAMTC Verkehrsmeldungen.

AWOB- und EWOB- Meldungen

Für die Einspielung der Wetterbeobachtungen der beiden Systeme AWOB und EWOB werden die zur Verfügung stehenden APIs genutzt. Da EWOB europaweite Beobachtungen liefert, fragen wir für unsere Zwecke nur Meldungen innerhalb der INCA-Domain ab. Beide Datensätze werden nicht geprüft und ungefiltert in die Tabellen *tbl_awob* bzw. *tbl_ewob* gespeichert.

wettermelden.at bildet mit seinen Wetter- und Impact-Meldungen über die so genannte "Ground-Truth", auch im Zusammenspiel mit Einsatzdaten, die Erkenntnisbasis für auswirkungsorientierte Wetterprognosen- und Warnungen an der ZAMG und unterstützt so deren gesetzlichen Auftrag. Anhand dieser Daten lässt sich überhaupt erst evaluieren, welche Unwettergefahren (Hazards) in welcher Stärke in den unterschiedlichen Klimazonen und Siedlungsräumen welche Auswirkungen zeitigen (Vulnerability, Exposure). Aufgrund der stark strukturierten Orographie und der fortschreitenden Urbanisierung stellt dies in Österreich eine besondere Herausforderung dar. Die Qualität und somit die Verlässlichkeit dieser alternativen Datenquelle erfordert ein klares Commitment der ZAMG zu professioneller Betreuung, zum Ausbau sowie zur Weiterentwicklung sowohl der entsprechenden Netzwerke als auch krisen- und ausfallssicherer Infrastruktur im Sinne der Daseinsvorsorge. Dies ist ausschließlich mit ausreichender personeller als auch finanzieller Ausstattung zu schaffen.

2.2.3 AP 3: Datenerhebung Nicht-Echtzeitdaten, Archivdaten und Forensik

AP 3.1: MITLAUFENDE QUALITÄTSPRÜFUNG, ERGÄNZUNG UND KATEGORISIERUNG DER ECHTZEIT-DATEN

Für eine möglichst verlässliche und gleichzeitig effiziente Qualitätsprüfung und Veredelung der Einsatzdaten zu Unwettermeldungen kristallisierte sich im Wesentlichen die folgende Sequenz an Arbeitsschritten heraus:

1. Kontrolle der Echtzeit-Filterung
2. Zuweisung eines „First Guess“ der Unwetterart
3. Einholung weiterführender Information
4. Bestätigung oder Korrektur der Unwetterart und des Ortes
5. Zuweisung der wahrscheinlichsten Unwetterzeit
6. Intensitätseinstufung

Der Schlüssel für diese Arbeitsschritte ist der Abgleich der Einsatzdaten untereinander sowie mit meteorologischen Daten.

Die bestehenden Echtzeit-Filter erwiesen sich in rund 90% der Fälle als treffsicher; dennoch müssen in Einzelfällen Datenpunkte nachträglich manuell akzeptiert (z.B. Feuerwehreinsätze am Morgen nach einem nächtlichen Unwetter) oder verworfen werden (z.B. doppelte oder mehrfache Datenpunkte bei Nachbarschafts- oder Katastrophenhilfe, oder Bereitschaft aufgrund erwarteter Unwetter). Die Zuweisung eines „First Guess“ der Unwetterart ist für manche Einsatzstichworte eindeutig (z.B. Sturmschäden oder Überflutungen), für andere erst nach dem erwähnten Datenabgleich möglich (z.B. Unwettereinsätze, technische Einsätze oder insbesondere Verkehrsunfälle, die zwecks Identifikation von Schnee oder Glatteis sowieso erst mit Niederschlags- und Temperaturdaten verschnitten werden müssen).

Rückmeldungen an AP2 erlaubten mitlaufende Verbesserungen der Echtzeit-Filter, die dadurch ihrerseits wiederum zu einer immer besseren Stütze für die Qualitätskontrolle wurden. Im Rahmen des Nachfolgeprojekts THUNDERSTRUCK 2021 soll dieser interne Feedback-Loop auch auf automatisierte Vorschläge für die Zuweisung der wahrscheinlichsten Unwetterart erweitert werden. Idealerweise lassen sich die ersten beiden Arbeitsschritte in der Qualitätskontrolle dadurch auf jeweils eine einzige Interaktion pro Datenpunkt für die Bestätigung oder Verwerfung der automatischen Vorschläge minimieren.

Die Arbeitsschritte (3)-(6) sind hingegen nur in Handarbeit machbar. Die Einsatzstichworte alleine reichen für eine Intensitätseinstufung eines Unwetters kaum aus. Fast immer ist eine gezielte Recherche nach detaillierteren Einsatzberichten auf den Feuerwehr-Homepages und Augenzeugenmeldungen in sozialen Medien nötig, bis sich die Informationen aus Text-, Bild-

und Videomaterial zu einem schlüssigen Gesamtbild zusammenfügen. Abbildung AP 3.1.1 zeigt das Ergebnis dieser Qualitätskontrolle für den 22. August 2020, als ein besonders schweres Gewitter von der Packalpe kommend Richtung südliche Steiermark und Südburgenland zog.

Immer wieder müssen im Zuge solcher Recherchen auch die ersten Abschätzungen der Unwetterart korrigiert werden. So stellten sich etwa gemeldete „Sturmschäden“ in der warmen Jahreszeit vereinzelt als Schäden durch Hagel oder Blitzschlag heraus, in der kalten Jahreszeit vermehrt als Schäden durch Schnee- oder Eisbruch. Auch das Auftreten von großem Hagel lässt sich nicht aus den rohen Einsatzdaten destillieren (Hagelschäden an Hausdächern laufen meist unter „Sturmschaden“, „Unwettereinsatz“ oder „technischer Einsatz“), sondern muss erst anhand von weiterführender Information verifiziert werden.

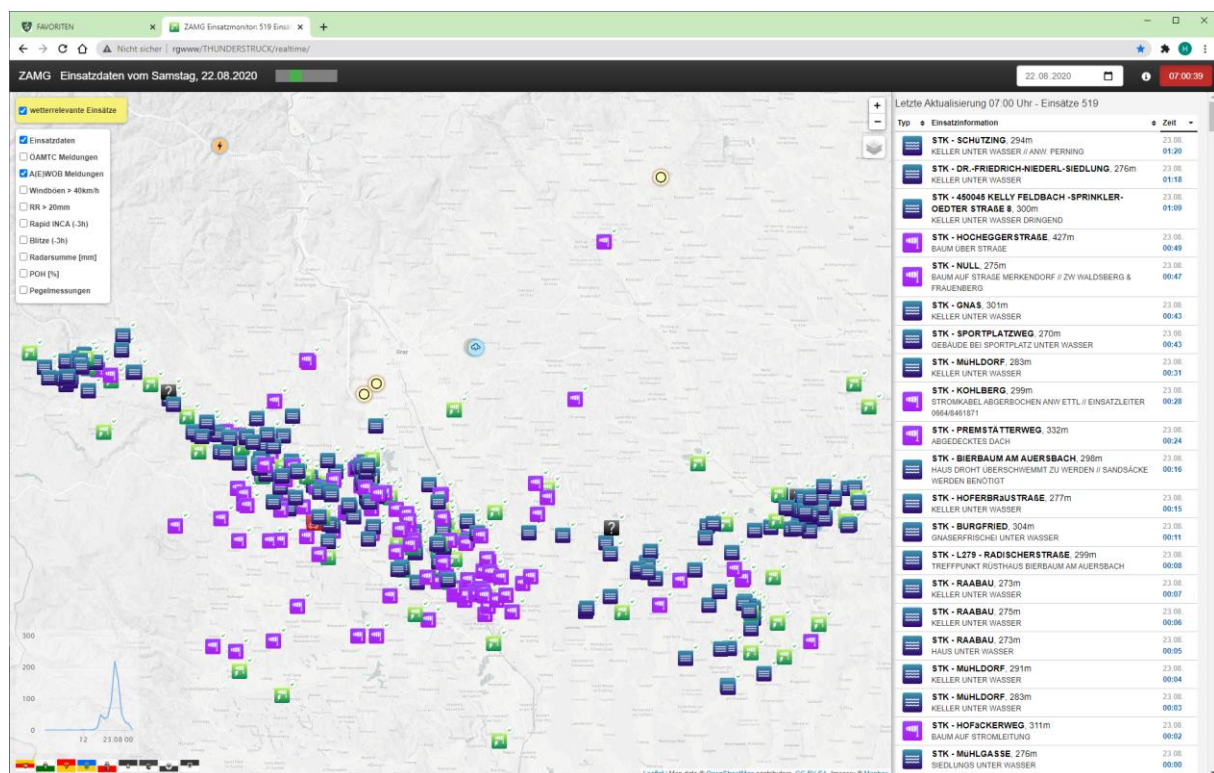


Abbildung AP 3.1.1: Gemeldete und automatisch gefilterte Einsätze einer Schwergewitterzelle vom 22. August 2020 in der südlichen Steiermark.

Für konvektive Unwetter werden auch die Zeit und die Ortskoordinaten (die manchmal dem Feuerwehrhaus entsprechen) geprüft, auf die wahrscheinlichsten Werte korrigiert und allenfalls um nicht immer im Rohdatensatz inkludierte Folgeeinsätze ergänzt, damit die oft scharf abgegrenzten Schadensspuren möglichst gut und vollständig abgebildet werden können. Für nicht-konvektive Ereignisse sind solche Korrekturen nicht mit vertretbarem Aufwand

durchführbar, allerdings auch weniger kritisch, da die betroffenen Bereiche sowieso diffuser abgegrenzt sind.

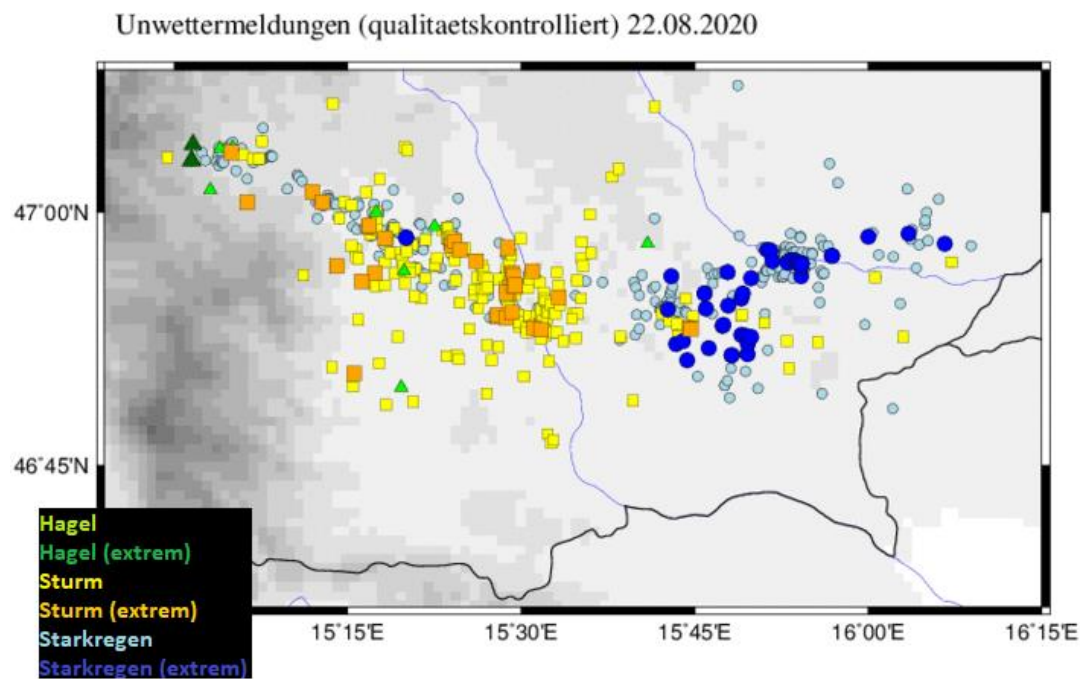


Abbildung AP 3.1.2: Gefilterte Einsatzdaten (oben) und qualitätskontrollierte Unwettermeldungen (unten) vom 22. August 2020 in der südlichen Steiermark.

Durch das Vorziehen der Impact-Definitionen verschieben sich die Qualitätskontrolle der bisher gesammelten Einsatzdaten und der Übergang von nachträglicher zu (quasi) mitlaufender Qualitätsprüfung von Ende 2020 auf voraussichtlich April 2021, dafür umfasst der resultierende Unwetterdatensatz dann nicht nur konvektive, sondern sämtliche Unwetterereignisse. Die geringe Verschiebung der zwischenzeitlichen Projektziele gleicht sich im ersten Halbjahr des Nachfolgeprojekts THUNDERSTRUCK 2021 wieder aus. Außerdem wird bis dahin der qualitätskontrollierte Unwetterdatensatz dank Synergien mit externen Projekten (WETRAX+, SPIRIT) österreichweit bis 2016 zurück verlängert.

AP 3.2: VOR-ORT-SCHADENSAUFNAHME NACH TORNADOS ODER EXTREMEN FALLWINDEN

Folgende lokale Sturmereignisse wurden im Jahr 2020 durch Schadensaufnahmen vor Ort abgedeckt und ergaben aussagekräftige Gesamtbilder:

- Pottendorf (Niederösterreich), 3. Juni 2020: Tornado mit zwei Kilometer langer und meist weniger als hundert Metern breiter Schadensspur, maximale Intensität F1+ nach der Fujita-Skala (ca. 150 bis 180 km/h); eine Person schwer verletzt.
- Von Söchau über Fürstenfeld (Steiermark) bis Kukmirn (Burgenland), 4. August 2020: Fallwind mit ca. 20 km langer und bis zu 5 km breiter Schadensspur, maximale Intensität F1+ (ca. 150 bis 180 km/h); vier Personen verletzt (inklusive zwei Feuerwehrleuten während der Einsätze).
- Von Burgauberg-Neudauberg bis Großpetersdorf (Burgenland), 29. August 2020: Fallwind mit mindestens 20 km langer und wenige Kilometer breiter Schadensspur, maximale Intensität F1- (ca. 120 bis 150 km/h); drei Todesopfer und vier Verletzte durch umstürzenden Baum auf Kleinbus.

