Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 93 (2002)

Heft: 24-25

Artikel: Wetterprognosen und Wetterwarnungen

Autor: Albisser, Peter

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-855492

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Wetterprognosen und Wetterwarnungen

Die Bedeutung von Wetterprognosen und -warnungen für die Elektrizitätswirtschaft

Wetterwarnungen haben eine grosse volkswirtschaftliche Bedeutung: sie schützen Menschenleben und helfen Sachschäden zu vermindern. Voraussetzung ist, dass sie frühzeitig an die gefährdeten und betroffenen Personen weitergeleitet werden. Daher kommt den Verbreitungskanälen von Warnungen entscheidende Bedeutung zu. Zur Verbesserung der Wetterwarnungen muss der Vorhersagezeitraum weiter ausgeweitet und die Qualität der Warnungen weiter gesteigert werden. Der vorliegende Beitrag gibt einen Einblick in die Arbeit der Wetterdienste und zeigt auf, welche Ereignisse Unwetterwarnungen auslösen und wie zuverlässig die Warnungen sind.

Die heutige Gesellschaft ist gegenüber extremen Naturereignissen empfindlicher geworden. Nach einer Bilanz der Münchener Rückversicherung [1] haben weltweit in den letzten zehn Jahren die Anzahl der grossen Naturkatastrophen im Mittel um rund das Dreifache zugenommen, und die volkswirtschaftlichen Schäden sind – inflationsbereinigt – auf etwa das Achtfache, die versicherten Schäden sogar auf das mehr als Vierzehnfache gestiegen (Tabelle I).

Peter Albisser

Die bisherige Entwicklung lässt sowohl für die volkswirtschaftlichen als auch für die versicherten Schäden auch für die Zukunft einen stark ansteigenden Trend vermuten (Bild 1).

Die Ursache für diese drastische Zunahme der Katastrophenschäden ist einerseits in der wachsenden Bevölkerung mit ihren immer höheren Sachwerten, der Siedlungsentwicklung, aber auch in der grösseren Verletzbarkeit der modernen Industriegesellschaft zu suchen. Die höhere Empfindlichkeit unserer Gesellschaft in Bezug auf extreme Naturereignisse zwingt die Ausgabestellen von Warnungen, die Anstrengungen im Hinblick auf eine Verbesserung ihrer wohl wichtigsten Aufgabe weiter zu erhöhen.

Wetterprognosen und Wetterwarnungen

Das Interesse für das Wetter hat in den letzten Jahren stark zugenommen. Daher gibt es heute ausser den staatlichen Wetterdiensten auch zahlreiche private Wetterbüros, die Fernsehanstalten, Radiostationen, Zeitungen und andere Kunden regelmässig mit massgeschneiderten Prognosen versorgen. Der Wettermarkt ist heute hart umkämpft und grenzübergreifend. Der Wettbewerb um Marktanteile – besonders im Radio- und Fernsehbereich – ist entsprechend gross, und jeder Sender möchte unter allen Umständen der Schnellste und Beste sein, um sich einen grösstmöglichen Anteil an lukrativer kommerzieller Werbung zu sichern.

Wetterwarnungen nach wie vor staatlich

Die Ausgabe von Wetterwarnungen ist hingegen nach wie vor weitgehend den staatlichen Wetterdiensten überlassen[1)].

Die Wahrnehmung dieser für die Bevölkerung enorm wichtigen Aufgabe ist ausgesprochen aufwändig und erfordert rund um die Uhr eine möglichst lückenlose Überwachung des Wetters. Zudem muss bei ausserordentlichen Ereignissen, die eine Gefahr für die Bevölkerung darstellen können, eine über die nötige Fachkompetenz verfügende Instanz vorhanden sein, die in jeder Beziehung befähigt ist, eine Situation objektiv zu erfassen, die notwendigen Massnahmen abzuleiten und entsprechend zu kommunizieren.

