

# Erdbebenfrühwarnsystem für Istanbul

Autor(en): **Fischer, Joachim**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin.ch : Fachzeitschrift und Verbandsinformationen von Electrosuisse, VSE = revue spécialisée et informations des associations Electrosuisse, AES**

Band (Jahr): **102 (2011)**

Heft 4

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-856804>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Erdbebenfrühwarnsystem für Istanbul

## Drahtlos kommunizierende Ad-hoc-Netze mit Echtzeit-Sensorinformationen

Naturkatastrophen kosten oft unzählige Opfer und verursachen hohe wirtschaftliche Verluste. Diese Gefahren können durch technologische Hilfsmittel wie drahtlose Sensornetzwerke reduziert werden. Ein Blick auf ein neuartiges Erdbebenfrühwarnsystem zeigt die Herausforderungen bei der Entwicklung eines solchen Systems und die dadurch gewonnenen Möglichkeiten auf.

Joachim Fischer et al.

In Istanbul wird seit 2008 der Prototyp eines neuartigen Erdbebenfrühwarnsystems, Sosewin (Self-Organizing Seismic Early Warning Information Network) [1], erprobt. Es ist das weltweit erste drahtlose seismische Maschennetzwerk, das mit preiswerter Sensorik ausgestattet ist und dessen Defizite durch eine kooperative Signalanalyse kompensiert werden.

Sosewin ist das Ergebnis einer mehrjährigen interdisziplinären Zusammenarbeit von Geo-Wissenschaftlern des deutschen GeoForschungsZentrums (GFZ Potsdam) und Informatikern der Humboldt-Universität zu Berlin. Begonnen hat die Kooperation im Rahmen des von der DFG geförderten Graduiertenkollegs Metrik (Modellbasierte Entwicklung von Technologien für selbstorganisierende dezentrale Informationssysteme im Katastrophenmanagement) [2], begleitet vom EU-Projekt Safer (Seismic Early Warning for Europe) [3] und vom BMBF-Projekt EDIM (modellgetriebener Entwurf, Implementierung und Test einer Infrastruktur preiswerter, selbstorganisierender Sensorsysteme für die schnelle Erdbebeninformation und Frühwarnung) [4]. Aktuell wird innerhalb einer Kooperation zwischen GFZ, HU und einem mittelständischen Unternehmen, gefördert vom BMBF, die dritte Generation der Sensorknoten-Hardware entwickelt.

Der Beitrag skizziert allgemeine Herausforderungen bei der Konzeption seismischer Infrastrukturen und beschreibt die dafür genutzte Hardware-Lösung (bei Nutzung handelsüblicher Komponenten) sowie die Architektur eines dafür entwickelten verteilten Softwaresystems. Um den Entwicklungsaufwand solcher Sys-

teme zu reduzieren, wurde eine hier ebenfalls vorgestellte Entwicklungs- und Administrationsumgebung als integrierte Werkzeugsammlung bereitgestellt.

### Die Herausforderung

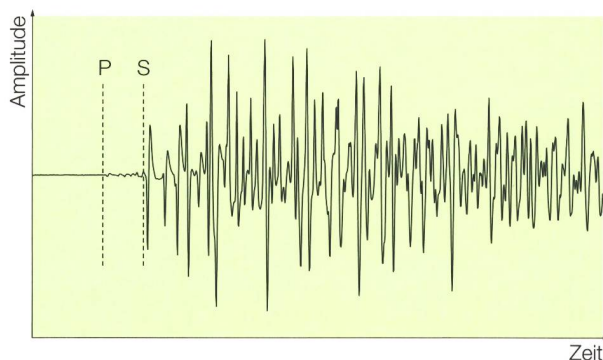
Die Ursache aller schweren Erdbeben ist der langsame Aufbau und die plötzliche Freisetzung von Spannungen an der Grenze sich ständig verschiebender tektonischer Platten. So bewegt sich beispielsweise an der nordanatolischen Verwerfung in der Türkei die Eurasische Platte relativ zur Anatolischen Platte um durchschnittlich 3 cm pro Jahr. Wird diese Spannung nun stärker als die Reibung, verschieben sich die Gesteinspakete auf beiden Seiten der Verwerfung in einem jähen Ruck gewaltsam gegeneinander. Die dabei freigesetzte Energie wird in Form seismischer Wellen in alle Richtungen übertragen.

