Konzept eines neuen Systems zur Warnung der Bevölkerung

Warnsystem mit Weckeffekt basierend auf Personenkraftwagen

G. Huppertz
Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen INT

Abstract

Seit dem weitgehenden Abbau des früheren Sirenensystems Mitte der Neunziger Jahre gibt es in Deutschland kein flächendeckendes Warnsystem mehr, welches die Bevölkerung im Falle einer Großschadens- oder Bedrohungslage alarmieren und auf eine akute Gefährdung aufmerksam machen kann. Daher wird seit Jahren von den zuständigen Behörden nach neuen technologischen Möglichkeiten gesucht, diese Warn-Lücke zu schließen.

Vor diesem Hintergrund wird nachfolgend ein neues Konzept für ein Warnsystem mit Weckeffekt vorgestellt, welches am Fraunhofer INT entwickelt wurde und auf der Nutzung der in Deutschland massenhaft vorhandenen Personenkraftwagen basiert.

1. Gegenwärtige Lage zur „Warnung der Bevölkerung" in Deutschland

Infolge eines umfassenden Ab- und Umbaus der Sirenen nach 1992 ist in Deutschland kein flächendeckendes Warnsystem mit Weckeffekt für den Einsatz zur Warnung der Zivilbevölkerung bei Großschadensereignissen wie Überflutungen, Waldbränden oder Industrieunfällen mehr vorhanden. Ein Neuaufbau eines Sirenensystems wurde in einer vom Bundesministerium des Inneren 1998 beauftragten Studie (Zivilschutzforschung Neue Folge Bd. 45) aufgrund der prognostizierten Kosten von mehreren Hundert Millionen Euro verworfen.

Keiner der seither gemachten Lösungsvorschläge scheint als flächendeckendes Warnsystem mit Weckeffekt konsensfähig und der Ruf nach Neuanschaffung von Sirenen wird trotz der immensen Kosten lauter.

2. Klassifizierung von Warnsystemen

Klassifiziert man die bislang zur Erzielung eines Weckeffekts vorgeschlagenen Lösungen, kann man zwischen je zwei verschiedenen Arten der Aktivierung der Endgeräte und der anschließenden Alarmierung durch Schallausbreitung unterscheiden. Das zu aktivierende Gerät kann entweder direkt adressiert werden, wie im Falle eines Telefonanrufs oder dem Versand einer SMS, oder es kann eine ungerichtete Signalaussendung erfolgen, wie bei Radiosendungen. Man spricht im ersteren Fall von einem Unicast-Signal, im zweiten Fall von einem Broadcast-Signal.

Handelt es sich bei dem aktivierten Endgerät um ein in der Wohnung installiertes Gerät, wie etwa Rauchmelder, oder ein transportables Gerät, etwa ein Mobiltelefon, so wird das davon ausgesendete Warnsignal nur von dem betreffenden Nutzer oder dem betreffendem Haushalt bemerkt. Dies entspräche analog der elektromagnetischen Signaltechnik einem Unicast-Signal in Form von Schallwellen.

Ist das Endgerät eine Sirene, kann ihr Signal weithin vernommen werden, richtet sich also nicht an eine einzelne adressierte Person oder einen bestimmten Haushalt und entspricht damit einem Broadcast-Signal. Bild 1 zeigt die verschiedenen Varianten aus Unicast- und Broadcast-Verfahren.