Einige weitere Ereignisse konnten aus verschiedenen Gründen (Terminkollisionen, mangelnde zeitliche Ressourcen, Urlaub, zu späte Kenntnis, ...) nicht durch „Site Surveys“, sondern nur gröber anhand von Einsatz- und Augenzeugendaten eingeschätzt werden:

- Gemeinde Schwertberg (Oberösterreich), 1. Februar 2020: Böenfrontwirbel an winterlicher Kaltfront, maximale Intensität F1- (ca. 120 bis 150 km/h).
- Gemeinden Ludersdorf-Wilfersdorf und Gleisdorf (Steiermark), 29. Juni 2020: Tornado im Zuge einer Supercelle, maximale Intensität F1- (ca. 120 bis 150 km/h).
- Gemeinden Höhnhart, St. Johann am Walde und Aspach (Oberösterreich), 28. Juli 2020: Fallwind oder Tornado, maximale Intensität F2 (ca. 180 bis 260 km/h); Verdachtsmomente auf einen Tornado (lange, schmale und intensive Schadensspur unter einer Supercelle mit stark vom Höhenwind abweichender Zugbahn und bis zu 7 cm großem Hagel) konnten ohne Lokalaugenschein leider nicht konkretisiert werden.
- Insgesamt zeigten die steirischen Einsatzdaten von Mitte Juni bis Ende August 2020 bis zu elf Tage, an denen Gewitter im Grazer Becken lokale Windspitzen über 120 km/h produziert haben dürften. Abgesehen vom oben genannten 29. Juni gab es bei keinem dieser Ereignisse Hinweise auf einen Tornado, sodass gemäß der viel höheren klimatologischen Wahrscheinlichkeit von Fallwinden auszugehen ist. Eine bessere

Eingrenzung der maximalen Windspitzen wird im Zuge der finalen Qualitätskontrolle der Einsatzdaten noch versucht.

Die Ergebnisse aus den oben genannten Lokalaugenscheinen fließen in gewohnter Manier in den qualitätskontrollierten Unwetterdatensatz ein.

Generell haben sich Schadensanalysen vor Ort als wichtiges Instrument etabliert, um Tornados und Fallwinde zweifelsfrei voneinander zu unterscheiden, die wahrscheinlichsten Windspitzen zu ermitteln und die Größe der betroffenen Flächen abzuschätzen (Abbildung AP 3.2.1). Die übergeordneten Ziele sind ein verbessertes Prozessverständnis, optimierte Risikoabschätzungen und eine verbesserte Vorhersagbarkeit solcher Ereignisse. Die ZAMG hat auf diesem Gebiet in den letzten Jahren ein herausragendes Knowhow aufgebaut und dieses auch im Rahmen von THUNDERSTRUCK 2020 durch internationale Vernetzung (insbesondere im Rahmen der „International Fujita Scale Steering Group“) gepflegt.

Der Einsatz einer Drohne für eine Analyse von Sturmschäden aus der Luft wurde mit der Abteilung DMM/KLFOR besprochen, aber mangels eines Testfalls im Nahbereich von Wien noch nicht umgesetzt. Es soll nach Maßgabe eines „lohnenden“ Sturmereignisses im Jahr 2021 nachgeholt werden.



Abbildung AP 3.2.1: Schadensaufnahme nach dem Tornado vom 3. Juni 2020 in Pottendorf (Niederösterreich).

AP 3.3: PRÜFUNG UND VERARBEITUNG STEIRISCHER FEUERWEHR-EINSATZDATEN SEIT 2003

Der Landesfeuerwehrverband Steiermark stellte uns für das Projekt seine Einsatzdaten zwischen 2001 und 2017 aus der FDISK-Datenbank zur Verfügung. Der Datensatz ist sehr umfangreich und beinhaltet rund 300.000 Einsätze. Zu jedem Einsatz liegen die Adressen vor, die dazugehörigen geographischen Koordinaten mussten bestimmt werden. Um dies zu erleichtern, wurde die Georeferenzierung auf Basis der Postleitzahlen durchgeführt. Damit geht auch eine Anonymisierung des Datensatzes einher.

Um nur die potentiell wetterrelevanten Alarmierungen zu erhalten, wurden die Daten nach Stichwörtern (Blacklisten und Whitelisten, siehe Kapitel AP 2.3) durchsucht und gefiltert. Auch waren die Einsätze ab einer bestimmten Zeit kategorisiert, was eine Filterung deutlich erleichterte. Dies ließ die Liste erst einmal auf rund 100.000 Einsätze schrumpfen.

Im nächsten Schritt wurde für die übrig gebliebenen Meldungen das jeweilige Wetter zum Termin abgefragt. Konkret von der nächstgelegenen TAWES-Station der Niederschlag, der Neuschnee (berechnet aus Niederschlag und Temperatur) und die Windböe der drei Stunden vor Alarmierung. Soweit schon verfügbar, wurde die Hagelwahrscheinlichkeit $\max(\text{POH})$ und die Zahl der Blitze im Umkreis von 5 km und in den drei Stunden vor dem Einsatz aus der SYBGIGA abgerufen. Mit den erhaltenen Wetterdaten konnten nochmalig $2/3$ der 100.000 Datensätze als nicht wetterrelevant gelöscht werden.

Die Zuweisung jedes Einsatzes zu einem Wettertyp (Stichwort *zamg_typ* im vorangegangene Kapitel, also Regen, Wind, Glätte, Unwetter und k.A.) war ein herausfordernder Schritt. Letztendlich konnten von den 39.000 verbliebenen Einsätzen 88% einem Wettertyp zugewiesen werden.

Der Datensatz liegt derzeit in Excel-Format vor. Es ist noch nicht entscheiden, in welcher Form die Daten Verwendung finden.

AP 3.4: DATENERHEBUNG UND –VERARBEITUNG DER STEIRISCHEN HAGELPLATTEN

Seit 1981 befasst sich Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) unter der Leitung von Dr. Svabik mit der objektiven Erfassung von Hagelereignissen in den von Hagelabwehrorganisationen betreuten Gemeinden in der Steiermark. Dafür wurde 1982 in der Südoststeiermark auf einer Fläche von rund 730 km² ein Bodenmessnetz von insgesamt 182 Stationen mit eigens entwickelten Hageltestplatten aufgebaut. HTP- Stationen bestehen aus fünf Platten mit einer Fläche von 0,1 m², die in 1,5 m Höhe so montiert sind, dass vier Platten

vertikal nach den vier Hauptwindrichtungen (N, S, O, W) orientiert sind und die fünfte Platte (D, Deckplatte) darüber horizontal liegt.



Abbildung AP 3.4.1: HTP-Station im Raum Gleisdorf-Weiz mit vier nach den Himmelsrichtungen ausgerichteten, vertikal befestigten Platten und einer Deckplatte. Quelle: Otto Svabik

Wurde eine Station von Hagel getroffen, konnten anhand der Abdrücke folgende Daten abgelesen bzw. berechnet werden: Anzahl und Kornspektren der Hagelschloßen sowie deren Einfallswinkel und einwirkende Energie. Die gewonnenen Daten dienen primär um die Effizienz getroffener Abwehrmaßnahmen besser abzuschätzen zu können. Zudem konnte ein konkreter Bezug zwischen den berechneten Energiewerten und den festgestellten landwirtschaftlichen Schäden geschaffen werden. In weiterer Folge wurden die erfassten Hagelraten auch zur Evaluierung von Radardaten sowie für diverse Auswertungen hinsichtlich des Hagelgefährdungspotentiales genutzt.

Im Rahmen dieses Arbeitspaketes wurden die gesamten, erfassten Daten, die bislang nur in eine Excel-Tabelle archiviert waren, für zukünftige Re-Analysen und zur Verifikation älterer Ereignisse und Gewitterwarnungen aufbereitet. Der aus ca. 1900 Ereignissen bestehende Datensatz wurde geprüft, korrigiert und mittels GIS-Projekt archiviert und dargestellt. Mit dem produzierten Datensatz können über diverse GIS-Applikationen detaillierte Auswertungen und

Karten umgesetzt werden. Die Daten können zukünftig zentral an der ZAMG für Auswertungen, Analysen und Evaluierungen genutzt werden.

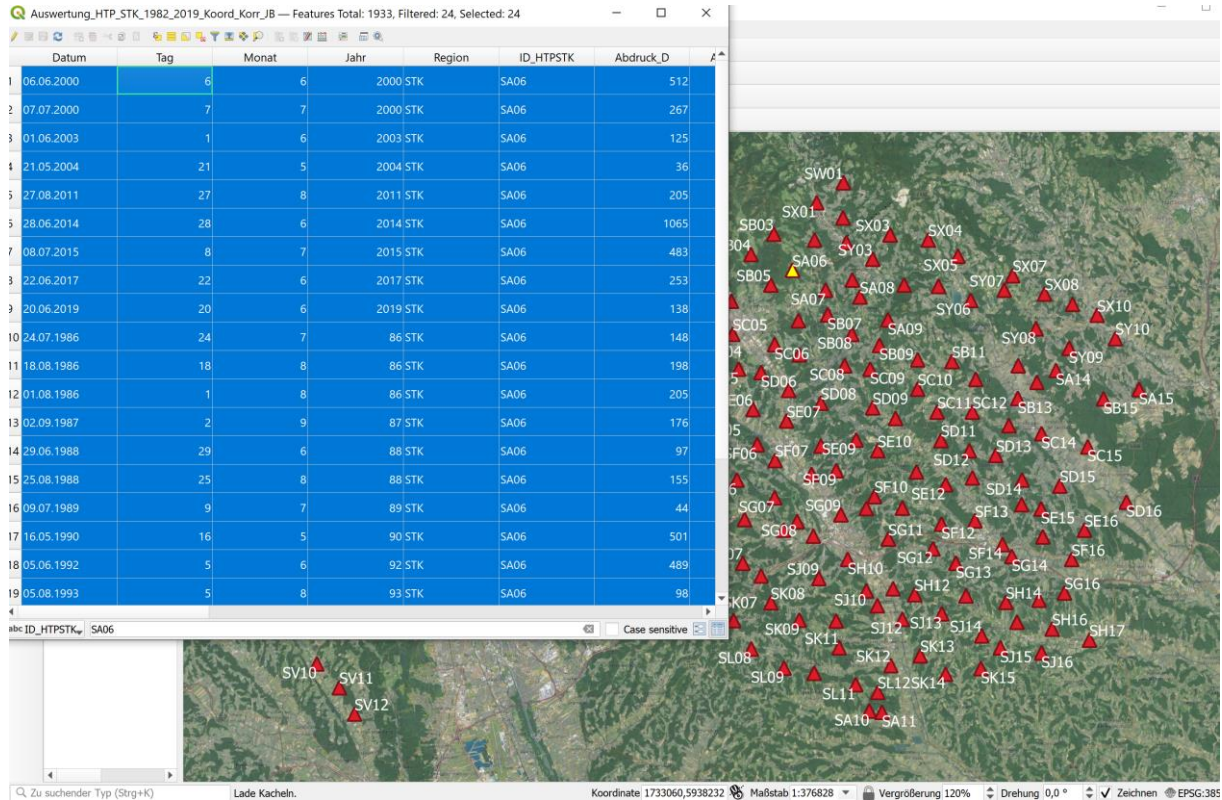


Abbildung AP 3.4.2: Aufbereitetes steirisches HTP-Stationsnetz mit Auszug einer Abfrage einer Station (grünes Symbol), visualisiert mittels QGIS

2.2.4 AP 4: Gewitterwarnungen

AP 4.1: VALIDIERUNG DER SCHWELLWERTE FÜR GEWITTELVORWARNUNGEN

Das Konzept der „zutaten-basierten Gewittervorhersage“ beschreibt schwere Gewitter als Folge des Zusammentreffens mehrerer notwendiger Bedingungen in der Atmosphäre (Instabilität, Feuchtigkeit, Hebung und vertikale Windscherung). Der Leitfaden folgt diesem Konzept, legt Kenngrößen für die Bedingungen fest und schlägt deren Richtwerte für eine Entscheidungssequenz vor.

Die nun durchgeführte Evaluierung der Richtwerte lässt sich grob in zwei Teile gliedern. Zum einen soll eine geblockte Auswertung mögliche systematische Mängel offenlegen, die sich einfach durch eine Anpassung der Richtwerte korrigieren lassen. Andererseits wird der Auswertungszeitraum auch anhand der automatischen Wetterlagenklassifikation WLKC733

stratifiziert, um mögliche Über- oder Unterschätzungen in Abhängigkeit der vorliegenden Wetterlage zu identifizieren. Auf diesen Erkenntnissen lassen sich individuelle Korrekturen der vorgeschlagenen Warnfarbe und/oder des Hauptrisikos besser begründen und mit größerem Vertrauen durchführen, außerdem sind sie auch für die Modellentwickler aus der Abteilung DMM/VHMOD interessant.

Die nötige Programmierarbeit für diese Anwendungen wurde in einem FEMTECH-Praktikum vorgesehen. Aufgrund der COVID19-Situation (wechselnde Verordnungen, Home-Office, Verzögerungen in der Einrichtung der Infrastruktur für FEMTECH, ...) sowie eines mehrmonatigen Krankenhausaufenthaltes der FEMTECH-Praktikantin wegen eines schweren Unfalls konnten die geplanten Arbeitsschritte noch nicht abgeschlossen werden. Bisher wurde eine Routine zur Interpolation der qualitätsgeprüften Unwettermeldungen aus AP3 auf ein regelmäßiges Gitter (ATNT/INCA) entwickelt, die als Grundlage für die weiteren Fragestellungen dieses Arbeitspakets wie auch der Verifikation (AP6) dienen kann.