Erdbeben kündigen sich jedoch nicht an. Alle bisherigen Theorien zur präzisen zeitlichen Vorhersage von Erdbeben-

ereignissen erwiesen sich als nicht haltbar. Bislang bleibt damit nur eine Alternative: Sobald die Erde im jeweiligen Ereignisursprung anfängt zu «wackeln», könnten weiter entfernte Regionen vor den nahenden Bodenwellen gewarnt werden, wenn man sich die unterschiedlichen Laufzeiten der seismischen Wellen zunutze macht.

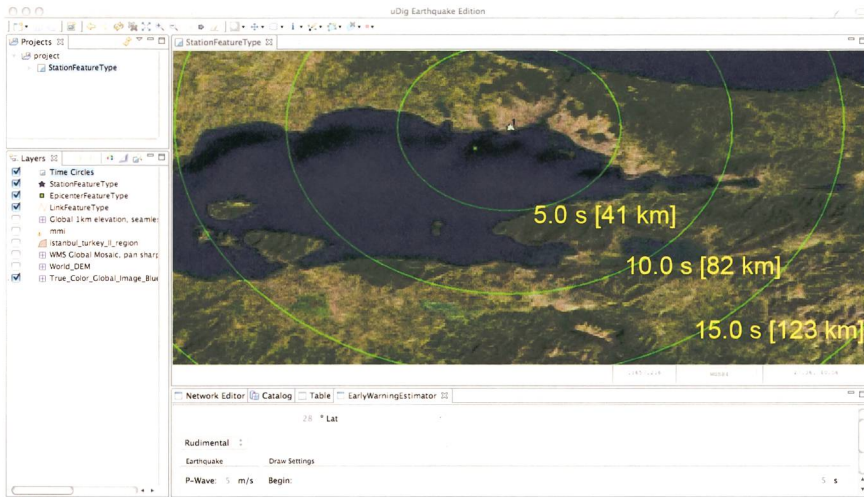
Interessanterweise sind dabei die schnellsten Wellen mit rund 5 km/s (Primär oder P-Wellen) energieärmer als die langsameren zerstörerischen Sekundärwellen (S-Wellen) mit etwa 3 km/s. Primärwellen zu erkennen, um herannahende S-Wellen auch quantitativ zu prognostizieren, ist die zentrale Aufgabe eines Frühwarnsystems. In der Praxis bleiben dafür (in Abhängigkeit der Entfernung vom Hypozentrum) maximal 100 s nach Erkennung der P-Wellenfront (Bild 1). Die Entwicklung derartiger Frühwarnsysteme steckt jedoch noch in den Anfängen.

Im Einsatz befindliche Systeme, z. B. in Taiwan oder Kalifornien, sind lokal begrenzt und zudem nur in einfacher Form ausgelegt. Gewöhnlich werden die Signale einzelner Seismometerstationen an eine Zentrale weitergeleitet oder direkt vor Ort ausgewertet. Dabei werden nur wenige Bebenparameter aus den Rohdaten extrahiert. Schwellenüberschreitungen dienen dabei als Alarmierungskriterium. Üblicherweise werden hochempfindliche Seismometer nur dort installiert, wo Erschütterungen durch Verkehr, Baumassnahmen u.Ä. ausgeschlossen werden können. Welche Mög-



**Bild 1** Von einem Seismometer erfasste Erdbebenbeschleunigung einer P- und nachfolgender S-Welle.





**Bild 2** Frühwarnzeiten für Istanbul in Abhängigkeit der Lage der Epizentren.

lichkeiten bleiben aber, wenn potenzielle Erdbebenherde in der Nähe einer Metropole liegen, wie beispielsweise in Istanbul (**Bild 2**)?

### Frühwarnung und Rapid-Response

Trotz geringer Vorwarnzeiten sind einige Massnahmen denkbar, die katastrophale Nachfolgeereignisse wie Gasexplosionen, Brände usw. stark reduzieren könnten, wenn mithilfe eines Frühwarnsystems technische Anlagen, z. B. von Strom- und Gasleitungen, steuernd beeinflusst werden könnten. In Japan werden beispielsweise Hochgeschwindigkeitszüge abgebremst und Brücken geschlossen.