© Fraunhofer-INT 2009

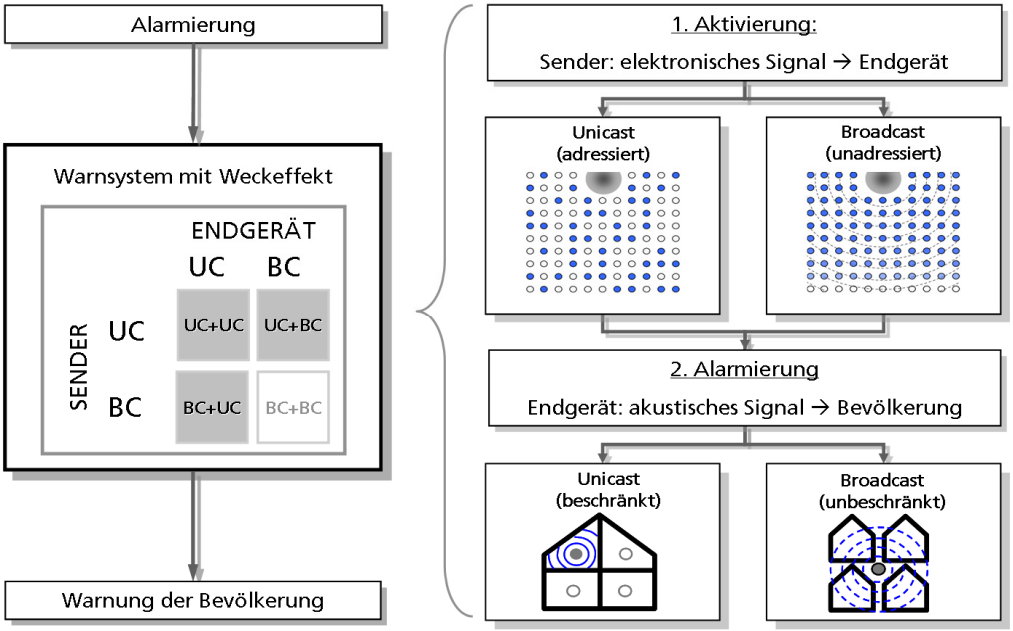

Bild 1: Unicast- (UC) und Broadcast-Verfahren (BC) zur Aktivierung der Schallquelle (Endgerät) durch einen Sender und zur Verbreitung des akustischen Signals durch das Endgerät. Die drei grau ausgefüllten Felder der 2 x 2 Matrix im Kasten links entsprechen den Kombinationen von Verfahren, für die in der Vergangenheit Lösungsvorschläge gemacht wurden.

Bei der in der Vergangenheit üblichen Alarmierung der Bevölkerung durch Sirenen wurde der Sirenenton ungerichtet verbreitet und war von einer breiten Menge an Personen zu vernehmen. Dieses Verfahren entsprach damit als einziges der Kombination Unicast-Aktivierung mit Broadcast-Alarmierung „UC+BC".

Die Verfahren der Variante „UC+UC" haben sich durch ihre begrenzte Kapazität zur zeitnahen Alarmierung großer Personengruppen als ungeeignet für ein öffentliches Warnsystem erwiesen.

Von den drei grau unterlegten Varianten der 2 x 2 Matrix in Bild 1 (links) werden daher zur Zeit nur die Verfahren als mögliche Lösungen erachtet, die als „BC+UC" Systeme konzipiert sind. Hierzu zählen u.a. Funkuhren, Rauchmelder und Wetterstationen mit Funkempfänger, Pager und Mobiltelefone. Aber hier ist die räumliche Aufteilung in Alarmzonen entweder starr oder zumindest grobmaschig, mit Ausnahme der im Mobilfunkbereich üblichen Funkzellen. Auch sind die Verbreitung und der Gebrauch von Mobiltelefonen in der Bevölkerung bei weitem höher, als bei anderen zur Lösung vorgeschlagenen Endgeräten.

3. Schließen der Warn-Lücke: die Unicast-Lösung

Dies ist der Grund, weshalb die Alarmierung der Bevölkerung durch Mobiltelefone über das sogenannte Cell-Broadcast-Verfahren untersucht wird. Beliebig viele Mobiltelefone im Sendebereich eines Funkmastes können hiermit Nachrichten zeitgleich empfangen. Allerdings müssen die Mobiltelefone zum Zeitpunkt der Alarmierung eingeschaltet und für Cell-Broadcasting konfiguriert sein und dürfen nicht gerade für ein Telefonat genutzt werden. Dennoch scheint der Ansatz so vielversprechend, dass die Niederlande beschlossen haben, diese Methode ab dem Jahr 2009 einzuführen. In Deutschland wird ebenfalls 2009 ein Feldtest zum Cell-Broadcasting durchgeführt.

Doch auch wenn in naher Zukunft in Deutschland die Frage nach geeigneten Endgeräten für ein Warnsystem zugunsten von Mobiltelefonen und/oder weiteren Unicast-Geräten entschieden wird, bleibt eine Warn-Lücke bestehen. Denn sowohl im Vergleich zu anderen europäischen Staaten als auch in absoluten Zahlen kann damit

© Fraunhofer-INT 2009

nur ein Teil der Bevölkerung erreicht werden, da keines der gegenwärtig diskutierten Endgeräte in sämtlichen deutschen Haushalten vorhanden ist und daher auch ohne Betrachtung der Frage der Einschaltquote von Mobiltelefonen keine Lösung vorhanden ist, die statistisch gesehen eine zeitnahe flächendeckende Alarmierung der Bevölkerung gewährleisten kann.