Die noch offenen Arbeiten sollen im Folgeprojekt THUNDERSTRUCK 2021 fortgesetzt und nach Möglichkeit fertiggestellt werden.

AP 4.2: EVALUIERUNG DER VORHANDENEN WARNPARAMETER (GEWITTER) IN AKUTWARNUNGEN

Seit 2015 werden die automatisierten Akutwarnungen vor Gewitter von dem Gewitteranalyse- und -warnsystem A-TNT (Austrian Thunderstorm Nowcasting Tool) generiert. Im Rahmen des Projektes wurden A-TNT Warnungen mit den Meldungsdatensätzen, die innerhalb von AP2 zur Verfügung gestellt wurden, verglichen. Besonderes Augenmerk galt den Warnattributen lokale Überflutungswarnung und Böenwarnung, die A-TNT den Warnungen seit 2017 als Testparameter beifügt. Aus den Kategorien der zur Verfügung stehenden Einsatzdaten und AWOB Meldungen wurden geeignete Kategorien und Sub-Kategorien ausgesucht und mit zeit- und ortsnahen A-TNT Warnungen verglichen. Für die Vergleiche wurde der Zeitraum 01.05.2020 bis 30.09.2020 herangezogen, da in diesem Zeitraum die gewitterbegleitenden Phänomene klarer ausgeprägt und dementsprechend besser unterscheidbar für Beobachter sind. Auch wurden im Fall von AWOB nur Meldungen herangezogen, die sich innerhalb von Österreich befanden. Dennoch muss beim nachfolgenden Vergleich immer berücksichtigt werden, dass von allen Kategorien nur die AWOB Meldungen ‚Hagel‘ ab ca. 1-2 cm und ‚Naher Blitzschlag‘ eindeutig als unmittelbares Begleitphänomen zugeordnet werden können. Dementsprechend gut sind die Ergebnisse. Alle anderen Kategorien müssen nicht unbedingt die unmittelbare Auswirkung eines Gewitterereignisses sein. Die Meldung kann sich auf örtlich oder zeitlich versetzte Phänomene beziehen bzw. nicht durch ein Gewitter verursacht worden sein. Das zeigt sich auch in niedrigeren „Hitrates“. Auch muss berücksichtigt werden, dass sowohl

AWOB Meldungen als auch Einsatzdaten nicht qualitätsgeprüft sind und damit sehr wahrscheinlich auch Falschmeldungen oder örtliche bzw. zeitlich falsch datierte Meldungen beinhalten, für die dann keine A-TNT Warnungen existieren. Die Ergebnisse stellen daher A-TNT Warnquote bestenfalls richtig aber mit viel größerer Wahrscheinlichkeit schlechter dar, als sie ist.

Mit den verfügbaren Meldungsdaten ist es möglich, die Zahl der gewarnten Meldungen zu evaluieren und im Verhältnis zu den erfassten Meldungen als „Hitrate“ darzustellen und Statistiken zur Vorwarnzeit zu erstellen. Es ist aber nicht möglich, eine Zahl für die falsch ausgegebenen Warnungen zu erfassen, da die Meldungen die beobachteten Kategorien nicht vollständig erfassen. Dennoch gibt der nachfolgende Vergleich eine Einsicht in die Korrelation zwischen Bodenmeldung und A-TNT Warnung und damit erstmals eine Benchmark für die Warnungen vor an sich schwer verifizierbaren Warnparametern.

Abbildung AP 4.2.1 und AP 4.2.2 zeigen die für den Vergleich ausgewählten Kategorien und Unterkategorien mit den jeweils eingegangenen Zahlen an Meldungen innerhalb des Untersuchungszeitraums.

68 Anderes	74 Hagel 1 cm
1 Erd-/FelsrutschoderLawine	35 Hagel 2 cm
185 Hagel	11 Hagel 3 cm
297 HeftigerWind	5 Hagel 4 cm
2848 KeinNiederschlag	30 Hagel Kleiner als 1 cm
392 NaherBlitzeinschlag	30 Hagel Weniger als 1 cm
708 Regenund/oderSchnee	228 HeftigerWind Grad 1
745 Regenund/oderSchneefall	59 HeftigerWind Grad 2
36 SchlechteSicht	8 HeftigerWind Grad 3
43 Ueberflutung	2 HeftigerWind Grad 4
3 Wirbelwind	8 NaherBlitzeinschlag Andere aussergewoehnliche Blitzphaenomene
	383 NaherBlitzeinschlag Naher Blitzeinschlag
	1 NaherBlitzeinschlag Naher Blitzeinschlag mit Schaden
	26 Ueberflutung Grad 1
	13 Ueberflutung Grad 2
	2 Ueberflutung Grad 3
	2 Ueberflutung Grad 4
	1 Wirbelwind Staubteufel oder aehnliche Kleintromben
	2 Wirbelwind Trichterwolke

Abbildung AP 4.2.1: Liste mit ausgesuchten Kategorien (links) und Kategorien mit Subkategorien (rechts) der AWOB Meldungen. Vorangestellt ist die Zahl der Meldungen innerhalb des Untersuchungszeitraums und der Untersuchungsdomain.

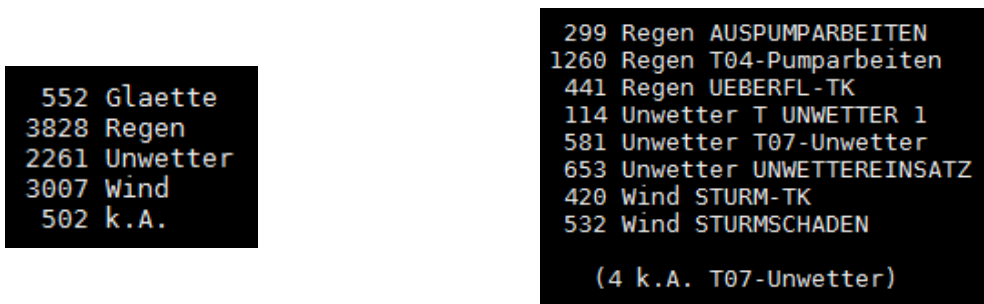


Abbildung AP 4.2.2: Liste mit ausgesuchten Kategorien (links) und Kategorien mit Subkategorien (rechts) der Einsatzdaten. Vorangestellt ist die Zahl der Meldungen innerhalb des Untersuchungszeitraums und der Untersuchungsdomain

Abbildung AP 4.2.3 und AP 4.2.4 zeigen Karten mit der örtlichen Verteilung der eingegangenen Meldungen aus Einsatzdaten und AWOB Meldungen. Unterschieden wird, ob es zu der Meldung eine A-TNT Warnung, gleich welcher Kategorie (s.u.), gab oder nicht.

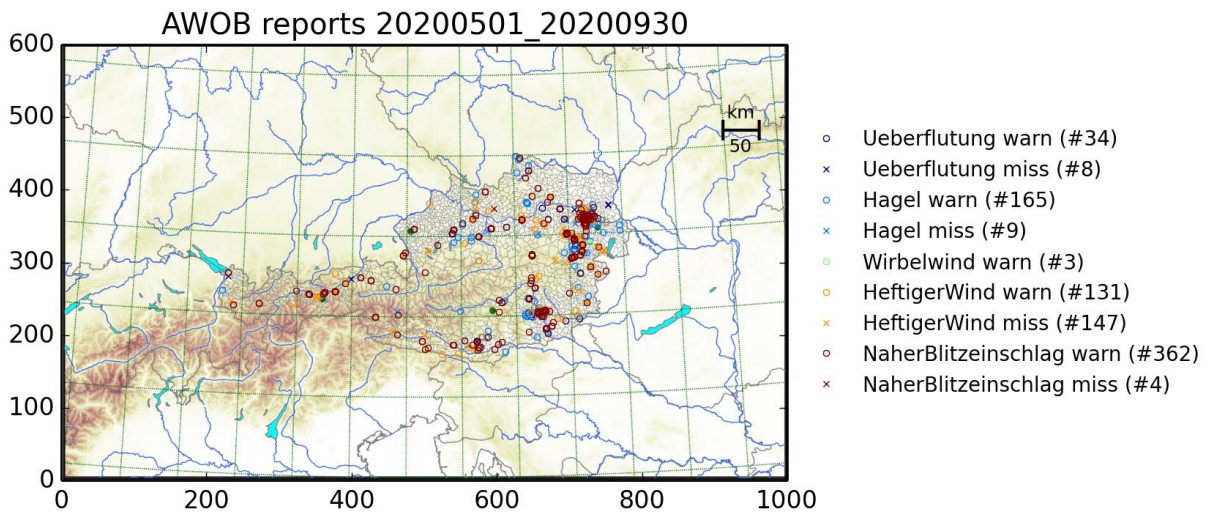


Abbildung AP 4.2.3: Übersichtskarte der AWOB Meldungen aus dem Vergleichszeitraum.

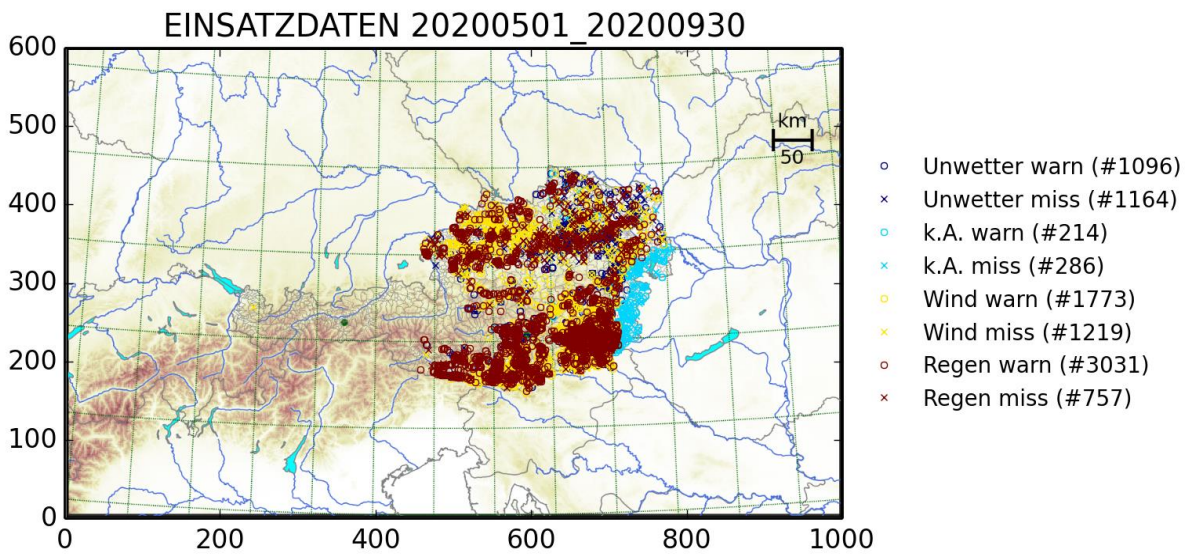


Abbildung AP 4.2.4: Übersichtskarte der Meldungen aus Einsatzdaten aus dem Vergleichszeitraum.

Eine Meldung gilt als gewarnt, wenn innerhalb von +/-100 Minuten um die Meldezeit in einer Rechtecksumgebung von +/- 10 km eine A-TNT Warnung ausgegeben wurde. A-TNT Warnungen werden für konvektiven Niederschlag (Kennung 00), Gewitter (Kennung 21) und Hagel (Kennung 13) ausgegeben. Zusätzlich zu jeder Warnung gibt es die Attribute Überflutungswarnung sowie die, sich seit 2017 im Test befindliche, Windwarnung. Abbildung AP 4.2.5 zeigt das Evaluierungskonzept, wobei der Ansatz an sich nicht nur eine Hitrate, sondern auch eine Vorhersagestatistik erlaubt, die zu weiteren Vergleich vorliegen und ausgearbeitet werden können.

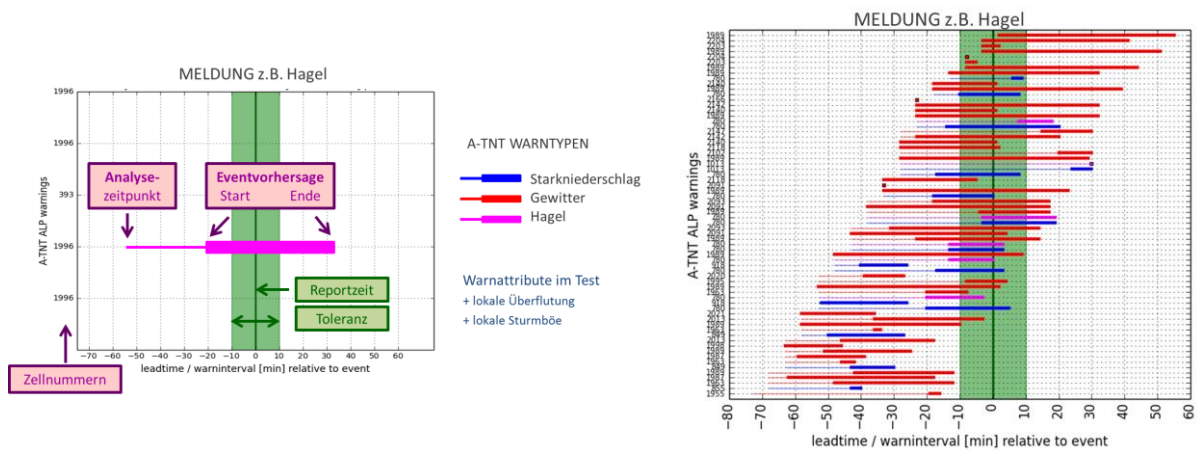


Abbildung AP 4.2.5: Schematische Darstellung des Evaluierungskonzeptes.

