

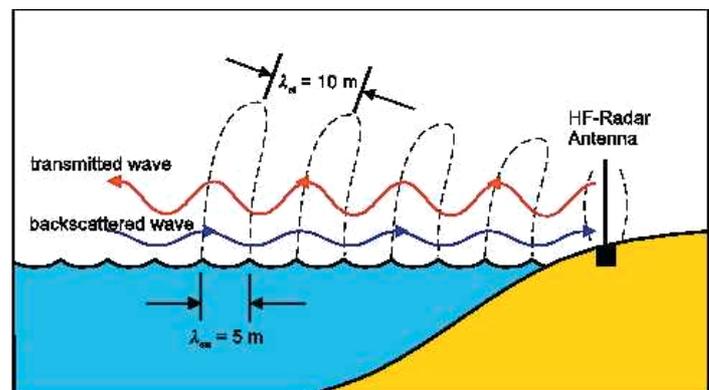
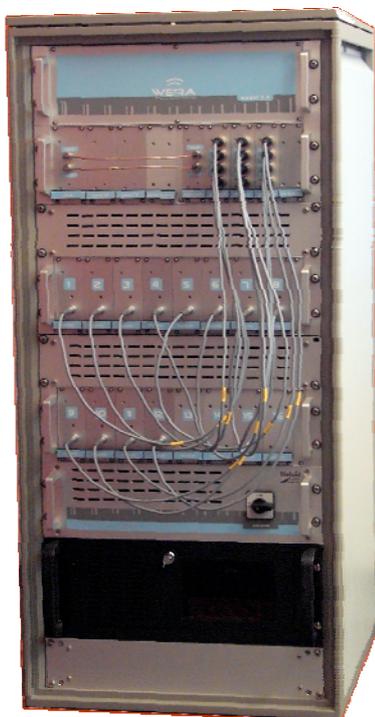
## Abschlußbericht zum Projekt:

### BMBF03G0659B WERA

Echtzeit Erkennung von tsunami-erzeugten Signaturen  
in Strömungskarten des HF-Radars WERA  
zur Überwachung gefährdeter Küstenregionen

Kurztitel: **WeraWarn**

Bericht des Projektpartners:	Projektkoordination:
Thomas Helzel HELZEL Messtechnik GmbH Carl-Benz-Str. 9 24568 Kaltenkirchen	Prof. Dr. Detlef Stammer Institut für Meereskunde, ZMAW Universität Hamburg Bundesstr. 53 20146 Hamburg



Das Ozean-Radar „WERA“, optimiert zur Tsunami Erkennung, erprobt an einer Gezeitenbore



## 1. Zusammenfassung

### Aufgabenstellung

Das abgeschlossene Verbundvorhaben sollte dazu dienen, das bereits vielerorts erprobte Strömungs- und Wellen-Radar WERA für die Tsunami - Frühwarnung zu optimieren sowie die Grenzen und Möglichkeiten des Systems zu erproben. Das Ozeanradar WERA wurde bislang eingesetzt, um innerhalb von Minuten Oberflächenströmungen und Wellenhöhen flächendeckend in hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung zu messen. Die Reichweite dieser landgestützten Systeme liegt bei mehr als 200 km. Diese Eigenschaften sollen zur Erfassung der mit Tsunamiwellen einhergehenden Strömungssignaturen im Bereich der Schelfkanten genutzt werden, um daraus Warnungen für die betroffenen Küstenregionen abzuleiten. Die erforderlichen Untersuchungen wurden wie folgt durchgeführt:

Anhand numerischer Simulationen wurden die typischen hydrodynamischen Merkmale einer sich nähernden Tsunamiwelle räumlich und zeitlich hoch aufgelöst für verschiedene Seegebiete untersucht. Hierbei geht es um die Auswertung des Einflusses unterschiedlicher Geometrien der Schelfkante auf die Signaturen in der Oberflächenströmung.

Der mit einem Radar-Rückstreumodell berechnete Zusammenhang zwischen den mit der Modellstudie herausgearbeiteten typischen Tsunami-Strömungssignaturen und den tatsächlich gemessenen Radarrückstreuungsspektren dient als Basis für die Entwicklung von speziell auf die Tsunami-Früherkennung zugeschnittenen Algorithmen.