4. Schließen der Warn-Lücke: die Broadcast-Lösung des Fraunhofer-INT

Zur Lösung dieses Problems schlägt das Fraunhofer-INT einen Systementwurf vor, der erstmalig in die Kategorie der Broadcast-Broadcast-Verfahren fällt: das Nutzen von Autohupen als Warnsignal. Das Konzept baut vollständig auf etablierten technischen Komponenten aus dem Bereich der Warnsysteme, der Notrufsysteme und der Automobiltechnik auf.

Aus dem Bereich der Warnsysteme wird die Funktionalität zur exklusiv von autorisierten Behörden durchführbaren Broadcast-Aktivierung des Systems übernommen. Zur Eingrenzung des Alarmierungsbereiches wird ein GPS-Modul benutzt, welches aufgrund einer EU-Initiative zur Einführung des Notrufsystems „eCall" ab etwa 2011 zur Ausrüstung von Neufahrzeugen gehören soll. Die Energieversorgung des Warnsystems wird durch das Fahrzeug netzunabhängig gewährleistet.

Im Alarmierungsfall wird die zu warnende Bevölkerung durch das massenhafte Hupen der in der Umgebung abgestellten Fahrzeuge auf die akute Gefahrenlage aufmerksam gemacht.

Die Wirkung des Warnsystems hängt von verschiedenen Aspekten ab. Diese betreffen:

- den statistischen Versorgungsgrad der Bevölkerung durch das System
- die Leistungsfähigkeit des Systems im Hinblick auf den erzielbaren Weckeffekt
- die technische Umsetzung der Aktivierung der Fahrzeughupen

Statistischer Versorgungsgrad

Laut statistischem Bundesamt leben in Deutschland etwa 82,4 Millionen Menschen verteilt auf 39,7 Millionen Haushalte. In rund 77% (Vu-MA'09) bis 80% (Destatis Datenreport 2008) dieser Haushalte ist mindestens ein Mobiltelefon vorhanden. Selbst unter der unrealistischen Annahme, 100% aller Mobiltelefone seien rund um die Uhr eingeschaltet, sind damit also 20% bis 23% der Bevölkerung systembedingt nicht erreichbar.
Der Ausstattungsgrad der Haushalte mit Pkw beträgt in Deutschland zur Zeit 77% (Destatis Datenreport 2008). Die Summe der Pkw übersteigt dabei die Anzahl der Haushalte. Im Januar 2009 waren 41,3 Millionen Pkw angemeldet.

Bezieht man die Zahl der gemeldeten Pkw auf die relevante Siedlungsfläche Deutschlands, ergibt sich eine durchschnittliche Fahrzeugdichte von 1.652 Pkw/km². Dabei ist aufgrund des unterschiedlichen Mobilitätsbedarfs der Ausstattungsgrad der Bevölkerung an Pkw in dünn besiedelten Gegenden höher als in Städten.

Erzielbarer Weckeffekt

Nach ECE-Regelung 28 gilt in Europa für die Zulassung von Hupen die technische Vorschrift, dass der in einer Entfernung von 7 m vor dem Fahrzeug gemessene Schalldruckpegel zwischen 93 dB und 112 dB betragen muss. Die früher charakteristischen pilzkopfartigen Motorsirenen der Bauart E57 weisen in 30 m Entfernung einen maximalen Schalldruckpegel von 101 dB auf. Dies entspricht in etwa einem Wert von 114 dB in einem Abstand von 7 m. Leistungsstarke Sirenen wie die ECN3000 der Firma Hörmann erzeugen in 30 m Entfernung einen Schalldruckpegel von 123 dB (umgerechnet 136 dB in 7 m Entfernung).