Nach einem schweren Beben kommt es immer darauf an, dass es Einsatzkräften schnellstens gelingt, ein zuverlässiges Bild über die Lage (Zerstörungen, Verletzte usw.) zu erhalten, auch wenn die üblichen Kommunikationsinfrastrukturen zusammengebrochen sein sollten. Mit Spitzen der Erdbewegungen in einem Raster von 1 km der betroffenen Regionen könnten Katastrophenexperten erste brauchbare quantitative Angaben durch eine Hochrechnung erhalten.

### Prototyp eines drahtlosen Sensorik-Maschennetzwerks

Das installierte System Sosewin kann bei weiterem Ausbau das weltweit erste Erdbeben-Rapid-Response-System werden, das in einer dicht besiedelten Metropole mit Messtechnik vor Ort zum Einsatz kommt. Grundlage der Erdbebenfrühwarnung ist die bereits beschriebene Ausnutzung der unterschiedlichen Ausbreitungsgeschwindigkeiten seismi-

scher Wellen, kombiniert mit einer kooperativen Signalanalyse, an der sich mehrere Sensorknoten beteiligen.

Seit August 2008 läuft das System Sosewin in einer Konfiguration von 20 Knoten stabil und steht für verschiedene Studien zur Verfügung. Das Netz ist per Internet mit dem Kandilli Observatorium in Istanbul, mit dem Deutschen GeoForschungsZentrum Potsdam und dem Institut für Informatik in Berlin verbunden (**Bild 3**).

Seismometerbeobachtungen, inklusive permanent erfasster Seismometerrohdaten sowie beliebige Statusinformationen der einzelnen Knoten und ihrer Verbindungen, lassen sich von den entfernten Standorten abfragen.

Ebenso wird begrenzt ein entfernter Softwarekomponentenaustausch unterstützt. Die Einbindung des Systems in die bestehende Frühwarninfrastruktur vor Ort steht jedoch noch aus. Nach Bereitstellung eines Synthesizers für syntheti-

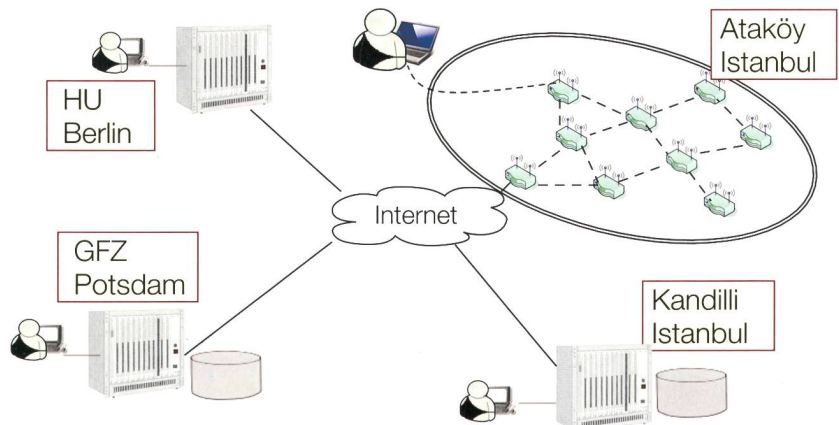
sche Erdbebendaten wurde begonnen, systematisch die Reaktion des Systems szenariorientiert zu untersuchen. Weitere Erfahrungen mit der Sosewin-Technologie konnten im Zuge der intensiven Serie von Nachbeben des L'Aquila-Erdbebens in Italien (April 2009) [5] durch die GFZ-TaskForce Erdbeben gesammelt werden.

### Technische Details

Die eingesetzte Hardware ist mit kostengünstigen drahtlosen Routern vergleichbar. **Bild 4** gibt einen Überblick über die einzelnen Hardware-Komponenten. Die zentrale Komponente ist ein Embedded PC, ein ALIX-Board der Firma PC Engines. Ausgestattet ist das ALIX-Board mit einem AMD-Geode-Prozessor (x86er-Befehlssatz) mit einem Takt von 400 MHz und 256 MB Arbeitsspeicher.