Jede Stelle, die sich regelmässig mit der Ausgabe von Warnungen beschäftigt, gerät immer wieder in Interessenkonflikte: Erfolgt die Ausgabe von Warnungen voreilig, so werden unnötigerweise Mechanismen in Bewegung gesetzt, die möglicherweise grossen Aufwand und hohe Kosten verursachen. Warnungen,

	Dekade						Faktor		
	1950–1959	1960–1969	1970–1979	1980–1989	1990–1999	Letzte 10 Jahre	80er- zu 60er-Jahre	90er- zu 60er-Jahre	Letzte 10 zu 60er-Jahre
Anzahl grosse Naturkatastrophen	20	27	47	63	89	78	2,3	3,3	2,9
Volkswirtschaftliche Schäden	42,2	75,7	136,1	211,3	652,3	579,9	2,8	8,6	7,7
Versicherte Schäden	–	7,2	12,4	26,4	123,2	103,7	3,6	17,0	14,3

Tabelle I Dekadenvergleich 1950–2001
Häufigkeit des Auftretens von grossen Naturkatastrophen und die daraus resultierenden Schäden in Mrd. US$ (in Werten von 2001)

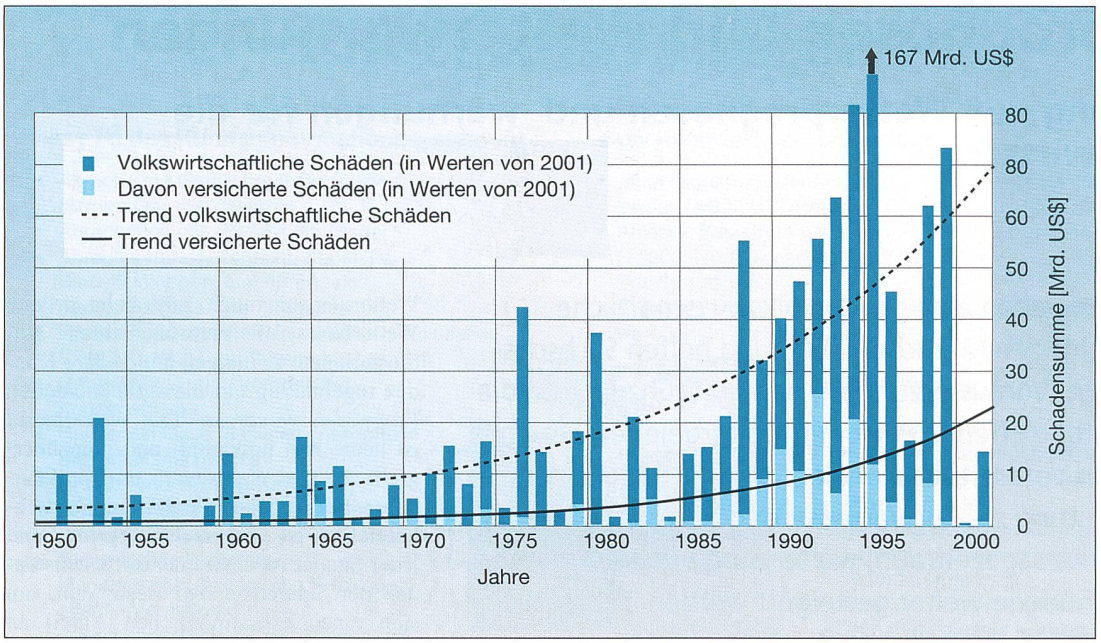

Bild 1 Volkswirtschaftliche Schäden auf Grund von Naturkatastrophen

die sich im Nachhinein als unzutreffend erweisen, schaden zudem der Ausgabestelle. Im Weiteren verliert der Verursacher von Falschwarnungen bei der Bevölkerung sehr rasch an Vertrauen und wird nicht mehr ernst genommen.

Andererseits bestehen Risiken auch bei einem zu defensiven Verhalten bei der Ausgabe von Warnungen. Erfolgt die Ausgabe von Warnungen zu spät oder überhaupt nicht, so können die notwendigen Schutzmassnahmen nur ungenügend oder gar nicht eingeleitet werden. Die Folgen von solchen Fehlleistungen können ebenfalls ausgesprochen verhängnisvoll sein.

Bild 2 Blinkwarnleuchten: Windwarnungen für Seebenutzer

Gedrängt durch verschiedene Interessengruppen hat MeteoSchweiz schon vor langer Zeit begonnen, den Wetterwarndienst sukzessive aufzubauen und auszuweiten. Die gesetzliche Grundlage, diese volkswirtschaftlich bedeutungsvolle Aufgabe wahrzunehmen, erhielt MeteoSchweiz mit dem Bundesgesetz über Meteorologie und Klimatologie[2)] allerdings erst im Jahre 2000.