Ergänzend zu den theoretischen Betrachtungen und numerischen Simulationen sollte in einem dritten Arbeitsschritt ein Feldexperiment durchgeführt werden, bei dem eine hohe Gezeitenbore, wie sie z.B. im Hangzhou Delta in China auftritt, mit WERA registriert werden. Auf diesem Wege kann praxisnah die Detektionsfähigkeit des Systems ermittelt werden. Da im September 2008 die Projektleitung beschlossen hat, auf Grund der zu erwarteten Schwierigkeit bei der Durchführung des Experimentes das Projekt zunächst ohne Feldtest abzuschließen, wurden für dieses Teilprojekt nur vorbereitende Arbeiten durchgeführt.

### Randbedingungen

Die theoretischen Arbeiten und die Entwicklung der numerischen Simulation wurde von der Universität Hamburg durchgeführt. Helzel Messtechnik (HZM) war dafür zuständig das geplante Experiment vorzubereiten. Da HZM für diese Arbeiten 50 % der Kosten selbst getragen hat sowie die WERA Systeme zur Verfügung gestellt hat, wurde sehr darauf geachtet, den vorgegebenen Kostenrahmen nicht zu überschreiten und das Risiko des Verlustes oder der Beschädigung der Anlage beim Experiment möglichst gering zu halten.

## **Planung und Ablauf**

Die Arbeiten an der Universität verliefen planmäßig. Bei den Vorbereitungen für das Feldexperiment zeigten sich bereits zu Beginn die ersten Schwierigkeiten. Der bevorzugte Standorte, das Hangzhou Delta in China konnte auf Grund administrativer Problem der potentiellen chinesischen Partner nicht gewählt werden.

Der alternative Standort, im Bereich des Amazonas-Delta, wurde erkundet und mit der Universität Sao Paulo wurde auch ein zuverlässiger brasilianischer Partner gefunden. Durch die extremen Randbedingungen in dem Amazonas-Delta wurden aber sehr starke zeitliche Verschiebungen nötig. Zusätzlich ergeben sich extrem höhere Kosten für den Aufbau und den Betrieb der Anlagen. Da die Fa. Helzel Messtechnik die erhöhten Kosten nicht tragen kann und außerdem die technischen Anlagen nicht versichert werden konnten, wurde das Experiment aus dem Ablauf des Vorhabens gestrichen.

Es wird angestrebt, das Experiment später, an anderer Stelle unter günstigeren Randbedingungen und in einem anderen Vorhaben durchzuführen.

## **Ausgangspunkt der Entwicklungen**

Die Anpassung der WERA Hardware für den geplanten Einsatz der Systeme in einem Disaster Warning System setzten auf dem Standardprodukt WERA auf. Um einen späteren kommerziellen Erfolg zu sichern, wurde auf die Kompatibilität der Hardware und der Software-Schnittstellen geachtet.

