

SAFE

Ein künftiges Extremwetterwarnsystem im Praxistest

Die mit dem Klimawandel einhergehenden Unwetterereignisse machen koordinierte Maßnahmen der Gefahrenabwehr erforderlich. Der folgende Beitrag erläutert das durch Sensornetzwerke und innovative Warntechnologien weiterentwickelte Leistungspotenzial eines Extremwetterfrühwarnsystems.



Bild 1 | SAFE-Sensor

Selten sind Feuerwehrberichte emotional gefärbt. Für die Ereignisse am Samstag, 21. Juli 2007, wählten die Berichterstatter der Freiwilligen Feuerwehr der Stadt Baiersdorf in der Nähe von Erlangen jedoch drastische Worte: „Der Ort“, so hieß es, „wurde von einem noch nie da gewesenen Unwetter heimgesucht. Bei schwerstem Regenfall wurde Baiersdorf innerhalb kürzester Zeit von Wassermassen erschlagen.“ Hilfskräfte und Bewohner hätten sich gefühlt „wie beim Untergang der Titanic“. Die Schäden waren entsprechend hoch, eine Rentnerin ertrank in ihrem Keller. „Als Beispiel für die ungeheure Gewalt des Wassers sei hier nur der Schaden an der Sporthalle der Hauptschule genannt, deren Boden bis in Höhe der Basketballkörbe hochgehoben wurde“, berichtete die Feuerwehr.

Fachleute befürchten, dass derartige Ereignisse bald keine Ausnahmen mehr sind. Aufgrund des Klimawandels besteht die Gefahr, dass extreme Wetterlagen auch in unseren gemäßigten Breitengraden immer mehr zunehmen. Nach jedem neuen „Jahrhundertereignis“ stellen sich nicht nur die Betroffenen die Frage, wie wir uns künftig besser vor derartigen Unwetterereignissen schützen können. Das Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik, die Versicherungskammer Bayern und weitere Partner aus Industrie, Forschung und öffentlicher Verwaltung haben im Jahr 2006 das dreijährige Forschungsprojekt SAFE gestartet.



Bild 2 | SAFE-Station mit Referenz-Sensoren am Stausee.

Zielsetzung

Untersucht werden sollten die Möglichkeiten der Schadenminderung bei Unwettern im Rahmen neuester Frühwarnsystemtechnologien. Über die Anfangsphase des Projekts berichteten wir schon in der schadenprisma-Ausgabe 3/2007 (Seiten 18 ff.): SAFE – eine Antwort auf steigende Unwetterschäden im Klimawandel? Ein inzwischen entwickeltes, neuartiges Extremwetterfrühwarnsystem soll die lokale Vorhersage von Unwettern durch neue Sensornetzwerke und die Gefahrenabwehr der Betroffenen durch innovative Warntechnologien entscheidend verbessern.

Ein wesentlicher Ausgangspunkt des Projekts war das bestehende Unwetterwarnsystem WIND. Dieses Frühwarnsystem versorgt derzeit über 400.000 Versicherungskunden in Deutschland und Österreich mit Warninformationen per SMS, E-Mail oder Fax. Begleitende Untersuchungen haben Folgendes gezeigt:

Die Akzeptanz und der Nutzen eines Frühwarnsystems – speziell die Bereitschaft zur Durchführung effektiver Schutzmaßnahmen – hängt stark von der lokalen Qualität der Warnungen ab. Außerdem wirkt sich auch die Handlungsunterstützung für die Betroffenen erheblich aus. Bei Abschätzung der Wahrscheinlichkeiten für die beiden Effekte aufgrund von Erfahrungswerten ist bei einem System wie WIND eine Prognosegüte von etwa 80 % bis 90 % zu erreichen (lokal korrekt vorhergesagte Unwetterereignisse). Die Wahrscheinlichkeit jedoch, dass die Betroffenen die Warnung erhalten, korrekt interpretieren und entsprechend handeln (können), ist sehr viel niedriger. Schätzungen gehen von

maximal 30 % aus. Klassische Probleme sind dabei die nächtliche Alarmierung (das Mobiltelefon ist ausgeschaltet), die Abwesenheit vom Haus (um beispielsweise Fenster zu schließen), aber auch die Unsicherheit, was in der jeweiligen Situation am besten zu tun ist.