Einteilung der Wetterwarnungen

Die Palette der Warntätigkeiten ist in den letzten Jahren schrittweise ausgeweitet worden. Sie umfasst heute grundsätzlich zwei Gruppen, nämlich die «Routinewarnungen» und die «Unwetterwarnungen».

Routinewarnungen

Zu den *Routinewarnungen* gehören Wind- und Frostwarnungen, sowie Warnungen vor starken Niederschlägen wie Regen und Schnee, Strassenwetterwarnungen – beispielsweise vereisender Regen oder starke Schneefälle – oder Warnungen für die Fliegerei (Turbulenz, Vereisung usw.). Sie richten sich an spezielle Kundengruppen wie etwa Wassersportler, Werkhöfe oder Polizeistellen. Die Verbreitung der Warnungen erfolgt normalerweise per Fax, per SMS oder zum Teil auch telefonisch. Sturmwarnungen werden zudem an den Ufern der grösseren Schweizer Seen mit speziellen Sturmwarnleuchten angezeigt (Bild 2).

Unwetterwarnungen

Unwetterwarnungen treten seltener auf als Routinewarnungen. Sie richten sich ausschliesslich an die Instanzen, die mit der Bewältigung von extremen Naturereignissen betraut sind. Dazu gehören unter anderem Bundesämter sowie Einsatz- und Führungsorgane in den einzelnen Kantonen. Die Ansiedlung dieser Organe in den Strukturen ist je nach Kanton sehr unterschiedlich.

Dies können Polizei- oder Zivilschutzstellen, oder in grösseren Kantonen eigens geschaffene Stellen für die Katastrophenvorsorge sein.

Wetterereignis	Verbreitetes Auftreten von	Bemerkungen
Wind	Böen > 100 km/h	unterhalb von etwa 800 m/M
Regen	> 50 mm/24 h > 100 mm/24 h	Alpennordseite Alpensüdseite
Schnee	> 20 cm/24 h > 50 cm/24 h > 100 cm/72 h	Flachland Alpen Alpen
Vereisender Regen	verbreitet	Flachland

Tabelle II Schwellen für Unwetterwarnungen bei Meteo Zürich
Stand: Mai 2002. Verbreitet bedeutet: mehr als 2000 km^2.

Bild 3 Automatische Stationen sind für die Wetterüberwachung von grosser Bedeutung
Station Säntis

Die für die Ausgabe von Unwetterwarnungen erforderlichen Bedingungen sind aus Tabelle II ersichtlich.

Erfolgreiche Wahrnehmung der Warntätigkeit

Um eine qualitativ ausreichende Warntätigkeit wahrnehmen zu können, sind die möglichst lückenlose Überwachung des Wetters (Monitoring) und die Verwendung von geeigneten Arbeitswerkzeugen unumgänglich. Dazu gehören aber auch Aufgaben wie etwa die kontinuierliche Optimierung der Verbreitungskanäle, die systematischen Qualitätskontrollen, die Verbesserung der Warnmethoden und die Schulung der Empfänger der Warnungen.

Die Arbeitsverfahren bei MeteoSchweiz für die Sicherstellung der Warntätigkeit unterscheidet sich dabei kaum von denjenigen ausländischer Wetterdienste.

Wetterüberwachung (Monitoring)

Unwetter können zu jeder Tageszeit auftreten. Für Warndienste ist es daher unumgänglich, die Wetterentwicklung rund um die Uhr zu verfolgen. Dabei stehen den Wetterdiensten modernste Hilfsmittel zur Verfügung: automatische Messnetze, Wetterradar und -satelliten. Bild 3 zeigt eine automatische Messstation in den Alpen.

Auf den Meeren erfolgt die Wettererfassung ebenfalls mit Satelliten, aber auch mit Hilfe von Bojen und Schiffen, die mit speziellen Messgeräten ausgerüstet sind.

Wichtigste meteorologische Grössen, die von einer Wetterstation erfasst werden, sind Lufttemperatur, -feuchtigkeit und -druck, Windrichtung und -stärke, Luftdruckänderung, Bewölkungsmenge und -art, aktuelles Wetter (Regen, Schnee, Gewitter usw.).