## **Zusammenarbeit**

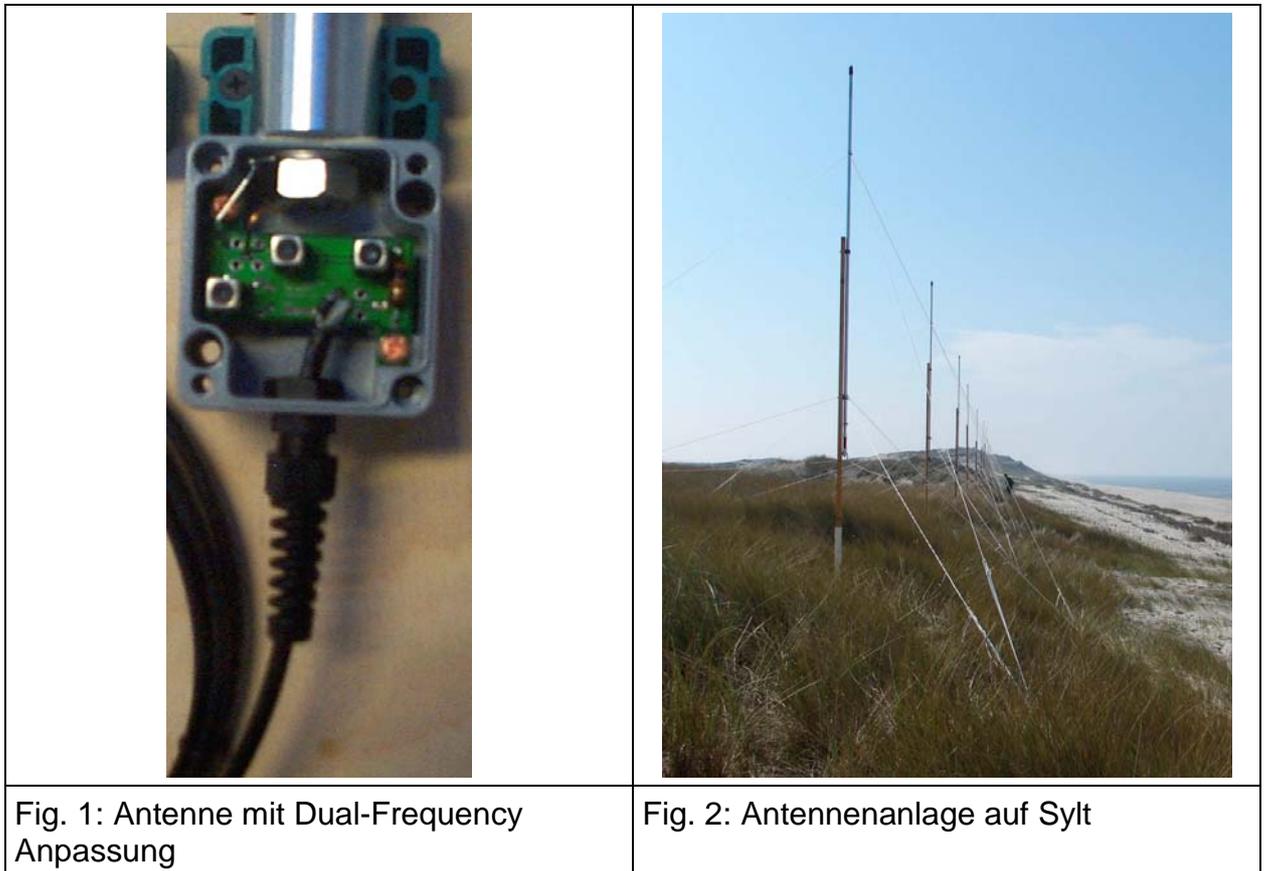
Die Zusammenarbeit mit dem Projektpartner, der Universität Hamburg, verlief auf der wissenschaftlichen Ebene sehr gut. Die Kontakte zu den ausländischen Partnern, war unterschiedlich. Die potentiellen chinesischen Partner waren auf wissenschaftlicher Ebene offen für Dialoge und den Austausch von Ideen, es zeigte sich aber, dass es nicht möglich war, von verantwortlicher Stelle konkrete Zusagen für die Durchführung der Experimente zu erhalten. Die nach Brasilien aufgebauten Kontakte erfolgten sofort auf wissenschaftlicher und administrativer Ebene und waren durchweg konstruktiv.

## 2. Der Beitrag von Helzel Messtechnik zum Vorhaben

### 2.1. Entwicklung für Multi-Frequenz Betrieb

Die Entwicklung von Antennen, Filtern und Multiplexern, sowie der Software, um das WERA-System im Multi-Frequenz-Mode zu betreiben wird benötigt, um die Verfügbarkeit der Daten unter allen Umwelteinflüssen zu gewährleisten. Dies ist für eine Sensorkomponente eines Disaster Warning Systems unbedingt erforderlich. Die Hardware Entwicklung für Multi-Frequenz Mode wurden von den Herren Leif Petersen und Markus Valentin durchgeführt.

Ein neues Antennen-Konzept mit sehr kompakten, abstimmbaren Abstimm- und Anpass-Schaltungen wurde entworfen und es wurden Experimente im Labor und an unserem System an der Nordsee durchgeführt. Die ersten Ergebnisse zeigten, dass die deutlich kompakteren und leichter im Feld anzupassenden Antennen die gleiche Güte aufweisen, wie die aktuell eingesetzten verkürzten Monopole.



Im November 2007 sind die neuen Antennen für einem vergleichenden Versuch in einer WERA Anlage auf Sylt installiert. Die Ergebnisse dieses Feldversuches zeigten leider unbefriedigende Ergebnisse. Die Eigenschaften der Antennen veränderten sich nach 6 Wochen in Abhängigkeit von der Temperatur und der Luftfeuchte, siehe Bild 3. Die Ursache hierfür ist wahrscheinlich eingedrungene Feuchtigkeit, die dann bei niedrigen Temperaturen kondensiert.