Besonderheiten des Systems

SAFE setzt sowohl bei der Verbesserung der Prognosegüte als auch bei der effektiveren Bereitstellung der Warnungen an. Eine Verbesserung der Vorhersagegenauigkeit erreicht das System mit der Ausweitung der Datengrundlage durch ein lokales Sensornetzwerk. Dadurch sind insbesondere im Bereich der Kurzfristprognose Modell-, Satelliten- und Radardaten mit entscheidenden Informationen zu ergänzen und zu validieren. Um in Zukunft eine wirtschaftliche Umsetzung zu ermöglichen, lag dabei der Forschungsschwerpunkt auf der Entwicklung neuartiger Sensoren. In der Anschaffung sollten sie mindestens um den Faktor zehn kostengünstiger sein als klassische Wetterstationen und im Gegensatz zu diesen kaum gewartet werden müssen. **Bild 1** zeigt den entwickelten SAFE-Sensor. In einem Gehäuse ohne äußere bewegliche Teile kann er verschiedene Wetterparameter (Wind, Luftdruck, Niederschlag, Hagel, Temperatur, Feuchtigkeit etc.) mit hoher Verlässlichkeit messen.

Diese Sensoren wurden in Messfeldern an den Pilotstandorten verbaut. **Bild 2** zeigt eine Sensorstation inkl. Referenzsensorik am örtlichen Stausee. An den Sensorstandorten kamen auch klassische Messgeräte für die Validierung zum Einsatz.

Klassische Wetterstationen senden ihre Werte in der Regel stündlich, maximal jedoch alle 15 Minuten. Im Gegensatz dazu werden die Daten bei SAFE minütlich übertragen, damit sie für hochaktuelle

Vorhersagen (Nowcasting) heranzuziehen sind. Neben der meteorologischen Prognose lassen sich die Messwerte in SAFE auch für die Erstellung einer Echtzeit-Abflusssimulation von Fließgewässern und der Kanalisation zur kurzfristigen Rückstau-/Überflutungswarnung nutzen.

Hinsichtlich der Verteilung der Warninformationen finden mit SAFE weitreichende Tests von unterschiedlichen neuen Technologien statt. Dabei ist es das Ziel, für die Warninformationen verschiedenste Kanäle kostengünstig und effizient zu erschließen. Zusätzlich sollte mit den Warninformationen auch die Steuerung von Systemen beispielsweise in der Gebäudetechnik erfolgen. Über die klassischen Warmmedien in SAFE hinaus sind Einblendungen der Warnungen im Fernsehgerät umgesetzt. Gleiches gilt für spezielle Warnsirenen mit Weckfunktion für den Haushalt, Ansteuerungen von Fenstern und Jalousien sowie Sturmwarnleuchten. Über das Smartphone können ebenfalls situative Warnungen eingehen (z. B. Verhaltenshinweise in Abhängigkeit vom Aufenthaltsort des Betroffenen: im Stadtgebiet, auf freier Fläche, im Wald, im Fahrzeug) (**Bildergalerie 3**).

Ein wesentlicher Forschungs- und Entwicklungsfokus lag bei diesen Arbeiten auf der Bereitstellung wirtschaftlicher Lösungen, in die vorhandene Technologien und Standards einfach integrierbar sind. So unterstützt SAFE beispielsweise verbreitete Schnittstellen-Standards wie EIB¹, CAP² und XML per XMPP³. Auf Basis dieser Standards können weitere Warnmedien ohne größeren Aufwand eingebunden werden. Der Mehr-Kanal-Ansatz versorgt Betroffene und Systeme mit Warninformationen. Damit kann SAFE die Erreichbarkeit der Betroffenen erheblich verbessern sowie die automatische Gefahrenabwehr kostengünstig ermöglichen. ▶



Bildergalerie 3 | Beispiele von Warnkanälen in SAFE: Hausmelder, TV, Gebäudesteuerung, Smartphone, Internet.



Funktionsweise in der Praxis

In der Marktgemeinde Mering bei Augsburg und bei der Wacker Chemie AG in Burg hausen startete das SAFE-System im Oktober 2008 seinen einjährigen Pilotbetrieb. Als es in Mering am 26. Mai 2009 zu einem gewaltigen Hagel- und Starkregenunwetter kam, musste SAFE seine erste große Feuer taufe bestehen. Im Folgenden sind anhand dieses Ereignisses die Funktion von SAFE und die Potenziale für den künftigen Unwetterschutz erläutert.