Abbildung AP 4.2.6 zeigt die Hitrates für alle Meldungen einer Kategorie und deren Subkategorien. Im Fall der AWOB Meldungen beziehen sich die Subkategorien auf einen Datensatz, der alle Meldungen größer-gleich der angegebenen Subkategorie umfasst. Im Fall der Einsatzdaten umfasst der zugrundeliegende Datensatz ausschließlich die angegebene Subkategorie. AWOB Hagelmeldungen wurden mit einem hohen Prozentsatz gewarnt. Deutlich zu sehen ist der Anstieg der Hagelwarnungen mit steigenden Korngrößen. Die Kategorie 4 cm umfasst 4 Meldungen, von denen eine nicht gewarnt wurde, und ist deshalb vermutlich ein statistischer Ausreißer. Bei der einen Meldung könnte es sich um eine Falschmeldung handeln, da die Daten ja nicht qualitätsgeprüft sind. AWOB Überflutung wird allgemein recht gut vor Gewitter und Gewitter mit Flutwarnung gewarnt. Je höher der Überflutungsgrad, desto geringer die Hitrate. Nachdem die Hitrate sogar für Niederschlagswarnungen sinkt, liegt der Schluss nahe, dass die gemeldeten Überflutungen eine örtlich versetzte oder zeitliche verzögerte Reaktion auf ein Gewitter sind oder überhaupt nicht durch Gewitter, sondern durch synoptisch getriebenen Niederschlag oder durch Ereignisse stromaufwärts verursacht wurden. Die erreichten Hitrates zu den Einsatzdaten zeigen eine deutliche Abhängigkeit von den jeweiligen Subkategorien. Zu erkennen ist, dass bei Windschadensmeldungen zwar zu einem guten Teil vor Gewitter gewarnt wurde, nicht aber vor starken Windböen.

Aus den Ergebnissen geht hervor, dass Hagel, besonders ab einer Korngröße von 1 cm gut gewarnt wurde. Überflutungsmeldungen wurden ebenfalls zu einem guten Prozentsatz gewarnt.

Die Zahl der Niederschlagswarnungen und auch der Gewitterwarnungen mit lokaler Überflutungswarnung sind ähnlich hoch wie die Zahl der Niederschlagswarnungen ohne lokale Überflutungswarnung. Dies lässt vermuten, dass die Überflutungsmeldungen, die unmittelbar von Gewittern verursacht wurden, auch zu einem Großteil vor lokale Überflutung gewarnt wurden.

Windwarnungen hingegen erfassen kaum die gemeldeten Schäden. Dies ist ein erwartetes Ergebnis, wenn man berücksichtigt, dass die Meldekategorien nur das Schadensbild wiedergibt, nicht aber auf die Ursache, d.h. Gewitter, rückschließen lässt und damit in den Kategorien Überflutung und besonders Wind die Hitrate herabsetzt. Die sehr niedrige Warnquote bei Windschadensmeldungen lässt aber vermuten, dass der Windwarnparameter von A-TNT überarbeitet werden sollte.

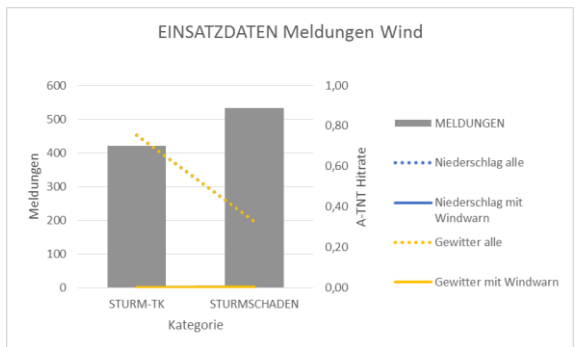
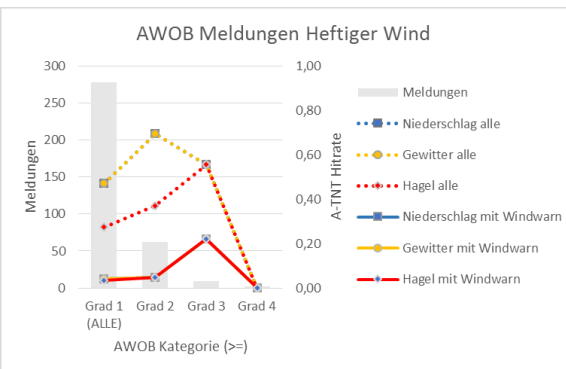
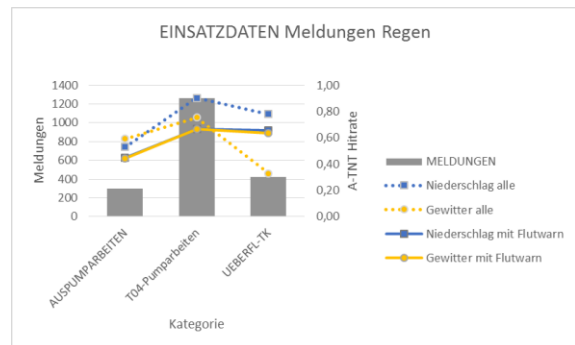
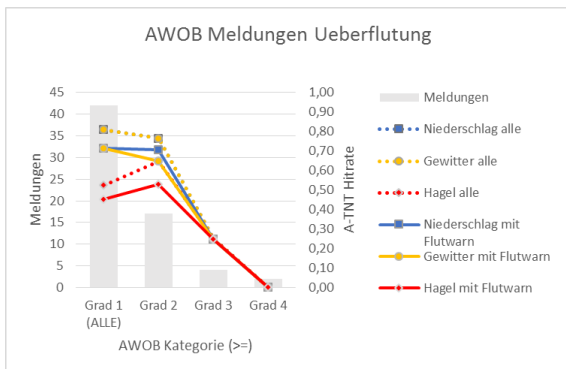
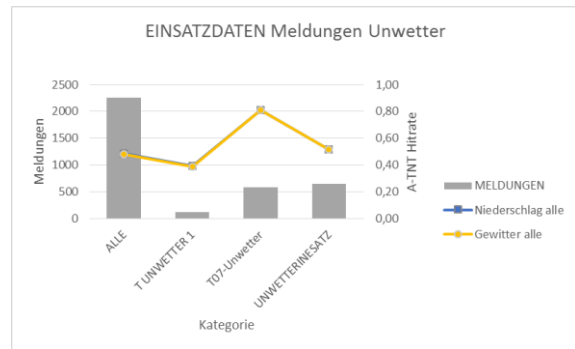
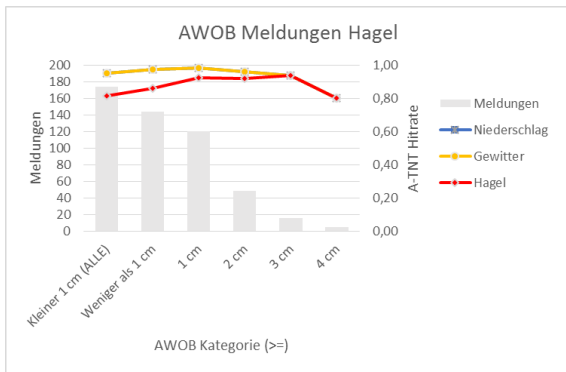
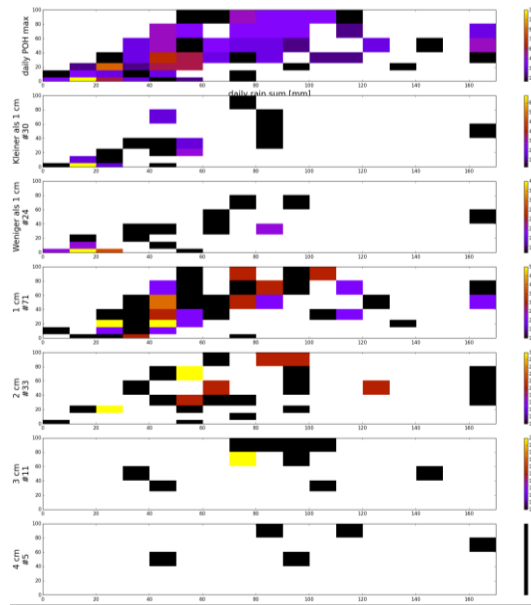
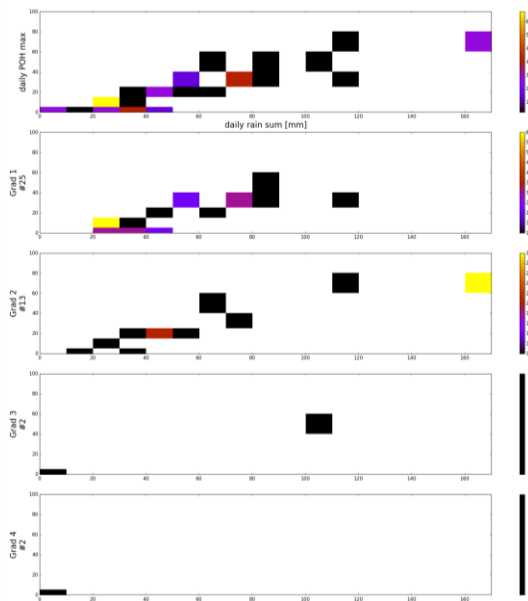


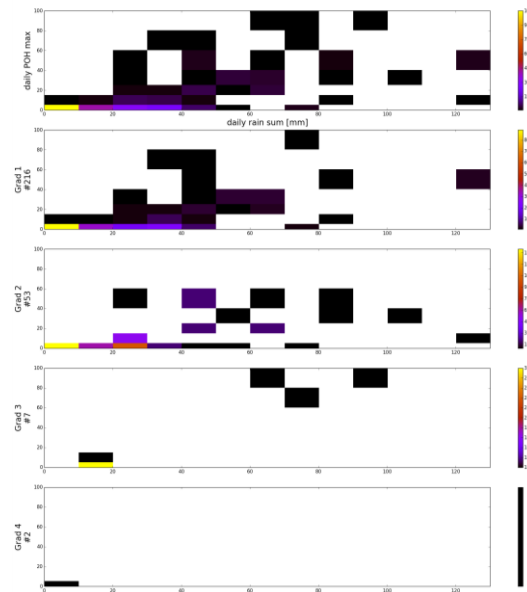
Abbildung AP 4.2.6: Zahl der AWOB Meldungen (links) und die dazu gehörigen Hitrates (rechts) der einzelnen A-TNT Warntypen. Im Fall der AWOB Meldungen umfasst der Datensatz alle Meldungen größer/gleich einer Subkategorie, im Fall der Einsatzdaten nur die benannte Subkategorie.



HAGEL (174 Meldungen)



ÜBERFLUTUNG (42 Meldungen)



HEFTIGER WIND (278 Meldungen)

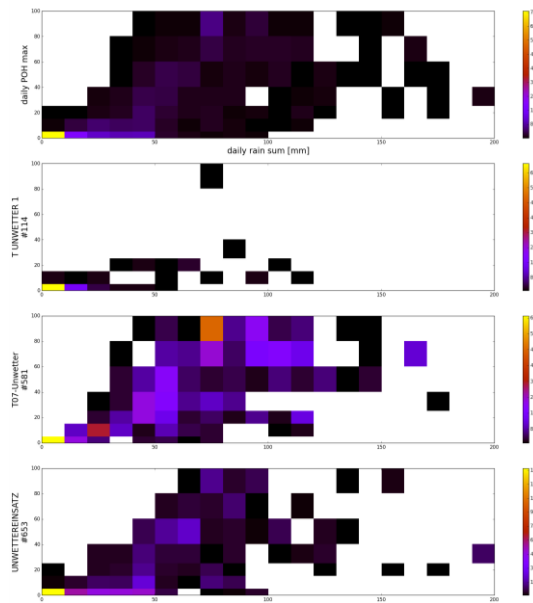
Abbildung AP 4.2.7: Zweidimensionale Zuordnung der Anzahl der Meldungen in Abhängigkeit der POH-Tagesmaximums (y-Achse) und der Tagesniederschlagssumme (x-Achse). Die oberste Abbildung zeigt alle eingegangenen Meldungen der Hauptkategorie, die unteren Diagramme die Histogramme der Subkategorien, wobei die jeweilige Subkategorie mit der Zahl der Meldungen (#) links des Histogramms steht. Der Datensatz der jeweiligen Subkategorie umfasst alle Meldungen größer/gleich der Subkategorie.

Die AWOB Meldung ‚Naher Blitzschlag‘ wurden zu 98% von A-TNT mit ‚Gewitter‘ gewarnt.

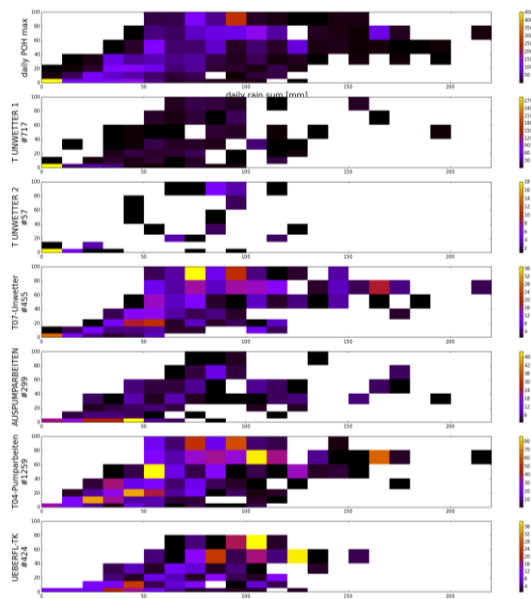
Abbildung AP 4.2.7 zeigt in Form einer Histogrammverteilung wieviel AWOB Meldungen bei welchem Tagesmaximum von POH (Probability of Hail) und welcher Niederschlagstagesumme gemeldet wurden. Deutlich zu sehen ist, dass doch eine beträchtliche Anzahl der Meldungen an Orten mit niedrigen Tages(!)-POH-Werten und Tagesniederschlagssummen gemeldet wurden.