Hieran sind über die Mini-PCI-Schnittstelle zwei 802.11-WLAN-Karten angeschlossen. Die normale Konfiguration sieht den Betrieb des Maschennetzwerks über eine WLAN-Schnittstelle vor, während die zweite Karte Benutzern erlaubt, sich mit einem Knoten über seinen Laptop wie mit einem handelsüblichen Access Point zu verbinden und so auf den Netzwerkknoten oder das gesamte Netzwerk zuzugreifen.

Eine CompactFlash-Karte dient als Massenspeicher für die Software und der Archivierung der anfallenden Messwerte in einem dafür angelegten Ringspeicher. Über die USB-Schnittstelle ist ein eigens entwickeltes Digitizer-Board angeschlossen, das drei Beschleunigungssensoren (MEMS-Accelerometers), die orthogonal in X-, Y- und Z-Richtung orientiert sind, mit einem Analog-Digital-Wandler misst und mit GPS-Daten (Zeit und Ort) verknüpft. Das modulare Design des Digitizer-



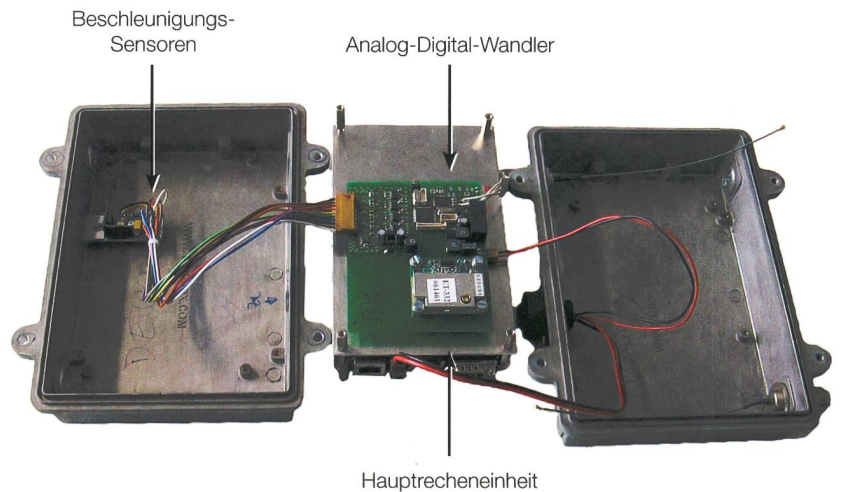
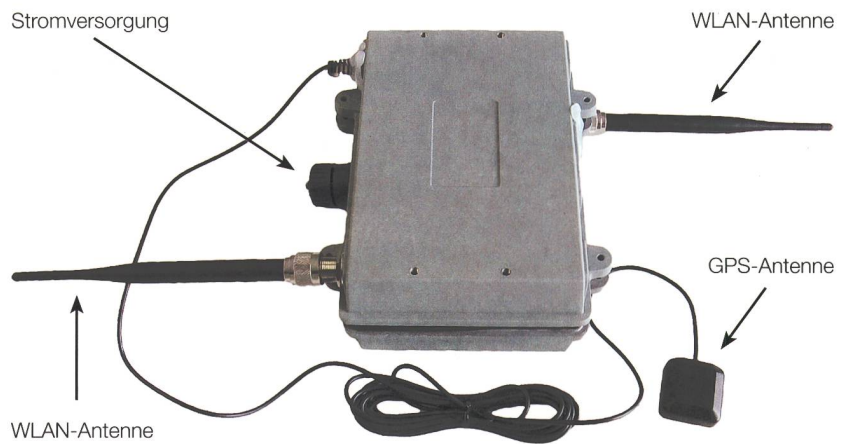
**Bild 3** Erdbebenfrühwarn- und Rapid-Response-System für Istanbul.



zer-Boards erlaubt aber auch den Anschluss fast beliebiger anderer analoger Sensoren. Die gesamte Hardware findet in einem DIN A5 grossen und 6 cm dicken wetterfesten Metallgehäuse Platz. Weiterhin existiert ein Ethernet-Anschluss, über den als Gateways fungierende Knoten mit dem Internet verbunden werden können und so auf ein Sosewin-Netzwerk weltweit zugegriffen werden kann. Dies ist notwendig, um das in Istanbul installierte Netzwerk administrieren oder in bestehende IT-Infrastrukturen integrieren zu können.