Trotz grossem technischem Aufwand ist eine wirklich lückenlose Verfolgung des Wetters nach wie vor nicht möglich. Es gibt kleinräumige Wetterphänomene, die durch die Maschen der verfügbaren Erfassungssysteme schlüpfen und so Anlass für nicht zutreffende Warnungen oder Prognosen geben. Weiterer Aufwand (technisch und finanziell) ist daher auch in Zukunft notwendig, um die Qualität der Messdaten zu verbessern, die Maschen der Erfassungsnetze enger zu machen und die Qualität der Wetterprognosen und -warnungen weiter zu steigern.

Die verwendeten Arbeitswerkzeuge

Wetterwarnungen sind im weitesten Sinne Wetterprognosen. Die Arbeitswerkzeuge unterscheiden sich daher kaum von denjenigen, die für «normale» Prognosen verwendet werden. Für die «kurzfristigen» Warnungen, welche sich zu den Wetterereignissen äussern, die in den nächsten 60 bis 120 Minuten zu erwarten sind, sind fast ausschliesslich Messwerte der verfügbaren Wettererfassungssysteme notwendig. Meist werden dabei bereits vorhandene Wettersysteme wie Schauer- oder Gewitterzellen, Schneefallgebiete usw. unter Abschätzung der Intensität auf Grund der herrschenden Windrichtung und -geschwindigkeit horizontal extrapoliert.

Die permanente Überwachung der eingehenden Wetterdaten ermöglicht bei auftretender Gefahr eine sofortige Reaktion und die Auslösung entsprechender Alarme. Dieses Verfahren wird in der Meteorologie als Nowcasting bezeichnet. Für die längerfristige Abschätzung, ob Wetterwarnungen notwendig sind oder nicht, verwendet man heute mit Hilfe von numerischen Rechenmodellen erstellte Wetterinformationen (Bild 4). Sie ermöglichen mit einer längeren Vorlaufzeit zuverlässigere und feiner aufgelöste Prognosen und Warnungen als noch vor einigen Jahren.

	Starkwindwarnung			Sturmwarnung		
	West	Mitte	Ost	West	Mitte	Ost
Trefferrate TR	0,90	0,89	0,87	0,99	0,89	0,82
Falsche Alarme FA	0,52	0,51	0,69	0,43	0,44	0,48
Korrekte Vorhersagen KV	0,93	0,94	0,92	0,99	0,99	0,99
Geschicklichkeit TSS	0,83	0,82	0,79	0,98	0,88	0,81

Tabelle III Trefferrate von Warnungen

Systematische Kontrollen beweisen: die Trefferrate von Warnungen ist höher als üblicherweise angenommen wird. – Trefferrate (TR): Relativiert die Stunden der gewarnten Böen zur gesamten Zahl der Stunden mit Böen. Der Idealwert ist 1. Diese Zahl ist nicht sehr geeignet für relativ seltene Ereignisse. – Falsche Alarme (FA): Verhältnis der überflüssigen zur Gesamtzahl der Warnungen. Der Idealwert ist 0. – Korrekte Vorhersage (KV): Verhältnis der richtigen Warnungen zur Gesamtzahl der Ereignisse. Der Idealwert ist 1. – Geschicklichkeit (TSS): Relative Genauigkeit. Der Idealwert ist 1. TSS ist empfindlich auf Falschalarme und verpasste Fälle.

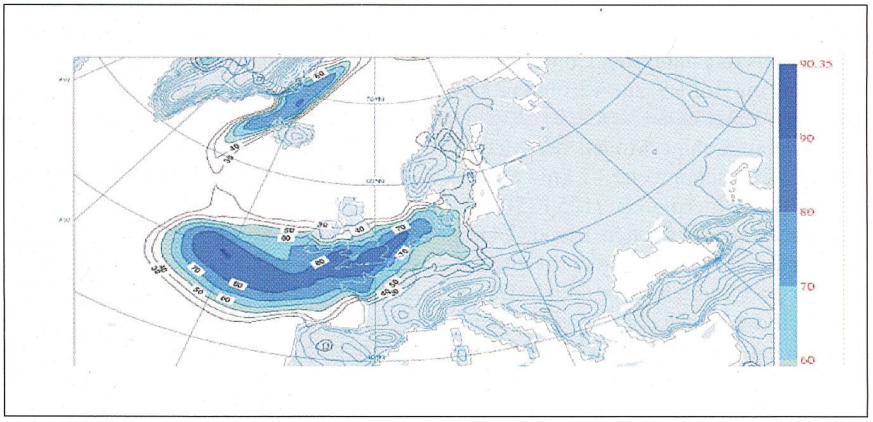

Bild 4 Experimentell ausgegebene Vorhersagekarten

Die experimentell ausgegebenen Vorhersagekarten des Europäischen Zentrums für mittelfristige Wettervorhersagen[3] (EZMW) geben Hinweise darauf, wo grössere Abweichungen von den «Normalwerten» bei bestimmten Wetterelementen auftreten können (Beispiel: Windböen).