Als unterer Grenzwert zur Erregung von Aufmerksamkeit wird ein Schalldruckpegel (SDP) von SDP_{Alarm} = 60 dB(A) angegeben. Für die „indoor"-Alarmierung ist dieser Wert zur Berechnung der Alarmierungsreichweite jedoch zu gering. Daher legt das Konzept des Fraunhofer-INT als Kriterium eines Alarmierungssignals einen flächendeckenden minimalen SDP von 75 dB(A) zu Grunde. Das bedeutet für das menschliche Hörempfinden in etwa eine Verdreifachung (rechnerisch das 2,8-fache) der empfundenen Lautstärke gegenüber einem Schwellwert von 60 dB(A), was eine flächendeckende „indoor"-Alarmierung ermöglichen sollte.

© Fraunhofer-INT 2009

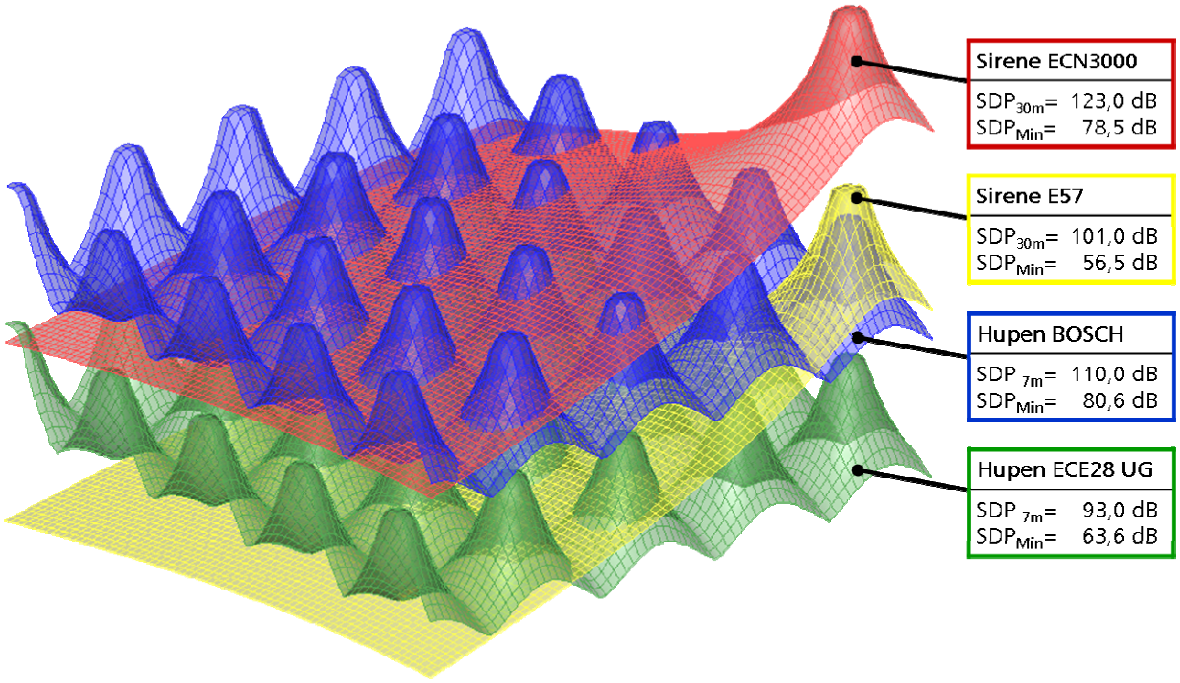

Bild 2: Visualisierung der Schalldruckpegel von Sirenen und Autohupen für ein ländliches Gebiet (D= 0,8 dB/100 m) von 1 km x 1 km Grundfläche bei einer Fahrzeugdichte von 16 Pkw/km² ($\Delta x = \Delta y = 250$ m). Die Höhe der Konturen entspricht dem lokalen Wert der Schalldruckpegel. Lokale Maxima der Fahrzeughupen sind die Kegelspitzen, die lokalen Minima liegen im diagonalen Kreuzungspunkt zwischen je vier Schallkegeln der Hupen. Die angegebenen Minima des Sirenenschalls gelten am linken Bildrand, 1,4 km vom Sirenenstandort entfernt.

Bezogen auf einen Schwellwert von 75 dB(A) ergibt sich für Fahrzeughupen, die mit einem SDP_{7m} = 93 dB(A) der unteren Grenze der europäischen Norm genügen, ein statistischer Bedarf von 225 Fahrzeugen/km² bei dichter Stadtbebauung. Damit wird das in Deutschland statistisch vorhandene Potential an 1.652 Pkw/km² bei weitem nicht ausgeschöpft.