Sosewin-Knoten beinhalten eine mehrschichtige Software-Architektur (Bild 5). Das Betriebssystem der Sosewin-Knoten, OpenWrt, ist eine spezielle für eingebettete Systeme entwickelte Linux-Distribution, die die üblichen und für die Funktion als Maschennetzwerk nötigen Softwarekomponenten integriert, wie z.B. das TCP/IP-Kommunikationsprotokoll und den SSH-Server-Dienst.

Für die Wegwahl im Maschennetzwerk wird das selbstorganisierende Routingprotokoll OLSR (Optimized Link State Routing) eingesetzt, dass sich in offenen Netzwerken wie dem Freifunk-Netzwerk in Berlin für Hunderte von Knoten bewährt hat. Auf Anwendungsebene sind die wichtigsten Komponenten der Seedlink-Server, der archiviert und die anfallenden Rohdaten bereitstellt, und das Alarming Protocol, das die Logik für eine kooperative Entscheidung über ein möglicherweise gerade stattfindendes Erdbeben und die Alarmierung in diesem Fall realisiert.



**Bild 4** Ein Sosewin-Knoten.

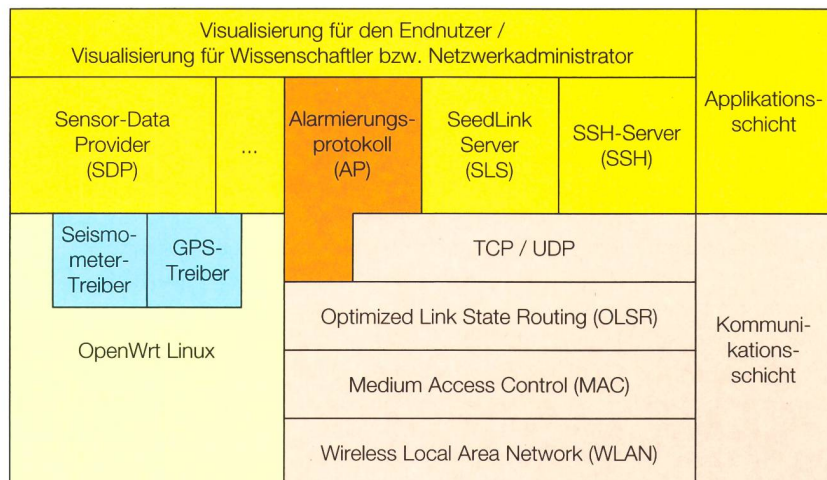
**Software-Entwicklung**

Bei der Entwicklung der für die Anwendung benötigten IT-Infrastruktur kam ein modellgetriebenes Entwicklungsparadigma zum Einsatz, das eine Konzeptüberprüfung und Fehleranalyse in der Design-Phase der Systementwicklung zum Ziel hat.

Unterstützt wird dieses Paradigma durch ein bereitgestelltes GIS-basiertes Framework, welches in Form einer integrierten Umgebung Werkzeuge sowohl zur modellgetriebenen Entwicklung als auch zur Administration derartiger realer Netzwerke bereitstellt. Kern der Integration dieser Werkzeuge ist ein Experiment-Managementsystem.

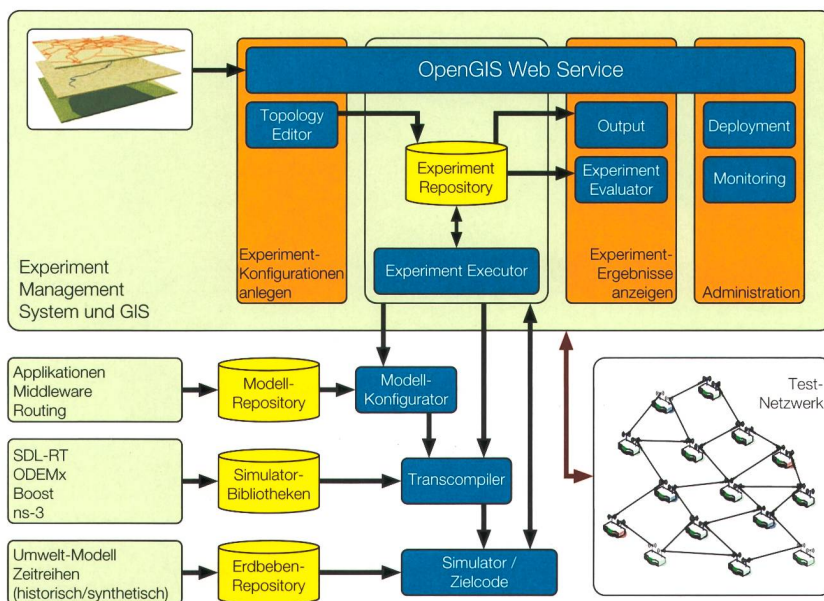
**Paradigma einer modellgetriebenen Software-Entwicklung**