Wie in Abbildung AP 4.2.7 zu sehen ist, finden sich bei AWOB Hagelmeldungen bis zu 1 cm eine doch erhebliche Anzahl an Meldungen bei keinen oder niedrigen POH Werten. Da die ausgewählte Periode Wintergraupelstürme ausschließen sollte, ist anzunehmen, dass die Meldungen in Regionen mit schlechter Radarsicht gemeldet wurden, die Radarsignale in Summe zu schwach waren, um Warnungen zu erzeugen oder die Meldungen nicht korrekt sind. Die Abbildung zeigt, dass ein Teil der Überflutungsmeldungen und ein großer Teil der Windwarnungen bei geringem POH und niedrigen Niederschlagstagesummen abgegeben wurden.

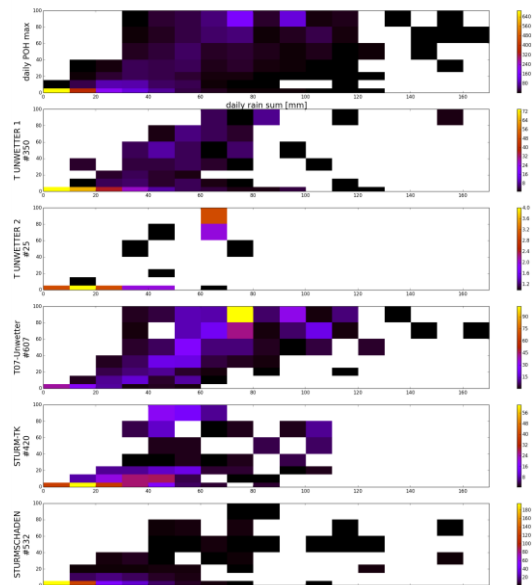
Abbildung AP 4.2.8 zeigt wie viele Einsatzmeldungen bei welchem Tagesmaximum von POH (Probability of Hail) und welcher Niederschlagstagesumme gemeldet wurden. Zu beachten ist, dass nur ausgewählte Subkategorien untersucht wurden und deshalb die Anzahl aller Meldungen einer Kategorie nicht die Summe der Meldungen der Subkategorien ist. Es zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Subkategorien. Insbesondere Windmeldungen werden mit einem hohen Anteil bei keinen bis niedrigen POH-Tagesmaxima und niedrigen Tagesniederschlagssummen gemeldet. Das bestärkt die Vermutung, dass diese Meldungen nicht unmittelbar Gewitterereignissen zugeordnet werden können.



ÜBERFLUTUNG (2260 Meldungen)



REGEN (3809 Meldungen)



WIND (2992 Meldungen)

Abbildung AP 4.2.8: Zweidimensionale Zuordnung der Anzahl der Einsatzdaten in Abhängigkeit der POH-Tagesmaximums (y-Achse) und der Tagesniederschlagssumme (x-Achse). Die oberste Abbildung zeigt alle eingegangenen Meldungen der Hauptkategorie, die unteren Diagramme die Histogramme der Subkategorien, wobei die jeweilige Subkategorie mit der Zahl der Meldungen (#) links des Histogramms steht. Der Datensatz der Subkategorie umfasst ausschließlich Meldungen der jeweiligen Subkategorie.

Zusammenfassend zeigt der Vergleich zwischen AWOB Meldungen und den Einsatzdaten, dass mit Hilfe der Meldungen aus AWOB und Einsatzdaten erstmals ein Vergleich und damit eine Benchmark für ansonsten schwer evaluierbare Warnparameter lokale Windböe und lokale Überflutung gegeben werden konnte. Berücksichtigt werden muss, dass die Einsatzdaten nicht qualitätsgeprüft sind und insbesondere wind- und überflutungsbezogene Meldungen nicht eindeutig einer kurzfristigen Auswirkung eines Gewitters zugeordnet werden können. Unter Berücksichtigung dieser Aspekte sind die Ergebnisse für AWOB Hagelmeldungen und lokalen Blitzschlag erwartungsgemäß hoch. Überflutungsmeldungen, sofern sie einer konvektiven Niederschlagszelle oder einem Gewitter zugeordnet werden können scheinen ebenfalls gut vor lokaler Überflutung gewarnt zu werden. Lediglich der, sich noch im Test befindliche, Warnparameter lokale Sturmböen hat die Meldungen nicht gut getroffen, auch wenn für die Meldung eine Gewitterwarnung vorlag und damit zu vermuten wäre, dass das gemeldete Ereignis von einem Gewitter ausgelöst wurde. Die Kategorien zu Windschaden sind in beiden Vergleichsdatensätzen nicht direkt den Auswirkungen von Gewittern zuordenbar. Das lässt an sich eine niedrige Hitrade im Vergleich mit gewitterkorrelierten Warnungen erwarten. Dieses Ergebnis ist aber ein eindeutiger Anstoß diesen Parameter noch zu überarbeiten.

AP 4.3: KONZEPT ZUR UMSETZUNG IN OPERATIONELLER VORHERSAGE

Die Erkenntnisse aus den Milestones M 4.1 und M 4.2 dienen einer Überarbeitung des Leitfadens für Gewitterwarnungen. Durch die Verzögerung bei M 4.1 und die gleichzeitig bekannt gewordene Ausweitung des Verifikationskonzepts auch auf andere Warnparameter (Starkregen, Schneefall, Glatteis und Sturm) im Folgeprojekt THUNDERSTRUCK 2021 wurde dieses Vorhaben in einen größeren Kontext eingebettet und auf das Jahr 2021 verschoben. So müssen nach Fertigstellung des Konzepts für eine umfassende objektive Verifikation nicht nur der Leitfaden für Gewitterwarnungen, sondern auch das Warnhandbuch und andere Dokumente überarbeitet und miteinander synchronisiert werden.

Bisherige Rückmeldungen zum Leitfaden für Gewittervorhersagen aus den vergangenen beiden Sommersaisons waren durchwegs positiv. Offenbar konnte das Ziel, den Forecastern/-innen mittels eines schnell ermittelbaren Warnvorschlags den Rücken zu stärken und gleichzeitig eine kritische individuelle Prüfung dieses Vorschlags zu erleichtern, in vollem Umfang erreicht werden. Basierend auf diesen Rückmeldungen und in Erwartung der größeren Überarbeitung im Folgejahr wurde der Leitfaden für Gewittervorhersagen am Ende des Jahres 2020 lediglich einem kleinen und nicht-inhaltlichen Update unterzogen. Vor Beginn der Gewittersaison 2021 wird die Entscheidungssequenz des Leitfadens auch grafisch auf einem A4-Zettel („cheat sheet“) illustriert, um den diensthabenden Forecastern/-innen stets in übersichtlicher und

kompakter Form zugänglich zu sein. Die noch offenen Arbeiten aus M4.1 und M4.2 werden anschließend im größeren Update 2021 eingearbeitet.

Auch wenn „Debriefings“ nach Unwetter-Situationen noch nicht institutionalisiert wurden, stellten sich die gefilterten und visualisierten Einsatzdaten bereits vielfach als äußerst hilfreiche Entscheidungsgrundlage für eine Anpassung laufender Warnungen sowie als hilfreiches Instrument für eine vorläufige Evaluierung der ausgegebenen Unwetterwarnungen im Rundgespräch am folgenden Morgen heraus. Es ist geplant, bis spätestens Mai 2021 die Echtzeit-Filter (AP3) und die Infrastruktur für eine Qualitätskontrolle (AP4) weiter zu verbessern, sodass qualitätskontrollierte Unwetterdaten möglichst zeitnah – nach Maßgabe der Kapazitäten idealerweise bereits rechtzeitig für das Rundgespräch am folgenden Morgen – vorliegen sollen. Damit soll sowohl die Grundlage für eine intensiviertere Aufarbeitung von Unwetterereignissen als auch für die Ausgabe von Presseaussendungen, die in solchen Situationen von der Medienlandschaft begehrt wären, geschaffen werden. Dies wurde als deutlicher Schritt zur Objektivierung und Verbesserung einer State-of-the-art-Gewitterprognose- und Warnung identifiziert und unterstützt sowohl die gesetzliche Verpflichtung die Öffentlichkeit vor Gewittern und Unwettern zu warnen, als auch Anwendungen im Bereich mit Kooperationspartnern, Kunden und Stakeholdern.

2.2.5 AP 5: Visualisierung

AP 5.1: SICHTUNG BESTEHENDER PRODUKTE (SCORE, A-TNT VISUALISIERUNG GRAZ, GEWITTERVERIFIKATION, ...) UND BEWERTUNG IHRER VERWENDBARKEIT FÜR DIE VERSCHIEDENEN BENUTZERGRUPPEN IN HINBLICK AUF DEN FEEDBACK-LOOP

Bevor mit der Entwicklung der Visualisierung begonnen wurde, haben wir uns um bestehende Systeme an der ZAMG umgeschaut. Die als Standard geltende JavaScript-Bibliothek für WebGIS-Anwendungen ist *OpenLayers*. *OpenLayers* kommt etwa bei den INCA-Portalen, bei *ClimVIS* oder *ASTMA* zur Anwendung. Daneben gibt es seitens der Projektmitarbeiter meist nur Erfahrungen und Kenntnisse mit der Bibliothek *Leaflet*. Daher wurde beschlossen, die Entwicklung der Prototypen einmal mit *Leaflet* zu realisieren. Nach dem Projekt sollte eine Übertragung des Codes (verwendet selbe Sprache) auf *OpenLayers* von den dortigen Experten in einem überschaubaren, zeitlichen Rahmen möglich sein.

Weitere Visualisierungswerkzeuge wie *Visual Weather* sind für die Anwendung nur eingeschränkt nutzbar. Eine Schnittstelle dorthin wurde im Projekt bereits berücksichtigt und im Folgeprojekt EP21 THUNDERSTRUCK 2021 wird dies operationell umgesetzt.

AP 5.2 BIS 5.4: ERSTELLUNG EINES GROBKONZEPTE FÜR DAS VISUALISIERUNGSTOOL (DESIGN, TECHNISCHE HILFSMITTEL, DATENQUELLEN), PROGRAMMTECHNISCHE UMSETZUNG EINES PROTOTYPEN DER VISUALISIERUNG, TESTBETRIEB UND FEEDBACK DER NUTZER

Zur Visualisierung der Einsatzdaten und weiteren Informationen wird eine webbasierende Umsetzung angestrebt. Dazu wurde für den Prototyp die freie JavaScript-Bibliothek *Leaflet* verwendet. *Leaflet* ist eine WebGIS-Anwendung und arbeitet unter anderem mit CSS3 und HTML5-Standards. Sie ist neben *OpenLayers* und *Google Maps API* eine der verbreitetsten Bibliotheken für WebGIS-Applikationen. Neben *OpenLayers* (INCA-Portale, *ClimVis*) ist *Leaflet* innerhalb der ZAMG im Einsatz. Des Weiteren wird für das Layout das freie Frontend-CSS-Framework *Bootstrap*, die freie Javascript-Bibliotheken *jQuery* und *moments.js* sowie für die Diagrammdarstellung die JavaScript Bibliothek *Highcharts* verwendet. *Highcharts* ist frei für „nicht kommerzielle“ Nutzung. Für kommerzielle Nutzung sind entsprechende Lizenzen zu erwerben.

Als Programmiersprachen kommen PHP, JavaScript und CSS zum Einsatz. Der Monitor läuft auf allen, halbwegs aktuellen Browsern bzw. an der ZAMG verwendeten Betriebssystemen. Dies ist an den Meteorologischen Arbeitsplätzen gegeben, wie etwa auf den Windows- als auch den Linux-Maschinen (Visual Weather Rechnern).

Die Anwendung ist primär für den Echtzeit-Einsatz gedacht. Eingeschränkt stehen zwar Archiv-Funktionen zur Verfügung, für archivierte und geprüfte Datensätze ist eine separate Applikation in Entwicklung.

Als Zeitzone ist „Europe/Berlin“ in Verwendung, alle angeführten Zeiten sind unabhängig von der Systemzeit also in Lokalzeit (MEZ oder MESZ).

Sofern nicht anders angegeben, dürfen die Einsatzdaten nur intern, im Zuge der Arbeiten im SKKM, verwendet werden.

Die Webseite ist derzeit unter <http://rgwww.zamg.ac.at/THUNDERSTRUCK/realtime> abrufbar.

Funktionsübersicht

Bei der Programmierung des Monitors wurde auf schnelle Verfügbarkeit, automatische Aktualisierung sowie Alltagstauglichkeit und Bedienfreundlichkeit geachtet.