Die allgemeine Wetterlage zeigte sich am 26.5.2009 wie folgt: „Am heutigen Dienstag stellt sich eine brisante Wettersituation ein. Das Tief über Nordfrankreich zieht unter deutlicher Verstärkung zu einem kleinen Sturmtief über die Nordsee hinweg nach Südsandinavien. Die zugehörige Kaltfront erfasst im Laufe des Dienstagmorgens und zum Vormittag hin den Westen und Südwesten Deutschlands und zieht bis zum Mittwochmorgen rasch ostwärts über das Land hinweg. An ihr vollzieht sich ein erheblicher Luftmassenwechsel, wobei die warme bis heiße und energiegeladene Subtropenluft durch deutlich kältere Atlantikluft ersetzt wird. Dieser markante und sich schnell vollziehende Luftmassenwechsel wird tageszeitlich bedingt verbreitet mit heftigen Gewittern und Regenfällen verbunden sein, gebietsweise werden sich Unwetter einstellen.“

Am Nachmittag breiten sich die Gewitter unter Verstärkung rasch über die Landesmitte bis in den Osten und Süden des Landes aus. Gebietsweise besteht die Gefahr unwetterartiger Gewitter! In deren Bereich sind heftige Regenfälle, Großhagel und

orkanartige Böen, im Einzelfall auch Orkanböen nicht ausgeschlossen. Im Nordwesten und Norden frischt der Wind mit Passage des Tiefs kräftig auf, sodass auch außerhalb von Schauern und Gewittern einzelne Sturmböen an den Küsten und bis ins Flachland auftreten können.“⁴

Diesem schon 24 Stunden vor dem Ereignis veröffentlichten Bericht ist zu entnehmen, dass man heutzutage zumindest großräumig schon relativ langfristig vor Unwettergefahren warnen kann. Die entsprechenden Informationen verbreiten in der Regel auch Radio- oder Fernsehsender. Das Problem ist, dass die Unwetter dann oft nur punktuell die angekündigten starken Auswirkungen haben. Die meisten Adressaten betrachten sie somit als nicht zutreffend, was langfristig dazu führt, dass diese großräumigen Warnungen häufig ignoriert werden⁵.

Um ein derartiges Unwetter punktuell vorherzusagen, verbleibt allerdings nur eine kurze Zeitspanne von etwa 20 bis 50 Minuten vor dem Ereignis. In dieser Zeit können radarbasierte Prognosen mit einer relativ hohen Wahrscheinlichkeit vor einer Gefahr auf einer prognostizierten Zugbahn einer detektierten Unwetterzelle warnen. Dies wird im bestehenden Warnsystem WIND seit 2003 sehr erfolgreich für über 400.000 Nutzer praktiziert. Ein Unsicherheitsfaktor verbleibt jedoch immer, was die tatsächliche Stärke und Auswirkung des Unwetters am Boden betrifft, sodass auch hier Fehlwarnungen vorkommen. Selbst bei hoher Prognosegüte bringen die Fehlwarnungen eine verminderte Bereitschaft zur Durchführung von Vorsichts- oder Abwehrmaßnahmen mit sich. An diesem Punkt setzt

SAFE an: Lokale Sensorik und die Einbeziehung weiterer Datenquellen (insbesondere Satellitendaten) sollen die Prognosen verbessern. Dadurch sollen die Fehlwarnungen reduziert bzw. sehr viel expliziter auf die zu erwartenden Gefahren hingewiesen werden. Das Beispiel vom 26.5. letzten Jahres macht diese Funktion unmittelbar deutlich:

Um 17:36 Uhr kam es zur ersten Rot-Warnung durch das klassische Radarsystem, die durch eine Violett-Warnung um 17:46 Uhr verstärkt wurde. Der Eintritt des Unwetters in Mering war für etwa 18:14 Uhr prognostiziert. In den SAFE-Warnungen wurden für Mering spezielle Gefahrenkarten eingebettet (**Bild 4**).