Das Sosewin-Entwicklungsparadigma [6] geht von der Bereitstellung von Struk-



**Bild 5** Die Sosewin-Software-Architektur.





Bilder: Humboldt-Universität, Berlin

ASN.1 für die Verhaltensdarstellung von Softwarekomponenten der Anwendungsebene. Danach erfolgt die Kompilation der erzeugten C++-Dateien und das Linken mit Bibliotheken der in C++ implementierten Simulationstools, woraus ausführbare Simulatoren entstehen, die für die Analyse verwendet werden können.

Die Editoren zur Erstellung unterschiedlicher Modelle, die Repositories zur Speicherung dieser Modelle, die Kompilations- und Transformationswerkzeuge, der Synthesizer von Erdbebendaten, die Simulationsbibliotheken und die jeweils erzeugten Simulatoren bilden zusammen mit dem Experiment-Managementsystem die Sosewin-Entwicklungs- und Administrationsumgebung. Bild 6 zeigt überblicksmäßig die Architektur dieser Umgebung.

Das Experiment-Managementsystem ist die zentrale Komponente. Es unterstützt mit einem Topologie-Editor die Planung, Konfiguration und automatische Ausführung von Experimenten unter Verwendung von Modellen und Simulatoren eines Sensornetzes sowie den experimentellen Test des realen Systems bei vorherigem automatischem Softwarekomponentenaustausch und entfernter Umstellung der Sensordatenerfassung auf die Entgegennahme von Umgebungsdaten aus eingespielten Dateien. Zusätzlich wird die Speicherung, Auswertung und Visualisierung der Ergebnisse gefördert.

Der grafische Topologie-Editor basiert auf einem geografischen Informationssystem (GIS), welches wiederum auf der OpenGIS-Web-Service-Architektur des

**Bild 6** Architektur der Sosewin-Entwicklungs- und Administrationsumgebung.

netzwerk- und Verhaltensmodellen des zu erstellenden verteilten Systems zur Beobachtung und Bewertung seismischer Signale aus. Dabei werden die

- statische und dynamische Semantik des Sosewin-Systems beschrieben,
- simulative Verhaltensanalysen bei Variation bzw. Modifikation von verschiedensten Parametern durchgeführt und
- letztendlich die automatische Codegenerierung für die spezifische Sosewin-Applikationssoftware realisiert.

Kern dieses Paradigmas ist also die geeignete Modelldarstellung, ihre Interpretation sowie die Transformation – und das alles selbstverständlich werkzeuggestützt.

Typisch für die Anwendung des Paradigmas ist die Durchführung einer Vielzahl systematischer simulativer Tests, die sowohl funktionale als auch nicht funktionale Eigenschaften untersuchen und bewerten, bevor der Zielcode erzeugt wird. Ohne die Bereitstellung eines geeigneten Experiment-Managementsystems mit Datenbankbindung wäre auch diese Aufgabe nicht zu bewältigen.

Die validierte Verhaltensmodellierung drahtlos kommunizierender Systeme weist gegenwärtig noch erheblichen Forschungsbedarf auf, wobei Fortschritte ohne Vergleiche von realem und modelliertem Verhalten undenkbar wären. Die Nutzung des für Sosewin entwickelten Experiment-Managementsystems zur Erfassung gelogger Ereignisse im realen

Netzwerk und des Vergleichs mit Simulationsergebnissen ist damit ein weiterer wichtiger Aspekt des Sosewin-Entwicklungsparadigmas.

Die synthetisierte Rohdatenbereitstellung ist eine weitere Anforderung an die Umsetzung des Sosewin-Entwicklungsparadigmas, da es für entsprechende Knotenpositionen sowohl für den Test des realen Systems als auch seiner Simulationsmodelle bereitgestellter Datensätze verschiedener angenommener Erdbebenereignisse bedarf.