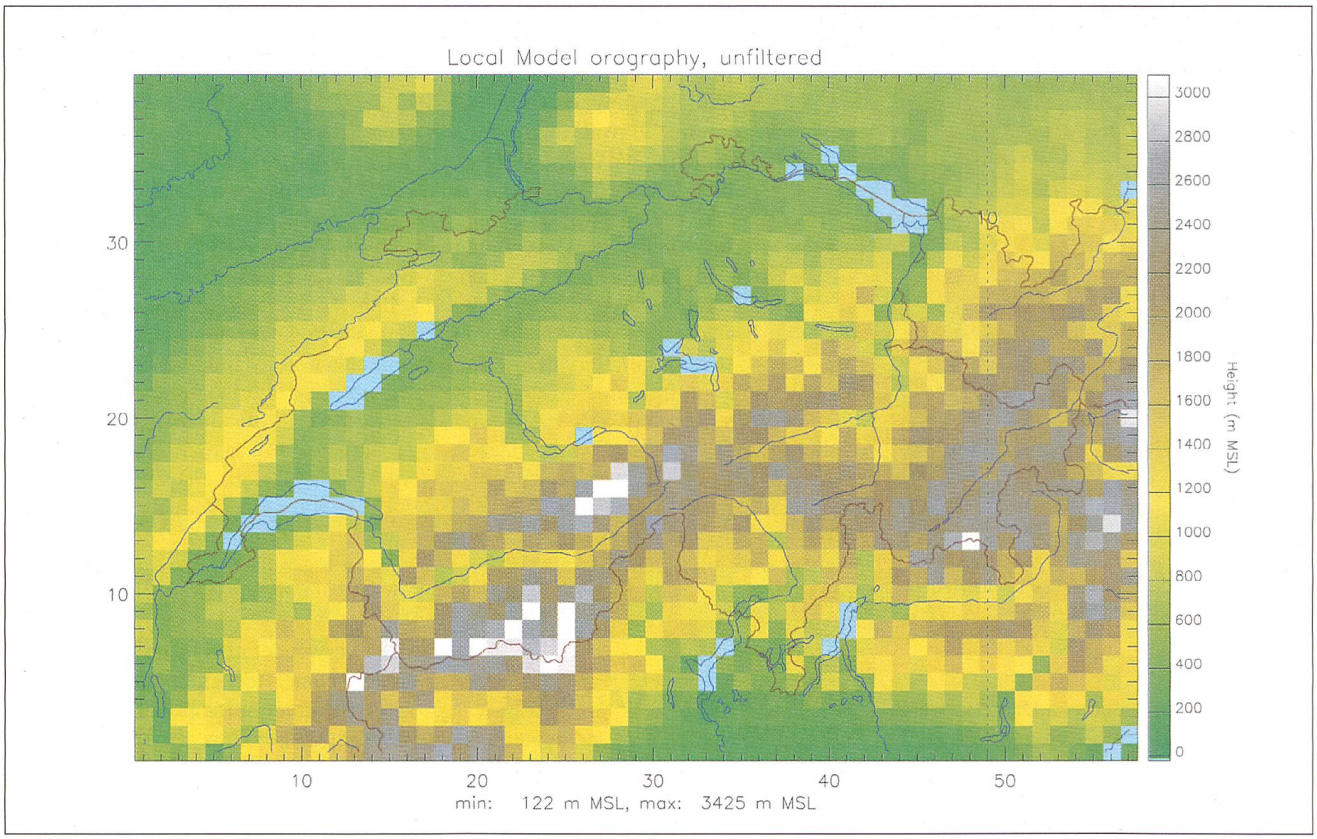

Bild 5 Die numerischen Modelle werden immer feinmaschiger

Die Orografie – die Beschreibung der Reliefformen eines Landes –, die grossen Einfluss auf die Wetterentwicklung hat, lässt sich damit besser berücksichtigen. MSL: Mean Sea Level (Normal Null, Mittlere Meereshöhe).

