

ELEKTRONIK GMBH  
Albert-Einstein-Str.3  
D-31515 Wunstorf  
TEL: (+49)5031/95480  
FAX: (+49)5031/15333  
www.ATSONLINE.de  
Info@ATSONLINE.de

## DOKUMENT INFORMATIONEN

Projekt: Semipermeable Anzüge Für Einsatzkräfte  
Teilvorhaben: Grundlegende Untersuchung zur Integration intelligenter Telemetrie in Schutzanzügen  
Projektkurztitel: SAFE  
Dokumententitel: Schlussbericht zum Teilvorhaben ATS  
Referenz: SB\_ATS\_08-004  
Datum: 23. Juli 2012  
Seitenzahl: 24  
Dateiname: ATS\_Schlussbericht\_BMBF\_13N9810.docx  
Autor: Dipl.-Ing. Gerald Schroth

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

DIN EN ISO 9001:2008	Schlussbericht zum Teilvorhaben ATS	Dokument SB_ATS_08-004
	SAFE	

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Teil 1 Kurzdarstellung</b>	<b>4</b>
1.1	Aufgabenstellung	4
1.2	Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde	6
1.3	Planung und Ablauf des Vorhabens	6
1.4	Wissenschaftlicher und technischer Stand	7
1.5	Zusammenarbeit mit anderen Stellen	8
<b>2</b>	<b>Teil 2 Eingehende Darstellung</b>	<b>10</b>
2.1	Erzielte Ergebnisse	10
2.2	Zahlenmäßiger Nachweis	18
2.3	Angemessenheit der geleisteten Arbeit	19
2.4	Verwertung der Ergebnisse	19
2.5	Gewonnene Fortschrittserkenntnisse bei anderen Stellen	20
2.6	Veröffentlichungen	21
2.6.1	Patente, angemeldet oder geplant	21
2.6.2	Erfolgte Veröffentlichungen	21
2.6.3	Geplante Veröffentlichungen	21
<b>3</b>	<b>Anhang</b>	<b>22</b>
3.1	Referenzen	22
3.2	Abbildungsverzeichnis	22
3.3	Abkürzungen und Begriffe	22
3.4	Internetquellen	23
3.5	Literaturverzeichnis	24

DIN EN ISO 9001:2008	Schlussbericht zum Teilvorhaben ATS	Dokument SB_ATS_08-004
	SAFE	

## Schlussbericht zum Teilvorhaben ATS

Zuwendungsempfänger:	ATS Elektronik GmbH
Förderkennzeichen:	13N9810
Vorhabenbezeichnung:	Verbundprojekt: Semipermeable Anzüge Für Einsatzkräfte (SAFE)
Teilvorhaben:	Grundlegende Untersuchung zur Integration intelligenter Telemetrie in Schutzanzügen
Laufzeit:	01.05.2008 bis 30.04.2011; verlängert bis 31.12.2011

DIN EN ISO 9001:2008	Schlussbericht zum Teilvorhaben ATS	Dokument SB_ATS_08-004
	SAFE	

# 1 Teil 1 Kurzdarstellung

## 1.1 Aufgabenstellung

Im Rahmen des Teilvorhabens sollten verschiedene Technologien und Möglichkeiten zur Verbesserung der Schutzmechanismen für Einsatzpersonal von Feuerwehr, Rettungsdiensten und für andere Personen von zivilen und nichtzivilen Rettungsdiensten im Einsatz intensiv untersucht, erprobt und demonstriert werden. Insbesondere die Überwachung von Vitalparametern wie Herzrhythmus, Sauerstoffgehalt im Blut, Körpertemperatur, Außentemperatur, schädliche Gase im Bereich zwischen Schutzkleidung und Körperoberfläche sowie eine genaue Ortung der Personen im Einsatzgebiet waren die Hauptmerkmale des Vorhabens.