### Architektur der Entwicklungs- und Administrationsumgebung

Die Umsetzung des Sosewin-Paradigmas geht davon aus, dass der Implementation und Installation auf der Zielplattform umfangreiche Modelluntersuchungen vorausgehen. Dabei kommen verschiedene Sprachen für die unterschiedlichen Modelle zur Beschreibung von Funktionalität, nicht funktionaler Leistungsparameter und Umgebungseinflüssen zum Einsatz. Die Untersuchung der durch die Modelle beschriebenen Systeme auf Leistungsfähigkeit und Korrektheit erfolgt jeweils durch Simulation der dynamischen Verhaltensmodelle. Die Erstellung von Simulatoren aus den Modellen ist ein mehrstufiger Transformationsprozess, wobei Transcompiler-Technologien zur Abbildung unterschiedlicher Modellierungssprachen nach C++ zum Einsatz kommen. Unterstützt werden Modelle in den Sprachen SDL(-RT), UML und

**Résumé** **Système de mise en garde précoce contre les tremblements de terre à Istanbul**  
**Réseaux ad hoc sans fil avec communication en temps réel des informations émises par les capteurs**

Les catastrophes naturelles font souvent d'innombrables victimes et occasionnent des pertes économiques considérables. Ces dangers peuvent être limités grâce à des outils technologiques tels que les réseaux de capteurs sans fil. Un coup d'œil sur un nouveau système de mise en garde précoce contre les tremblements de terre met en évidence les difficultés rencontrées lors du développement d'un tel système et les possibilités générées par ce dernier.

No



Open Geospatial Consortium (OGC) aufsetzt. So lassen sich beispielsweise leicht mit dem OGC-Standard Web-Feature-Service-(WFS)-Knoten in eine bestehende Netztopologie einfügen, ändern und entfernen.

### Zusammenfassung und Ausblick

Mit Sosewin als Prototyp eines mit Sensorik ausgestatteten, drahtlos kommunizierenden Maschennetzwerks ist es insbesondere gelungen, den zentralen Anspruch zu untermauern, dass selbstorganisierende Systeme in Gestalt derartiger Netztypen durch die Miniaturisierung ihrer Knoten, durch autonome Adaptionsfähigkeit und durch niedrige Kosten völlig neue Möglichkeiten eröffnen, komplexe Umweltprozesse zu messen und in Echtzeit kooperativ zu analysieren.

Mehrere Aspekte kamen hier gleichzeitig vorteilhaft zum Tragen.

Der geringe Knotenpreis von ca. 600 € erlaubt eine wesentlich höhere Knotendichte eines Seismometernetzes, die sich in der Qualität einer flächendeckenden Beobachtung von Erschütterungsspitzen niederschlägt.

Die Kooperation der Knoten bei der Analyse seismischer Wellen ermöglicht die Kompensation von Fehlinterpretationen einzelner Knoten bei der punktuellen Analyse des Umweltphänomens und gestattet den Einsatz in einer belebten Metropole.

Das für Sosewin genutzte modellgetriebene und über eine integrierte Werk-

zeugsammlung unterstützte Entwicklungsparadigma erwies sich als äusserst qualitätsverbessernd und zeit- und ressourcensparend und kann für den Einsatz in anderen flächendeckenden Umweltprozessanalyseverfahren angepasst werden.

Die Entwicklung von Sosewin profitierte von der Entwicklung von Basistechnologien des interdisziplinären DFG-Graduiertenkollegs Metrik, das seit Oktober 2010 in einer zweiten Förderphase fortgesetzt wird. Seit September 2010 wird über einen vom BMBF geförderten Technologietransfer in die Wirtschaft die Serienproduktion von Sosewin-Knoten ermöglicht, zunächst für Forschungszwecke, später für den realen Einsatz, um tatsächlich grosse, flächendeckende Netzwerke studieren und einsetzen zu können.