Da die Feldexperimente mit den Prototypen der Dual-Frequency Antennen nicht erfolgreich waren, wurde nach einer alternativen Lösung gesucht. Anstelle einer weitergehenden Eigenentwicklung wurde ein englischer Hersteller (Neptune Radar Ltd.) gefunden, der für ein vergleichbares Überhorizont-Radar (PISCES) entsprechende Antennen entwickelt und auch bereits erfolgreich betrieben hat. Obwohl Neptune Radar ein Mitbewerber von HZM ist, erhielten wir ein Angebot, das attraktiv ist. Daher wurden unsere weiteren Arbeiten an einer eigenen Antenne eingestellt.

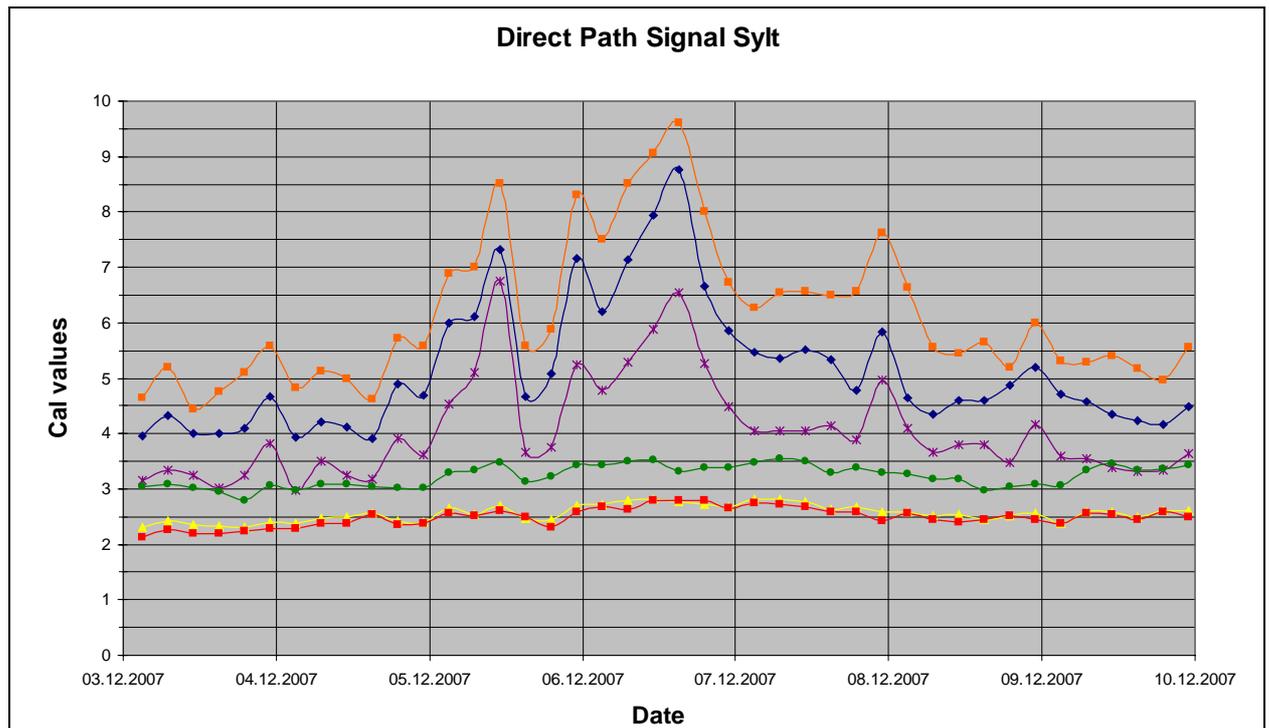


Fig. 3: Antennentest auf Sylt  
Vergleich der Standardantenne (rot, gelb und grün) mit den neuen Antennen

Für die Optimierung der erforderlichen Eingangsfiler wurden Simulationen durchgeführt, die zeigen, dass unser Konzept anwendbar ist. Die wesentliche erforderliche Randbedingung ist, dass der Unterschied zwischen den beiden Betriebsfrequenzen nicht größer als ein Faktor 1,5 sein darf.

Unter dieser Randbedingung ist es auch möglich, ein kompaktes Tx-Array aufzubauen, dass die Erfordernisse für eine WERA Anlage erfüllt. Auch diese Optimierung wurde mittels einer Simulation durchgeführt. Die entscheidenden Kriterien sind die Ausleuchtung mit mindestens -10 dBi über einen Abstrahlwinkel von  $\pm 60^\circ$  sowie eine ausreichende Unterdrückung ( $> -15$  dBi) in  $90^\circ$  Richtung. Beide Kriterien sind für die simulierte Anordnung bei den geplanten Sendefrequenzen gegeben, siehe Bild 4.