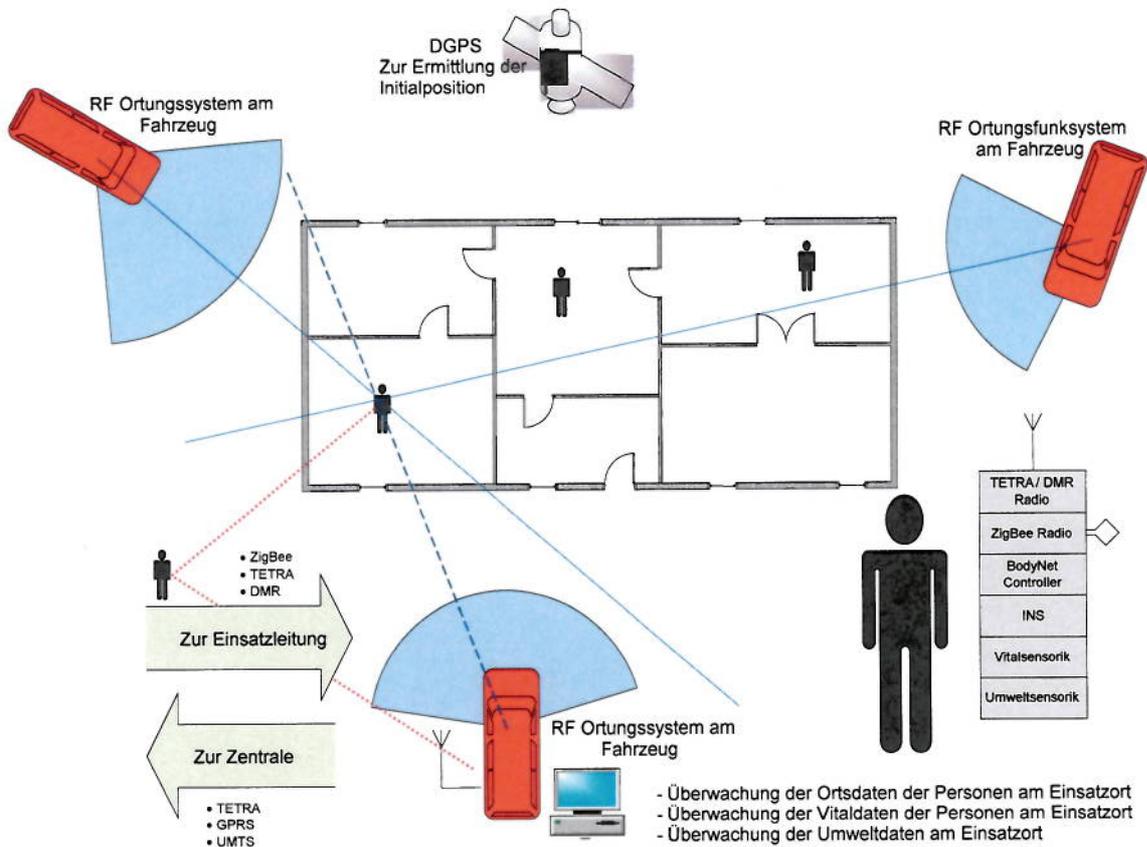
Das gesamte System sollte modular entwickelt werden, so dass je nach Einsatzzweck/ Anwender eine eigene Konfiguration ohne zusätzlichen Aufwand skaliert werden kann.

Die eingesetzten Technologien, speziell die Funktechnologien, sollten auf Standards basieren, z.B. dem IEEE 802.15.4 / ZigBee Standard oder den ETSI Standards für DMR und TETRA.

Die Komponenten für Sensorik und Telemetrie sollten in der neu zu entwickelnden Schutzkleidung integriert werden.

Die folgenden Abbildungen zeigen die Anforderungen als funktionale Systemskizze.

DIN EN ISO 9001:2008	Schlussbericht zum Teilvorhaben ATS	Dokument SB_ATS_08-004
	SAFE	



**Abbildung 1: Übersicht: Intelligente Telemetrie im Schutzanzug**

DIN EN ISO 9001:2008	Schlussbericht zum Teilvorhaben ATS	Dokument SB_ATS_08-004
	SAFE	