### Referenzen

- [1] Fleming, K.; Picozzi, M.; Milkereit, C.; Kühnlenz, F.; Lichtblau, B.; Fischer, J.; Zulfikar, C.; Özel, O.; SAFER and EDIM working groups: The Self-organizing Seismic Early Warning Information Network (Sosewin). *Seismological Research Letters*, 80, 5, S. 755–771 (2009).
- [2] Model-based Development of Technologies for Self-organizing Systems, <http://www.gk-metrik.de>.
- [3] SAFER – Seismic eArly warning For EuRope, <http://www.saferproject.de>.
- [4] Erdik, M.; Fahjan, Y.; Özel, O.; Alcik, H.; Mert, A.; Gul, M.: Istanbul Earthquake Rapid Response and the Early Warning System. *Bulletin of Earthquake Engineering* 1, 157–163 (2003).
- [5] Picozzi, M.; Ditommaso, R.; Parolai, S.; Mucciarelli, M.; Milkereit, C.; Sobiesiak, M.; Di Giacomo, D.; Gallipoli, M. R.; Pilz, M.; Vona, M.; Zschau, J.: Real time monitoring of structures in task force missi-

ons: the example of the Mw=6.3 Central Italy Earthquake, April 6, 2009, *Natural Hazards*, 52, 2, 253–256 (2010).

- [6] Ahrens, K.; Eveslage, I.; Fischer, J.; Kühnlenz, F.; Weber, D.: The challenges of using SDL for the development of wireless sensor networks. In: *SDL 2009: Design for Motes and Mobiles, Proceedings 14th International SDL Forum, Bochum, LNCS 5719*, 200–221 (2009).

### Angaben zu den Autoren

Prof. Dr. **Joachim Fischer**, Professor der Humboldt-Universität zu Berlin für Systemanalyse am Institut für Informatik.

Humboldt-Universität, Berlin, Deutschland  
fischer@informatik.hu-berlin.de

Prof. Dr. **Jens-Peter Redlich**, Professor der Humboldt-Universität zu Berlin für Systemarchitektur am Institut für Informatik.

Humboldt-Universität, Berlin, Deutschland  
jpr@informatik.hu-berlin.de

Prof. Dr. **Jochen Zschau**, Leiter der Sektion 2.1 Erdbebenrisiko und Frühwarnung am Deutschen GeoForschungszentrum GFZ, Helmholtz-Zentrum Potsdam.

Deutsches GeoForschungszentrum GFZ, Potsdam, Deutschland, zschau@gfz-potsdam.de

Dr. **Claus Milkereit**, Mitarbeiter der Sektion 2.1 Erdbebenrisiko und Frühwarnung am Deutschen GeoForschungszentrum GFZ, Helmholtz-Zentrum Potsdam.

Deutsches GeoForschungszentrum GFZ, Potsdam, Deutschland, online@gfz-potsdam.de

Dr. **Matteo Picozzi**, Mitarbeiter der Sektion 2.1 Erdbebenrisiko und Frühwarnung am Deutschen GeoForschungszentrum GFZ, Helmholtz-Zentrum Potsdam.

Deutsches GeoForschungszentrum GFZ, Potsdam, Deutschland, picoz@gfz-potsdam.de

Dipl.-Inf. **Björn Lichtblau**, Mitarbeiter der Lehr- und Forschungseinheit Systemarchitektur an der Humboldt-Universität zu Berlin.

Humboldt-Universität, Berlin, Deutschland  
lichtbla@informatik.hu-berlin.de

Dipl.-Inf. **Ingmar Eveslage**, Mitarbeiter der Lehr- und Forschungseinheit Systemanalyse an der Humboldt-Universität zu Berlin.

Humboldt-Universität, Berlin, Deutschland  
eveslage@informatik.hu-berlin.de

Anzeige

## Finis les chemins à grille, les chemins de câbles et les conduites montantes! Il existe maintenant les Multi-chemins LANZ: un chemin pour tous les câbles

- Les Multi-chemins LANZ simplifient la planification, le métré et le décompte!
- Ils diminuent les frais d'agencement, d'entreposage et de montage!
- Ils assurent de meilleurs profits aux clients: excellente aération des câbles
- Modification d'affectation en tout temps. Avantageux. Conformes aux normes CE et SN SEV 1000/3.

Pour des conseils, des offres et des livraisons à prix avantageux, adressez-vous au grossiste en matériel électrique ou directement à



**lanz oensingen sa** e-mail: info@lanz-oens.com  
CH-4702 Oensingen • Tél. 062/388 21 21 • Fax 062/388 24 24