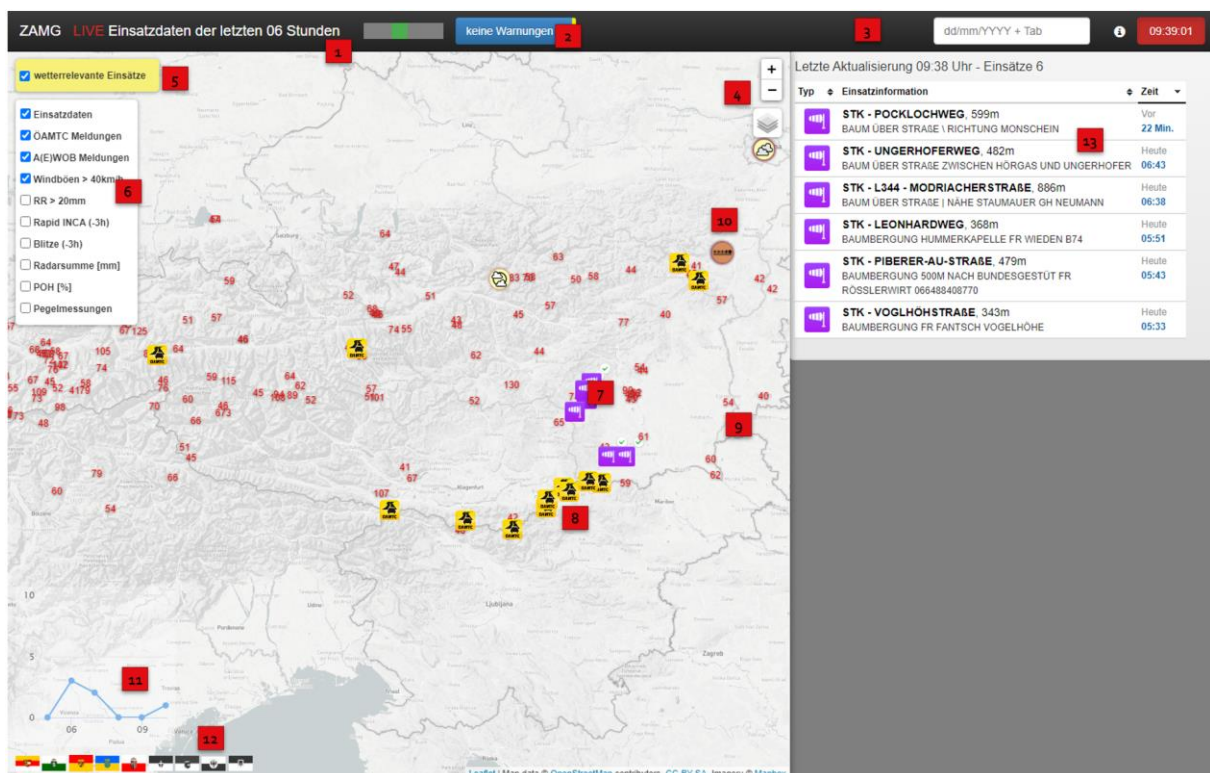


Abbildung AP 5.2-5.4.1: Screenshot vom Einsatzmonitor. Beschreibung siehe Text.

Dazu teilt sich die Applikation in drei Bereiche: Navigation (oberer Bereich), Anzeige der Daten auf einer Karte (linker Bereich) sowie tabellarische, nach Datum sortierte Auflistung der Einsätze (rechter Bereich). Die Einsätze sowie die anderen Daten sind graphisch so aufbereitet,

dass sie auf den ersten Blick so gut wie möglich erfassbar sind. Der Monitor aktualisiert sich mit sämtlichen Inhalten selbst (jede Minute).

Folgende Funktionen sind mit der Version Jänner 2021 verfügbar (Abbildung AP 5.2-5.4.1).

- [01] Mit dem Schieberegler kann das *Scanback*, also die Stunden, wie weit zurückgeschaut wird, eingestellt werden. Es sind Werte von "01", "02", "03", "06", "12", "24", "48" oder "72" Stunden möglich. So beinhaltet die Einstellung "03 Stunden" alle Meldungen der letzten 3 Stunden.

- [02] Im Dropdown-Element „Warnungen“, können die am „heutigen“ Tag aktiven Wetterwarnungen auf Gemeindebasis angezeigt werden. Es stehen die Warntypen „Gewitter“, „ATNT-Gewitter“, „Schnee“, „Wind“, „Regen“ und „Glätte“ zur Verfügung. Siehe dazu das Kapitel *Warnungen*.

- [03] Hier kann ein beliebiges Datum eingegeben werden, die Einsätze werden dann von diesem Tag angezeigt (0 bis 24 Uhr Lokalzeit). Bestimmte Layers stehen in diesem Modus nicht zur Verfügung, der Funktionsumfang ist eingeschränkt. Für Archiv-Abfragen ist eine separate Anwendung in Entwicklung.

- [04] Auswahlmöglichkeit des Base-Layers für verschiedene Anwendungsbereiche und sowie Zoom-Navigation beispielsweise für Tablets.

- [05] Hier kann gewählt werden, ob nur wetterrelevante Einsatzdaten und ÖAMTC-Meldungen angezeigt werden sollen oder alle Datensätze. Die Prüfung auf Wetterrelevanz erfolgt automatisiert über einen Entscheidungsbaum (siehe Kapitel *Filterung*).

- [06] An dieser Stelle können die verschiedenen Overlays ein- und ausgeschaltet werden. Derzeit sind verfügbar:

Einsatzdaten Feuerwehreinsatzdaten. Mit *mouseover* erhält man weitere Informationen wie Zusatzinfos, Wetterbedingungen zur Zeit der Alarmierung sowie Informationen über die automatische Filterung. Der Einsatz wird gleichzeitig in der linken Tabelle hervorgehoben. Ein rotes Rufzeichen zeigt fehlende Datensätze (dokumentierte Ausfälle) im ausgewählten Zeitraum an.

ÖAMTC Verkehrsmeldungen. Mit *Klick* erhält man weitere Informationen.

A(E)WOB Meldungen, die über *wettermelden.at* und über EWOB (European Weather Observer, ESSL, <https://www.eswd.eu/ewob/>) einlagen. Mit *mouseover* erhält man weitere Informationen. Etwa - wenn vorhanden - das hochgeladene Foto.

Windböen > 40 km/h Zeigt Stationen (TAWES & extra) mit Windböen > 40 km/h im gewähltem Zeitintervall. Bei *Klick* auf den Wert erhält man das Verlaufsdiagramm der Station. Wird ein Datum gewählt (3), ist diese Funktion nicht verfügbar.

RR > 20 mm Zeigt Stationen (TAWES & extra) mit Niederschlagssummen > 20 mm im gewähltem Zeitintervall. Bei *Klick* auf den Wert erhält man das Verlaufsdiagramm der Station. Wird ein Datum gewählt (3), ist diese Funktion nicht verfügbar.

Rapid INCA (-3h) Zeigt die Rapid-INCA Niederschlagssumme (georeferenzierte Bild) der letzten drei Stunden an. Derzeit sind nur drei Stunden verfügbar. Wird ein Datum gewählt (3), ist diese Funktion nicht verfügbar.

Blitze (-3h) Zeigt die Blitze der letzten drei Stunden an (georeferenzierte Bild). Derzeit sind nur drei Stunden verfügbar. Wird ein Datum gewählt (3), ist diese Funktion nicht verfügbar.

Radarsumme: Zeigt die Radarsumme für das gewählte Zeitintervall an (georeferenzierte Bild). Wird ein Datum gewählt (3), ist diese Funktion nicht verfügbar.

POH: Zeigt das max. POH (Wahrscheinlichkeit für Hagel, ATNT) für das gewählte Zeitintervall an (georeferenzierte Bild). Wird ein Datum gewählt (3), ist diese Funktion nicht verfügbar.

Pegelmessungen: Pegelverläufe werden mit verschiedenen Symbolen visualisiert. Sie zeigen den Trend der Abflusslinien. Bei *Klick* auf das Symbol kommt man auf die Webseite der Messung mit Verlaufsdiagramm.

- [07] Die Einsätze werden beim Einspielen klassifiziert und mit einem eindeutigen Symbol angezeigt (siehe Kapitel Filterung). Mit *mouseover* erhält man Details zum Einsatz, gleichzeitig wird der betroffene Datensatz in der rechten Tabelle markiert. Einsätze, die jünger als eine halbe Stunde sind, pulsieren in der Anzeige (Karte und Tabelle) und werden so hervorgehoben.
- [08] Verkehrsmeldungen vom ÖAMTC werden mit dem gelben ÖAMTC-Symbol dargestellt. Mit *Klick* erhält man weitere Informationen zur Verkehrsmeldung.
- [09] Messwerte der Stationen (TAWES & extra) mit Niederschlagssummen > 20 mm oder Windspitzen größer 40 km/h im gewähltem Zeitintervall. Bei *Klick* auf den Wert erhält man das Verlaufsdiagramm der Station.
- [10] AWOB/EWOB Daten werden mit dem gemeldeten Wetterelement dargestellt. Mit einem *mouseover* auf die Meldung erhält man Details zur Meldung, etwa gepostete Fotos.
- [11] Zeitlicher Verlauf der Einsätze. Die Daten sind hier stundenweise gruppiert. Damit werden die „Einsatzspitzen“ zeitlich hervorgehoben.

- [12] Aktive (färbig) und nicht aktive (grau) Bundeslandinformationen für die Einsatzdaten. Bei *Klick* zoomt man zum jeweiligen Bundeslandausschnitt, *mouseover* zeigt die Anzahl der Einsätze je Bundesland an.
- [13] In diesem Block werden die Einsätze (innerhalb des aktuellen Ausschnitts) tabellarisch aufbereitet und beinhalten zusätzliche Features. Die Einsätze sind nach Zeit sortiert (neueste oben). Die Tabelle enthält die Spalten Einsatztyp (Piktogramm), Ort, Höhe (auf der INCA-Topographie) und Anmerkungen sowie Datum/Zeit. Mit einem *mouseover* auf das Einsatztypen-Symbol hat man die Möglichkeit, falsch kategorisierte, fälschlich gefilterte oder nicht gefilterte Datensätze als E-Mail zu melden. Mit einem *Klick* auf den Einsatzort öffnet sich ein PopUp mit dem Witterungsverlauf der nächstgelegenen TAWES-Station. Die vertikale Linie im Diagramm zeigt den Zeitpunkt der Meldung an. Für die steirischen Einsätze sind testweise die umliegenden Feuerwehren mit ihren Web- und Social-Media-Auftritten aufgelistet. Hier findet man zum Einsatz teilweise zeitnahe Zusatzinformationen (etwa Bilder). Einsätze, die jünger als eine halbe Stunde sind, pulsieren in der Anzeige und werden so hervorgehoben. Der jeweils mit *mouseover* gewählte Einsatz, wird auch der Karten links optisch hervorgehoben.

Datenquellen

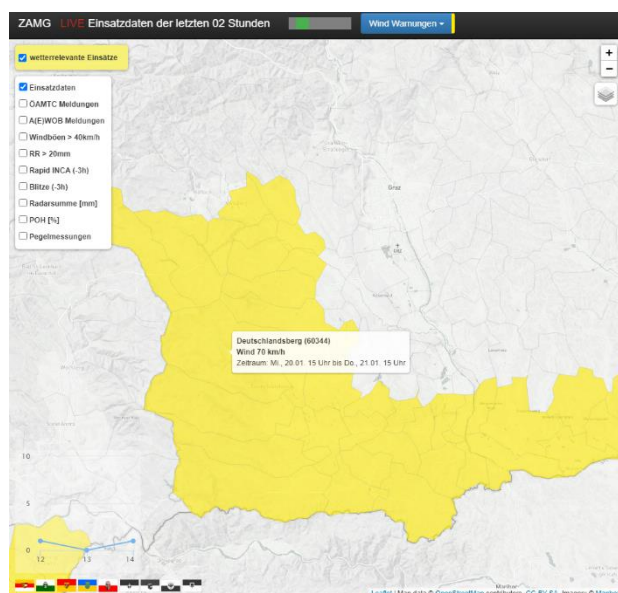
Mit Projektende stehen für den Monitor folgende externe Daten zur Verfügung:

Typ	Organisation	Ausdehnung	Status der Bereitstellung	Daten seit
Feuerwehr	LFV Steiermark	Steiermark	offiziell	3.7.2017
Feuerwehr	Berufsfeuerwehr Graz	Graz	offiziell	25.9.2018
Feuerwehr	LAWZ Kärnten	Kärnten	offiziell	21.12.2019
Feuerwehr	LFV Oberösterreich	Oberösterreich	offiziell (offene Web-Schnittstelle)	12.2.2020
Feuerwehr	LSZ Burgenland	Burgenland	inoffiziell (offene Web-Schnittstelle)	7.4.2020
Feuerwehr	LWZ Niederösterreich	Niederösterreich	inoffiziell (offene Web-Schnittstelle)	8.4.2020
Verkehr	ÖAMTC	Österreich	offiziell	26.3.2020
AWOB	wettermelden.at	Österreich	offiziell	4.3.2020
EWOB	ESSL	INCAL-Domain	offiziell	4.3.2020
Pegel	Hydro (ehyd)	Österreich	offiziell	nur aktuell

Tabelle AP 5.2-5.4.1: Übersicht über die aktuellen Datensätze in der Datenbank

Warnungen

In der Visualisierung stehen im „Live“-Modus die für den aktuellen Tag aktiven



Wetterwarnungen als Layer zur Verfügung. Dabei wird die Warndatenbank auf aktive Wetterwarnungen vom Meteorologen (Warntool) und auf automatische ATNT-Gewitterwarnungen abgefragt. Der Datensatz wird alle 5 Minuten neu erzeugt und im GeoJSON-Format abgelegt. Als eindeutiger Schlüssel dient die Gemeinde-Nummer. Auf Basis der Warnstufe und des gewählten Warnparameters wird die betroffene Gemeinde im Einsatzmonitor eingefärbt, die Details der Warnung ist über *mouseover* abrufbar.

Abbildung AP 5.2-5.4.2: Beispiel für die Visualisierung der Wetterwarnungen im Einsatzmonitor.

Schnittstellen

Zur Darstellung der Punktdaten (Einsatzdaten, Stationsmeldungen, ÖAMTC-Meldungen, ...) wird in Leaflet das GeoJSON-Format verwendet.