Erste radarbasierte Warnungen konnten allerdings nur vor einer allgemeinen Gefahr von Starkniederschlag, Sturmböen und Hagel warnen. Hier setzte das Sensornetzwerk von SAFE an: Als das Unwetter gegen 18:00 Uhr das SAFE-Sensornetzwerk erreichte, ließen sich konkrete Messungen über die Auswirkungen der Zellen am Boden durchführen. Sie ergaben dann unmittelbar verstärkende Warnungen vor sehr starkem Hagel, extremem Starkniederschlag und Windböen um die 123 km/h. Aus den Niederschlagswerten leiteten sich konkrete Überflutungswarnungen für bestimmte Straßenzüge (**Bild 5**) ab. Etwa fünf bis zehn Minuten später trafen schließlich in Mering die genannten Auswirkungen eines extremen Unwetters ein.

¹ Der Europäische Installationsbus (EIB) ist ein Standard nach EN 50090. Er beschreibt, wie bei einer Installation Sensoren und Aktoren in einem Haus miteinander verbunden werden.

² Common Alerting Protocol (CAP) ist ein OASIS-Standard zum allgemeinen Austausch von Alarmierungsinformationen.

³ Das Extensible Messaging and Presence Protocol (XMPP) ist ein Internetstandard für XML-Routing. Im Moment wird es primär für Instant Messaging eingesetzt.

⁴ Auszug aus dem Wetterlagebericht vom 26.5.2009 der Unwetterzentrale Deutschland.

⁵ Zahlreiche Nutzer empfanden die Maßnahme als negativ, die Meldungen als Vorwarnungen in SAFE zu verteilen. Geführt auf zehn Vorwarnungen kamen maximal ein bis zwei zutreffende Ereignisse vor.