Das heute vom Europäischen Zentrum für mittelfristige Wettervorhersagen[3)] verwendete globale Modell weist in der Horizontalen eine Maschenweite von 40 km und in der Vertikalen 60 Stockwerke auf (dies entspricht 20 911 680 Gitterpunkten). Der zu erwartende Wetterzustand wird dabei in Zeitschritten von 15 Minuten berechnet. Für die komplexen Berechnungen ist eine enorme Anzahl von Rechenoperationen notwendig. Um die Wetterentwicklung bis auf 10 Tage hinaus zu bestimmen, brauchen die zur Zeit leistungsfähigsten Computer der Welt, die im EZMW zur Verfügung stehen, etwa 2,5 Stunden.

Das feinmaschige Modell der Meteo-Schweiz (Maschenweite: 7 km, Stockwerke: 45, Gitterpunkte: 125 125) umfasst den Raum zwischen Irland, Dänemark und Polen im Norden und zwischen Spanien und Süditalien im Süden. Damit lässt sich die Entwicklung von verschiedenen meteorologischen Feldern auf 48 Stunden hinaus in Zeitschritten von 40 Sekunden berechnen (Bild 5).

Die Berechnungen dazu werden auf den Hochleistungsrechnern im Schweizerischen Hochleistungsrechenzentrum in Manno (Tessin) zwei Mal täglich (04^{50} und 16^{50} MESZ[4)]) durchgeführt. Die Berechnungen auf den leistungsstarken Rechnern dauern jeweils etwa 70 bis 80 Minuten.

Verbreitung der Warnungen

Gerade die Erfahrungen mit dem Orkan Lothar haben gezeigt, dass der Verbreitung der Warnungen grösste Bedeutung zukommt. Für die Bewältigung einer sich abzeichnenden ausserordentlichen Situation müssen Bevölkerung, Führungs- und Krisenstäbe rechtzeitig über Verbreitungskanäle, die eine grosse Robustheit aufweisen, informiert werden.

In der Schweiz verfügt die Nationale Alarmzentrale[5)] (NAZ, Sitz in Zürich), die Fachstelle des Bundes für die Bewältigung von ausserordentlichen Ereignissen, schon seit Jahren über solche Verbreitungskanäle, die einen hohen Robustheitsgrad besitzen und Gewähr bieten, dass auch bei ausserordentlichen Ereignissen die Pflichtempfänger erreicht werden können.

Zu solchen ausserordentlichen Ereignissen gehört in erster Linie die Gefährdung durch erhöhte Radioaktivität, sei dies im Falle eines Kernkraftwerk-, eines Labor- oder auch eines Transportunfalles. Weiter zählen aber auch grosse Chemieunfälle, Staudammbrüche und Gefährdung infolge Satellitenabsturz dazu. Die NAZ selber kann allerdings keine Sirenen direkt auslösen, ordnet aber – je nach

Wetterphänomen	Vorwarnzeit heute (in Stunden)	Räumliche Ausdehnung (km^2)	Vorwarnzeit in 6–10 Jahren (in Stunden)
Ausgedehnte Stürme (z.B. Lothar)	6–48	10^4–10^5	12–72
Lokale Stürme	1–3	10^2–10^3	2–6
Verbreitete, ergiebige Niederschläge (Regen/Schnee)	24–48	10^4–10^5	36–72
Heftige Gewitter	1–3	10^2–10^3	2–6

Tabelle IV Entwicklung der Vorwarnzeit für verschiedene Ereignisse

Ereignis – die Auslösung der Alarmsirenen durch die lokalen Polizeiorgane an.

Wie zutreffend sind Wetterwarnungen?

Die Trefferrate von Warnungen wird häufig kritisch hinterfragt. Am Beispiel der in Tabelle III wiedergegebenen Werte für die den Bodensee (2001) betreffenden Windwarnungen[6] zeigt sich jedoch eine recht hohe Trefferrate.

In Tabelle III wird dabei zwischen Starkwindwarnungen und Sturmwarnungen unterschieden. Bei Starkwindwarnungen beträgt die erwartete Böenstärke 25 bis 33 Knoten[7], bei Starkwindwarnungen mehr als 34 Knoten. Die Verifikationen wurden für die drei Seeteile West, Mitte und Ost gemacht.