Programm	Übergabeparameter
get_einsatzdaten.php Einsatzdaten der Feuerwehren	dh: [Rückschau in Stunden bzw. Datum im Format YYYYMMDD, default: 3] utc: [=1: Uhrzeiten in UTC, default: 0, Lokalzeit] filter: [=1: nur gefilterte Datensätze, default: 1]
get_oeamtc.php ÖAMTC Verkehrsmeldungen	dh: [Rückschau in Stunden bzw. Datum im Format YYYYMMDD, default: 3] filter: [=1: nur gefilterte Datensätze, default: 1]
get_awob.php AWOB und EWOB Meldungen	dh: [Rückschau in Stunden bzw. Datum im Format YYYYMMDD, default: 3]
get_warnungen.php „heutiger“, aktiver Warnstatus	warntyp: [Regen, Schnee, Wind, Glätte, Gewitter, ATNT, default: Wind]

Tabelle AP 5.2-5.4.2: Übersicht über den vorhandenen Schnittstellen.

Dazu generieren PHP-Scripts die benötigten Daten auf Basis der ausgewählten Parameter. Diese Scripts können zum Exportieren von Datensätzen aus der Datenbank benutzt werden, um sie in den eigenen Applikationen weiterzuverarbeiten.

In der Tabelle AP 5.2-5.4.2 sind die aktuell vorhandenen Programme aufgelistet.

Kategorien der Einätze

Bereits beim Einspielen der Einätze in die Datenbank erfolgt eine Zuweisung der Meldung zu einem Wettertyp. Dies geschieht idealerweise über fix definierte Alarmstichwörter (Katalog) von den Feuerwehren oder LWZs. Liegen diese nicht vor, werden die Zusatzinformationen nach wettertypischen Schlagwörtern durchsucht. Derzeit können folgende Einsatztypen kategorisiert und einem Wetterelement zugeteilt werden:






Icon	Bezeichnung	Wetterelement	Anmerkungen
	Sturmschaden	Wind	Schneebruch wird auch als Sturmschaden gemeldet
	Überflutung	Regen	Überschwemmung, Bach tritt über die Ufer, Hochwasser,...
	Fahrzeugbergung Glätte		Fahrzeugbergung, Unfälle, hier muss im viel gefiltert werden
	Unwetter	Wind/Regen	Einsätze, die weder Wind noch Regen zugeordnet werden können
	k.A.	k.A.	Nicht automatisch kategorisierbare Einsätze

Tabelle AP 5.2-5.4.3: Übersicht über die verwendeten Kategorien im Einsatzmonitor.

Filterung

Nicht jeder gemeldete Wasserschaden muss mit Wetter oder Unwettern zu tun haben. Denken wir nur an einen Rohrbruch im Keller. Auch bei Verkehrsunfällen haben die meisten Einsätze nicht unmittelbar was mit dem Wetter zu tun (Schnee, Glatteis), sondern resultieren aus anderen Gründen. Diese für uns nicht interessanten Meldungen müssen gefiltert werden. Es gibt in der Datenverarbeitung zwei Stellen, wo dies geschehen kann. Entweder bereits beim Einspielen in die Datenbank oder bei der Visualisierung.

Aus Datenschutzgründen ist die erste Variante, die Daten gleich beim Einspielen zu speichern oder zu verwerfen, vorzuziehen. Wir haben uns zumindest während der Projektlaufzeit darauf geeinigt, diese Überprüfung erst bei der Visualisierung durchzuführen. Die Hauptgründe dafür

sind wie folgt: die Schwellenwerte der Filter sind variabel und werden laufend optimiert, es können neue Filter rasch eingebaut werden, die *Black-* und *Whitelisten* werden ständig erweitert.

In der nachfolgenden Abbildung AP 5.2-5.4.3 ist der Ablauf der Filterung schematisch dargestellt.

Einsätze, deren Stichwörter in der *Blacklist* zu finden sind, werden sofort verworfen, Einsätze mit Stichwörtern auf der *Whitelist* direkt an die Anzeige weitergeleitet. In der *Whitelist* sind Begriffe eingetragen, die eindeutig auf einen wetterrelevanten Einsatz hindeuten. Dies sind etwa: „Baum auf Haus“, „Sturmschaden“, „Hochwasser“ oder „Glatteis“. Speziell bei Schäden durch Wind oder Schneelast hat sich diese Vorgangsweise aufgedrängt, da die nächstgelegenen Wetterstationen die örtliche Witterung oft nicht vollständig wiedergeben können (Schneelast auf Bäumen oder Schäden bei nicht-konvektiven Windböen in größerer Entfernung der TAWES-Stationen). Es hat sich gezeigt, dass gerade „*Whitelist*-Einsätze“ dem Vorhersagemeteorologen nützliche Hinweise geben, etwaige Wetterwarnungen zu setzen, auszuweiten oder zu erhöhen (Stichwort Feedbackloop).

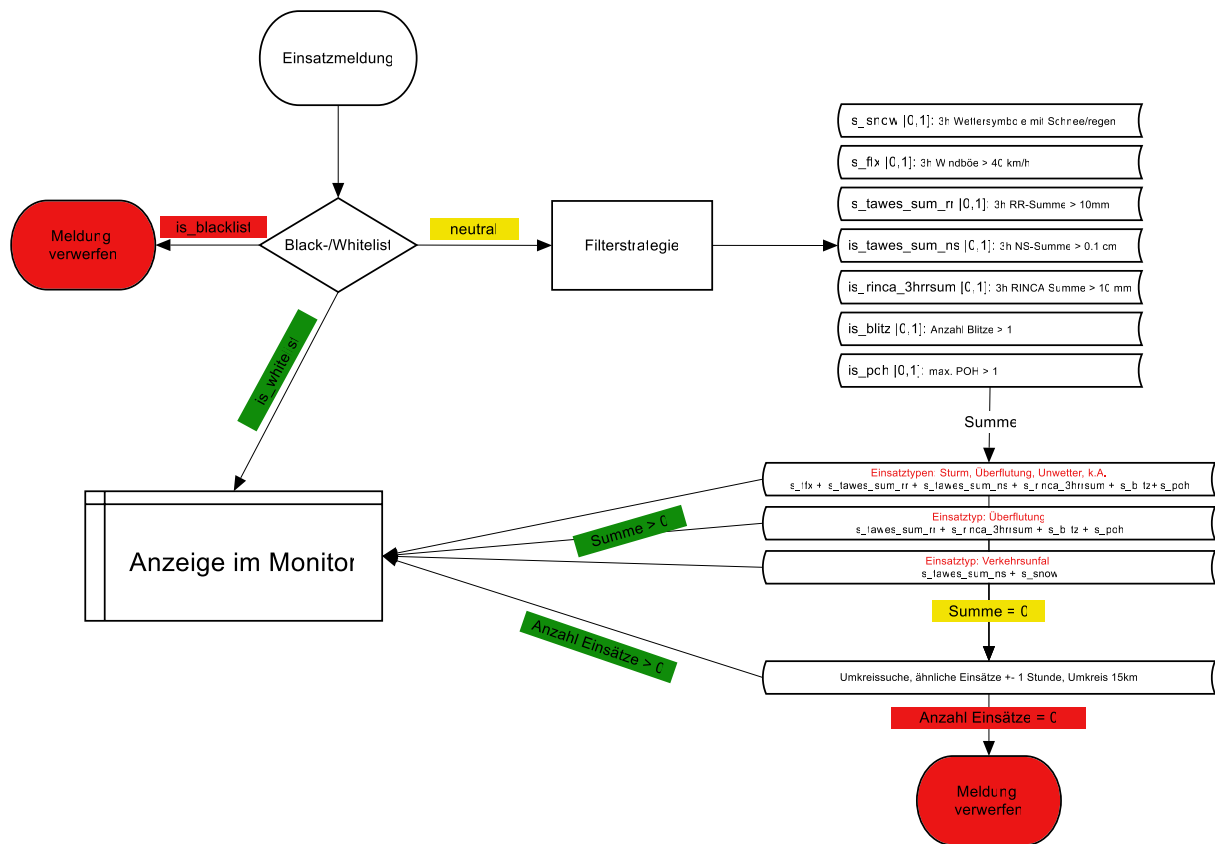


Abbildung AP 5.2-5.4.3: Schematische Darstellung der Filterung, Schwellenwerte, Stand Jänner 2021

Alarmierungen, die weder auf der Black- noch auf der *Whitelist* zu finden sind, werden als *neutral* definiert. Sie durchlaufen im nächsten Schritt einen Wetter-Check. Dabei werden die verschiedenen Wetterparameter zum Alarmierungszeitpunkt auf Schwellenwerte geprüft und bekommen entweder den *Flag 1* für erfüllt bzw. *Flag 0* für nicht erfüllt. Ist die Summe der Wetterflags > 0 , so wird der Einsatz als wetterrelevant markiert und an die Anzeige weitergegeben.

Dabei sind die Summanden für jeden Einsatztyp unterschiedlich. Für Unwetter oder Sturmeinsätze werden neben der Abfrage der Niederschlagssummen aus Rapid INCA und nächstgelegener TAWES auch die Windböen sowie die Zahl der detektierten Blitze und das Maximum vom POH („Probability of hail“) untersucht. Gemeldete Verkehrsunfälle werden hingegen nur auf Neuschnee oder Wettersymbole mit Schnee geprüft.

Einsätze, welche beim Wetter-Check durchfallen, durchlaufen zum Schluss noch eine letzte Überprüfung. Und zwar wird geschaut, ob es im Umkreis (Quadrat) von 15 km und innerhalb der letzten Stunde einen Einsatz mit gleichem Einsatztyp gegeben hat. Auch dieser Schritt hat sich in der Praxis als nützlich herausgestellt. So kann eine Anhäufung von Verkehrsunfällen in einem Gebiet doch auf einen Wetterbezug hindeuten. Auch eine Anhäufung von Sturmeinsätzen in Gebieten mit schlechter Stationsabdeckung kann auf ein potentielles „Sturmproblem“ hindeuten.

Qualitätskontrolle der Einsätze (Prototyp)

Im Zuge des AP5 im Folgeprojekt „THUNDERSTRUCK 2021“ ist angedacht, eine grafische Oberfläche zu entwickeln, mit dessen Hilfe eine zeitnahe Qualitätskontrolle von Einsatzdaten möglich sein soll. Die Abschätzung, ob ein Einsatz wetterrelevant ist oder nicht, soll durch eine Verschneidung mit entsprechenden meteorologischen Archivdaten vereinfacht werden, so wie dies beim bereits bestehenden Monitoring bereits umgesetzt wurde. Es ist angedacht, dass diese Kontrolle im operationellen Routinedienst erfolgen soll. Das Rohgerüst wurde Ende 2020 noch im Rahmen des Projektes „THUNDERSTRUCK 2020“ erstellt (Abbildung AP 5.2-5.4.4). Das Tool soll zukünftig unter http://riwww/webApps/thunderstruck_gc/ verfügbar sein.

Aus momentaner Sicht wurde und wird für die Programmierung dieses Tools auf klassische Programmiersprachen wie *PHP* und *Javascript* zurückgegriffen. Als Speicherort für die Qualitätskontrollierten Einsatzdaten wird eine SQL-Datenbank dienen. Die Visualisierung erfolgt mittels der bereits angesprochenen JS-Bibliothek *leaflet.js*. Für etwaige Visualisierungen von Zeitreihen hat sich die JS-Bibliothek *D3.js* als hilfreich erwiesen, da damit optisch ansprechender Output produziert werden kann und die Bibliothek frei verfügbar ist.

Funktionsübersicht

Damit die Qualitätskontrolle effizient erfolgen kann, werden folgende Basisfunktionen benötigt:

Filterung: Einsätze sollen nach Datum, Bundesland und Einsatzart sowie nach QC-Status gefiltert werden können. Somit können beispielsweise Einsätze an bestimmten Tagen ohne wetterrelevantes Wetter rasch aussortiert werden. Die Einsätze werden als Tabelle mit Scroll-Funktion ausgegeben sowie in der Karte angezeigt.

Visualisierung: Auf der Karte sollen neben den Einsatzdaten auch Layer mit relevanten Messdaten eingeblendet werden können (Stationsdaten, Radarsummen, INCA-Summen, Blitze, etc), wie dies auch beim Monitoring schon erfolgt.

Editieren: Einträge (Infotexte, ZAMG-Typ, etc.) sollen jederzeit editierbar sein.

Speichern: über Tickboxes können wetterrelevante Einsätze markiert und anschließend abgespeichert werden. Sammelfunktionen sollen bei Bedarf ein rasches Aus- bzw. Abwählen aller Einsätze eines bestimmten Tages oder Typs ermöglichen.

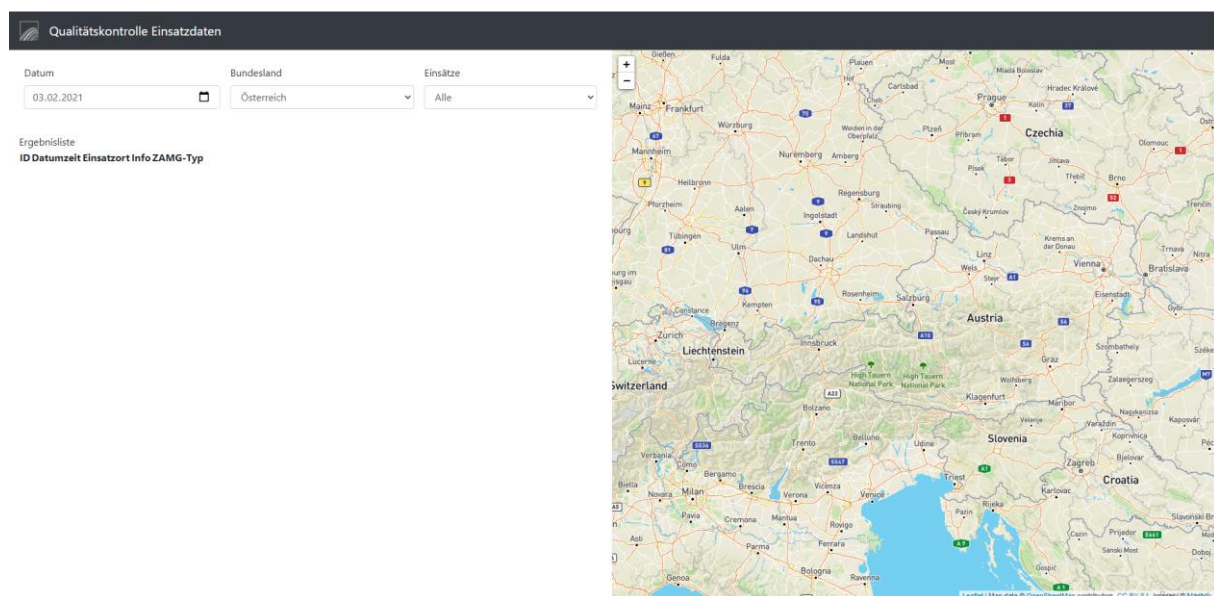


Abbildung AP 5.2-5.4.4: Grundgerüst des QC-Tools für Einsatzdaten.