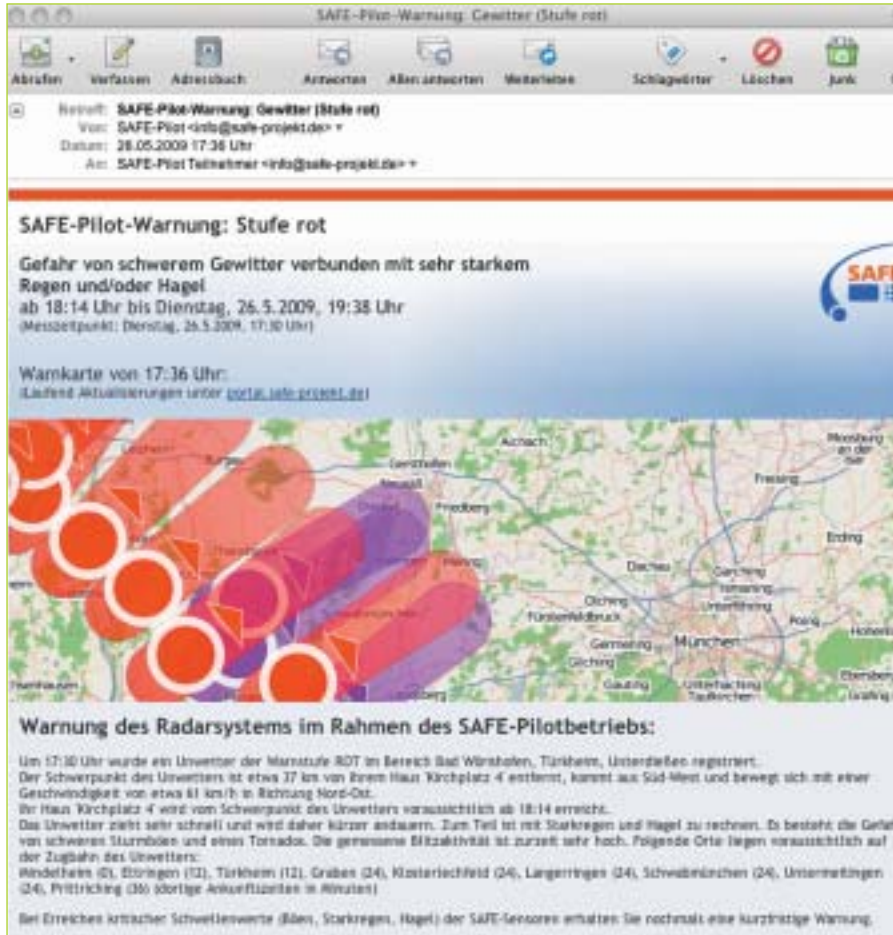


Bild 4 | SAFE-Warnung vom 26.5.2009 mit Gefahrenkarte

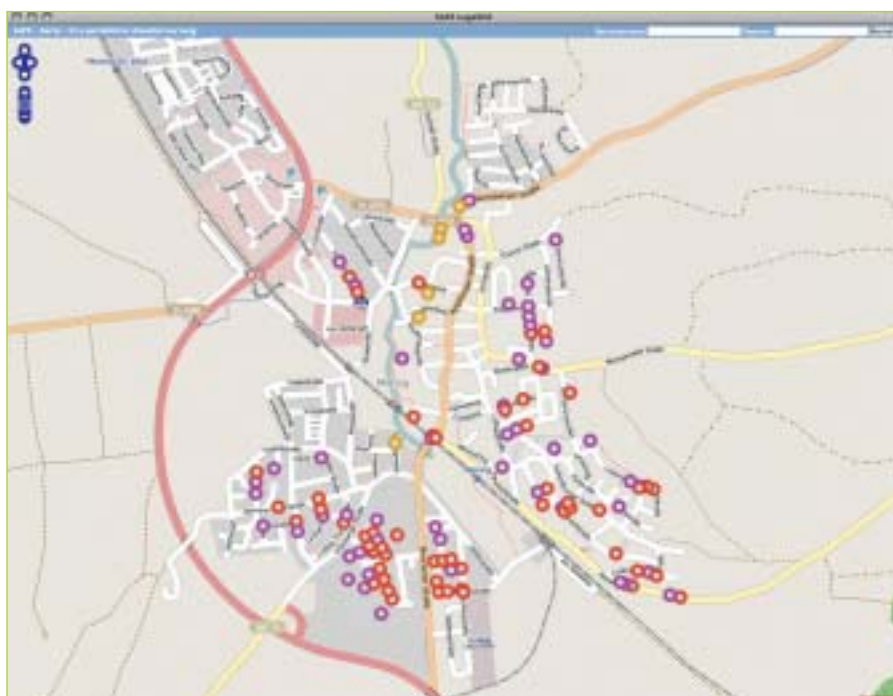


Bild 5 | SAFE-Überflutungswarnung für den 26.5.2009 auf Straßenebene

Fazit

Das Ereignis vom 26.5.2009 zeigt die Potenziale und Grenzen künftiger Frühwarnsysteme wie SAFE: Ein derartiges System kann Warnungen punktgenau erstellen bzw. verteilen und ermöglicht somit gezielte Abwehrmaßnahmen. Als Problem erweist sich, dass solche Warnungen nur sehr kurzfristig erfolgen können. Durch eine Ausweitung des Sensornetzwerks lässt sich zwar der Zeitvorlauf der konkreten Ereigniswarnungen erhöhen. Dieser Zeitgewinn erhöht jedoch auch die Unsicherheitsfaktoren. Bei den Ereignissen handelt es sich um hochdynamische Prozesse, die sich innerhalb kürzester Zeit verstärken oder abschwächen können. Insgesamt hält das Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik (ISST) jedoch den genannten Zeitraum von fünf bis zehn Minuten für sehr wertvoll, um Abwehrmaßnahmen einleiten zu können. Die Verteilung der Warnungen erfolgt bei SAFE in nahezu Echtzeit zielgerichtet auf verschiedenste Medien und an Systeme. Dadurch ergibt sich für die Betroffenen ein entscheidender Vorsprung, um handeln zu können. Beim Stand der Technik setzt SAFE neue Maßstäbe bei der Extremwetterwarnung. In Zukunft kommt es nun darauf an, wie wir diese Technologie effizient zum Schutz und zur Verminderung von Schäden nutzen.

Das Projekt SAFE koordinierte das ISST. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung förderte es im Rahmen des Schwerpunktes Forschung für den Klimaschutz und Schutz vor Klimawirkung. ■

Dipl.-Wi.-Ing. Ulrich Meissen
Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik, Berlin

Dr. Brigitte Rößlein
Wissenschaftsjournalistin, München