Zukünftige Entwicklungen

Die Entwicklung der Arbeitswerkzeuge geht in den Wetterdiensten weiter. Damit wird die Vorwarnzeit länger und die Informationen werden genauer. Tabelle IV zeigt die Entwicklungen bezüglich Vorwarnzeit, die in den nächsten 6 bis 10 Jahren erwartet werden können [2].

Referenzen

[1] *Münchener Rück:* Topics: Jahresrückblick Naturkatastrophen 2001. www.munichre.com

[2] *MeteoSchweiz:* Warnungen vor Unwettern durch MeteoSchweiz. Herausgeber: MeteoSchweiz, 2000.

Adresse des Autors

Peter Albisser, dipl. Masch. Ing. HTL, MeteoSchweiz AG, CH-8044 Zürich
peter.albisser@meteoschweiz.ch

[1] Bei Wetterlagen, die Unwetterwarnungen durch die MeteoSchweiz notwendig machen, können die entsprechenden Informationen über das Internet abgefragt werden (www.meteoschweiz.ch)

[2] Bundesgesetz vom 18. Juni 1999 über die Meteorologie und Klimatologie (MetG). SR-Nummer: 429.1; Fundstelle: AS 2000 664; Inkrafttreten: 1. April 2000

[3] Europäisches Zentrum für mittelfristige Wettervorhersagen (EZMW): Unabhängige internationale Organisation mit Sitz in Shinfield Park bei Reading (England) mit 18 Mitgliedstaaten, darunter die Schweiz. Das Zentrum ist ein spezialisiertes Regionalzentrum der World Meteorological Organization (WMO) mit Sitz in Genf. Ein aktuelles fakultatives Projekt, an dem sich nicht alle Mitgliedsstaaten beteiligen, ist das globale Seegangs-Vorhersage-Modell mit einer Maschenweite von rund 55 km, sowie ein Mittelmeer- und ein Ostseemodell. www.ecmwf.int.

[4] MESZ: Mitteleuropäische Sommerzeit

[5] NAZ: www.naz.ch

[6] Auswertung der Regionalzentrale Stuttgart des Deutschen Wetterdienstes

[7] Umrechnung: 1 Knoten (kn) = 1,852 km/h

Prévisions et avertissements météorologiques

Importance des prévisions et avertissements météorologiques pour l'économie de l'électricité

Les avertissements météorologiques sont d'une importance considérable pour l'économie: ils protègent des personnes et aident à éviter des dommages matériels. La condition est qu'ils soient transmis suffisamment tôt aux personnes concernées et menacées. C'est pourquoi les canaux de diffusion d'avertissements ont une importance décisive. Afin d'améliorer les avertissements météorologiques, la période de prévision doit encore être prolongée et la qualité des avertissements améliorée. L'article donne une vue plus précise du travail des services météorologiques, indique les événements déclenchant des avertissements de tempête et le degré de fiabilité de ces avertissements.

Industrial IT

das Erfolgsrezept von ABB

ABB

Publifon® Polaris

Praktisch, vielseitig und profitabel: Das Münzpublifon aus Kunststoff ist ideal für einsehbare Innenräume.

Publifon® Polaris M

Die robuste und vandalensichere Version des Münzpublifons, geeignet für nicht überwachte Innenräume.

Publifon® Sirius

Klein, günstig und trotzdem ein Alleskönner. Das ideale Taxcard®-Telefon für überwachte Innenräume.

Publifon® Vega

Der universelle und zukunftsweisende Allrounder. Optimal in halbüberwachten Innenräumen. Akzeptiert Taxcard®, Postcard und Kreditkarten.

Publifon® Comet

Das unerschütterlich robuste Outdoor-Publifon. Akzeptiert Taxcard®, Postcard und Kreditkarten.

Diese Dienstleistung zahlt sich aus.

Mit einem modernen Publifon, das ganz auf Ihre Bedürfnisse zugeschnitten ist, wird Ihr Betrieb attraktiver und zahlt sich doppelt aus: für Ihre Kundschaft durch eine beliebte Dienstleistung, für Sie durch programmierbare Zusatzeinnahmen.

Mehr Informationen unter 0800 800 800 oder www.swisscom-fixnet.ch/publifon

swisscom fixnet

Einfach verbunden.