Datenquellen und Schnittstellen

Datenquellen und Schnittstellen decken sich im Großen und Ganzen mit denen, welche im vorigen Abschnitt genannt wurden. Es muss nur noch eine Verbindung zur neuen Datenbank geschaffen werden, in welche die qualitätskontrollierten Daten abgelegt werden.

2.2.6 AP 6: Verifikation

Das grundsätzliche Problem bei der Verifikation von impakt-basierten Warnungen ist die Datengrundlage bezüglich der Beobachtung. Solche Beobachtungen von Auswirkungen - in unserem Fall Schadensmeldungen von Feuerwehren, Versicherungen oder aus anderen Quellen - sind unscharf. Vor Verwendung für eine objektive Verifikation bedarf es einer sorgfältigen Validierung und Einstufung dieser Schadensmeldungen, wobei besonders der Einstufung in eine Impakt-Skala eine wichtige Rolle zukommt. Sie ist essentiell, um durch gute Verständlichkeit, Übersichtlichkeit und Verwendbarkeit von Verifikationsdaten im Feedback-Loop sowie in der Nachbearbeitung von einzelnen Warnsituationen oder auch bestimmter Perioden bzw. Gebietsbereiche eine hohe Akzeptanz der Verifikationswerkzeuge und Verifikationsergebnisse im täglichen Routinedienst wie auch bei Entscheidungsträgern im Management zu erreichen.

Der Großteil der Arbeiten beschäftigte sich daher mit der Neu- bzw. Weiterentwicklung der Verifikationsmethodik. Die weiteren Milestones (AP 6.2 bis AP 6.4) wurden im heurigen Jahr zwar angeschnitten, angesichts der Erweiterung der Warnparameter im Projektantrag THUNDERSTRUCK 2021 (Starkregen, Sturm, Schnee, Glatteis, vlg. AP 3) und der daraus resultierenden Entwicklung der Impakt-Matrix incl. der darauf aufbauenden Verifikationsmethodik für alle Parameter jedoch nicht in dem Maße durchgeführt, wie ursprünglich geplant. Die notwendig gewordene intensive Beschäftigung mit der Methodik für eine Reihe weiterer Parameter wurde im Austausch mit dem Folgeprojekt THUNDERSTRUCK 2021 vorgezogen. Die Implementierung der Echtzeit-Verifikation (AP 6.2) sowie deren Integration in die Visualisierung (AP 6.3) ist bis zum Start der konvektiven Saison 2021 geplant. Die Implementierung der Verifikation „on-the-fly“ folgt im Lauf des Jahres 2021.

AP 6.1: ENTWICKLUNG EINER METHODE ZUR EINSCHÄTZUNG DER SCHADENSAUSWIRKUNG AUS EINZELNEN BEOBACHTUNGEN UNTER ZUHILFENAHME EINES WIRKUNGSRADIUS

In Zusammenarbeit mit AP3 (Datenerhebung Nicht-Echtzeitdaten, Archivdaten und Forensik) wurde die bereits in einem Vorgängerprojekt (PWS) entwickelte Idee der Impakt-Matrix weiter an die verfügbaren Daten der jeweiligen Parameter angepasst. Die Einordnung der Schadensereignisse in die Impakt-Matrix beruht auf 2 Säulen:

- 1) Beobachtete Schadens-Auswirkungen
- 2) Messungen der betreffenden meteorologischen Parameter

Die Verknüpfung von tatsächlicher Schadensbeobachtung und meteorologischer Messungen ermöglicht einen sinnvollen Umgang mit den räumlichen und zeitlichen Unschärfen der

Intensität eines Ereignisses, die bei Warnungen in meteorologischen Extremsituationen und deren Auswirkungen auf die Infrastruktur immer auftreten. Die Ausgangssituation in einem auswirkungsorientierten Warnprozess bilden die Vorhersagen meteorologischer Parameter und deren Einordnung in die regionalen klimatologischen Extreme. Bei den selben meteorologischen Bedingungen können jedoch aufgrund topographischer Gegebenheiten, meteorologischer Vorbelastung oder aktueller Nutzung der Infrastrukturen in der Region unterschiedliche Vulnerabilitäten auftreten, die es auch in der Verifikation zu berücksichtigen gilt. Solche Unterschiede und die daraus resultierenden Unschärfen werden durch die Verwendung der meteorologischen Messung gemeinsam mit der Schadensauswirkung in der Zuordnung der Ereignisse in die Impact-Matrix berücksichtigt (Abbildung AP 6.1.1). Die Auswirkungen (x-Achse) und die Niederschlagsbeobachtung (y-Achse) bestimmen die für die Verifikation zu verwendende tatsächliche Warnstufe. Für jeden Parameter (Starkregen, Wind, Schnee, Glatteis) wurde eine Tabelle von Auswirkungen für die Einstufung in eine Impact-Klasse erstellt, die die im Warntool neu verfügbaren Impact-Warntexte widerspiegeln. Ein umfassendes Dokument wurde geschaffen, das die Umsetzung der Impact-Matrix für die Schadensbeurteilung aller genannten Parameter beschreibt.

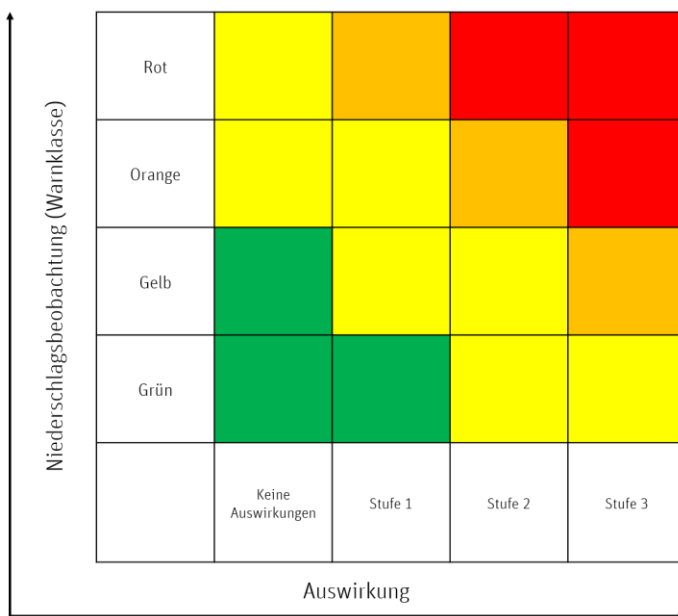


Abbildung AP 6.1.1: Impact-Matrix für Starkregenereignisse

AP 6.2: BEREITSTELLUNG DER VERIFIKATIONSDATEN FÜR ECHTZEIT-VERIFIKATION

Die Verifikation von Impakt-Warnungen in Echtzeit stellt hohe Anforderungen an die zeitkritisch flächendeckende Verfügbarkeit von Schadensmeldungen. Ist diese gewährleistet, muss eine automatisierte Einordnung in die Impakt-Matrix erfolgen. Dazu wurde ein Ansatz entwickelt, der die räumliche Wahrnehmbarkeit und die zeitnahe Häufung von Extremereignissen in einem definierten Umkreis berücksichtigt. Der Ansatz wurde in ersten Fallstudien getestet, die im laufenden Projektjahr zeitnah auf eine gesamte Saison ausgedehnt und validiert werden sollen. Zudem sind die prototypische Verfügbarkeit mit Beginn der kommenden konvektiven Saison sowie die operationelle Implementierung bis zum Herbst 2021 geplant.

AP 6.3: INTEGRATION / SCHNITTSTELLENENTWICKLUNG VISUALISIERUNGSTOOL

Die Schnittstelle zu den Visualisierungstools ist durch AP 5 definiert und die Integration der Verifikations-Daten wird im laufenden Projektjahr (EP21 THUNDERSTRUCK 2021) durchgeführt.

AP 6.4: ENTWICKLUNG VON WERKZEUGEN ZUR „ON-THE-FLY“ IMPAKT-VERIFIKATION

Die Entwicklung der Werkzeuge für die „on-the-fly“ – Verifikation wurde im Austausch für die Entwicklung der Impakt-Klassifikation und der automatisierten Übertragbarkeit der Schadensmeldungen in Impakt-Klassen auf das Jahr 2021 (EP21 THUNDERSTRUCK 2021) verschoben.

3. Dissemination und Evaluierung

3.1 Teilnahme an Konferenzen und Tagungen

Aufgrund der COVID-19 Pandemie wurden viele vorgesehene Tagungen und Konferenzen abgesagt, verschoben oder alternativ Online durchgeführt. Die dabei freigewordenen Budgetmittel wurden zu den Personalkosten verschoben und abgearbeitet.

- Organisation der TSN Workshops live am 29.2., jeweils online am 13.6. und am 7.11.
- 7.-11.9. European Citizen Science Conference ECSA online
- 13.-15. und 20.-22.10. Disaster Research Days online, Vortrag opening Session
- 27.11. European Researcher Night online, Vortrag, Workshop und Themencafe

3.2 Publikationen in Planung und Fertigstellung

- Kaltenberger, R., Schaffhauser, A., and Staudinger, M.: “What the weather will do” – results of a survey on impact-oriented and impact-based warnings in European NMHSs, *Adv. Sci. Res.*, 17, 29–38, <https://doi.org/10.5194/asr-17-29-2020>, 2020.
- Krennert, T. Kaltenberger, R., Spitaler, T., Schaffhauser, A., 2020: Das Trusted Spotter Network Austria und wettermelden.at – Crowdsourcing von menschlichen Wetter- und Impact- Meldungen, *ÖGM Bulletin*, 2020/1
- Disaster Research Days 2020 - Konferenzband, 978-3-900932-77-0, Herausgeber: Disaster Competence Network Austria
- <https://www.trustedspotter.eu>
- <https://www.citizen-science.at/projekte/wettermelden-at-trusted-spotter-network-austria>
- <https://trustedspotter.eu/reporting-parameters>
- Eine Publikation mit den Themen „Konzept und Methodik der ‚erneuerten‘ Gewitterwarnungen“ wurde angedacht, ressourcenbedingt aber noch nicht angegangen.

3.3 Öffentlichkeitswirksame Tätigkeiten (Aussendungen, Folder, Poster, ...)

- Das Portal *wettermelden.at* wurde auf der ZAMG Seite erkennbar verlinkt. Zudem gab es Presseausendungen und Beiträge in den Social-Media-Kanälen der ZAMG.
- Beiträge für ZAMG Facebook
- Öffentliche Vorträge online
- Presseausendungen sowie mehrere Medienbeiträge in Radio und Fernsehen

3.4 Neue Dienste/ Produkte, die sich aus dem Projekt ergeben

- GIS-fähiger Komplettdatensatz über die Hagelplatten in der Steiermark.
- Einsatzmonitor für Vorhersage und Warnungen.
- Integration in *Visual Weather*
- Operationeller Prüfdienst für Wetter- und Impactmeldungen durch MA in KS-Ost
- Assimilation der Melde- und Einsatzdaten in INCA und Nowcastingprodukten
- Operationeller Warndienst für IbW

3.5 Folgeprojekte, die sich aus dem Projekt ergeben haben (inkl. extern finanzierter Projekte)

- Nachfolgeprojekt EP21 THUNDERSTRUCsK 2021 eingereicht und genehmigt.
- COVID_BF DM-HCSID 2020

3.6 Beitrag des Projekts für die nationale und internationale Vernetzung der ZAMG

- Ein geplanter Beitrag für die EMS-Konferenz in Bratislava ist COVID-19-bedingt ausgefallen.
- Es gab hinsichtlich Tornado and Windstorm Damage Assessment laufenden Erfahrungsaustausch mit Mitgliedern des International Fujita Scale Steering Committee (<https://www.essl.org/cms/international-fujita-scale/>), im Projektjahr insbesondere mit Delia Gutiérrez-Rubio vom spanischen Wetterdienst (AEMET). Der für 2020

geplante Tornado and Windstorm Damage Assessment Workshop in Wr. Neustadt wurde coronabedingt leider abgesagt bzw. auf 2022 verschoben.

- In einer der WMO HIWeather TT Meetings wurde mündlich über das Projekt THUNDERSTRUCK berichtet. Es gab international riesiges Interesse an den Arbeiten und Ergebnissen.
- Erhalt und weiterer Aufbau eines österreichweiten Netzwerkes von Wetterenthusiasten, das so von konkurrierenden Institutionen und Unternehmen nicht betrieben werden kann und für den nationalen Wetterdienst ZAMG eine Möglichkeit darstellt, zentraler fachlicher Ansprechpartner zu sein.
- Angebot der Schulung von Mitarbeitern bei der korrekten Verwendung der wettermelden.at App sowie fachliche Einschulungen über den physikalischen Hintergrund der Meldeparameter für Kooperationspartner oder Kunden der ZAMG
- Engagement bei EUMETNET Crowdsourcing WG, Leitung der App Group