Abbildung 2 zeigt die Ausbreitung von Schalldruckpegeln verschiedener Sirenen und Fahrzeughupen für ländliche Gebiete (Dämpfung D= 0,8 dB/100 m). In dichter städtischer Umgebung (Dämpfung D= 3,0 dB/100m) nimmt die Reichweite von Sirenen gegenüber in der Fläche verteilten Hupen überproportional ab.

Aktivierung der Fahrzeughupen

Da Hupe und Autobatterie in jedem Kraftfahrzeug vorhanden sind und zukünftig durch die eCall-Initiative der EU jeder neuzugelassene Pkw ein GPS-Modul besitzen wird, beschränkt sich der Mehraufwand zur Realisierung des Warnsystems im Fahrzeug auf die Installation eines Funkempfängers (Aktivator) mit einer Steuereinheit.
Über ein Funknetz empfängt der entsprechende Funkempfänger im Fahrzeug das Aktivierungssignal. Bei der Verarbeitung des Dateninhalts des Signals werden verschiedene Kriterien geprüft, wie etwa der Betriebszustand des Fahrzeugs festgestellt und die Position des Fahrzeugs mit der Alarmierungszone verglichen. Aus Sicherheitsgründen wird nur bei abgestellten Fahrzeugen ein Hupsignal ausgelöst.

Sind alle Kriterien erfüllt, kann das Steuergerät die Hupe in einer zu definierenden Signalfolge aktivieren.

Zur Erzeugung des Aktivierungssignals können im Prinzip alle Funktechniken eingesetzt werden, die eine Aktivierbarkeit des Systems ausschließlich durch die Behörden sicherstellen können, beispielsweise die eingangs erwähnten DCF77, Funkruf oder GSM.

© Fraunhofer-INT 2009

Kriterien für die Wahl einer Funktechnologie zur Aktivierung des Warnsystems sind:

- ein flächendeckender Empfang
- Redundanz-Aspekte
- der zeitliche Bedarf für die Aktivierung
- der Energiebedarf der Empfangsmodule
- die Kosten für Installation und Betrieb

Aufgrund einer damit verbundenen Fülle von zu berücksichtigenden Aspekten einerseits und des nicht an eine spezifische Funktechnologie gebundenen Systementwurfs andererseits kann eine Entscheidung für eine Technologie zur Aktivierung der Fahrzeughupen nur von einer eingehenden Analyse aller in Frage kommenden Lösungen abhängig gemacht werden.

5. Zusammenfassung

Das am Fraunhofer INT entwickelte Konzept ist neben Sirenen das einzige System, das durch eine Broadcast-Alarmierung eine Vielzahl von Haushalten gleichzeitig erreichen kann. Unter den Konzepten mit Broadcast-Aktivierung ist es das bislang einzige, bei dem beliebig zugeschnittene Alarmierungsgebiete, unabhängig von vorhandenen Funkzellen-Strukturen, definierbar sind.

Da bis auf den Funkempfänger zur Aktivierung des Warn-Systems alle technischen Komponenten in zukünftigen Neufahrzeugen vorhanden sein werden, sind die Kosten zur Realisierung des Systems gering. Kraftfahrzeuge würden damit die einzigartige Fähigkeit integrieren, bei großflächigem Ausfall des Stromnetzes sowohl hinsichtlich der Alarmierung als auch der Informationsvermittlung voll einsatzbereit zu sein.

In Summe kann festgestellt werden, dass das vorhandene Potential an Pkw in Deutschland ein Vielfaches dessen beträgt, was für die Realisierung eines flächendeckenden Warnsystems mit einem wirksamen Weckeffekt statistisch gesehen benötigt wird.

Kontakt:

Fraunhofer-Institut für
Naturwissenschaftlich-Technische
Trendanalysen INT

Abteilung
Technologieanalysen und
–vorausschau TAV

Appelsgarten 2
53879 Euskirchen

Germany

Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Guido Huppertz

Guido.Huppertz@int.fraunhofer.de
http://www.int.fraunhofer.de

Telefon +49 2251 18-325
Fax +49 2251 18-377

© Fraunhofer-INT 2009