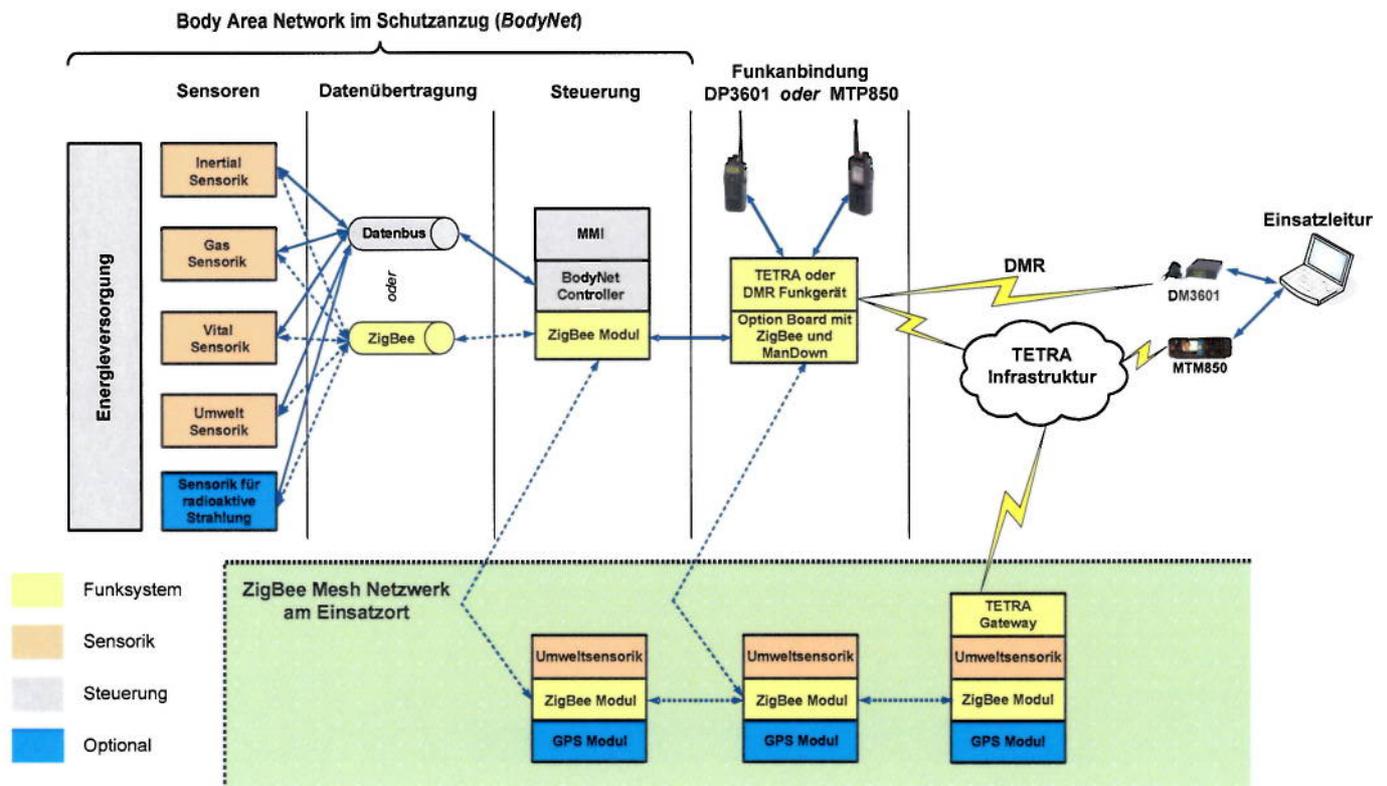


Abbildung 2: Gesamtsystem als logisches Modell

## 1.2 Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Das Teilprojekt „Grundlegende Untersuchung zur Integration intelligenter Telemetrie in Schutzanzügen“ war eingebettet in das Verbundprojekt „Semipermeable Anzüge Für Einsatzkräfte (SAFE)“. Die Projektpartner waren beschäftigt mit der Erforschung von geeigneten textilen Technologien bzw. Adsorbentien für eine neue Generation von Schutzanzügen. Hinsichtlich der Integration der Sensorik und Telemetrie in den Schutzanzug erfolgte eine enge Abstimmung und Zusammenarbeit mit den Partnern Kärcher Futuretech GmbH und Freudenberg Forschungsdienste KG.

Soweit möglich, sollte auf kommerziell erhältliche Sensoren zurückgegriffen werden.

## 1.3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Im Konsortium des Forschungsprojektes SAFE, bestehend aus den Partnern:

- Freudenberg Forschungsdienste KG (Projektkoordination), Weinheim
- Freudenberg KG Vliesstoffe, Weinheim
- Kärcher Futuretech GmbH, Winnenden

DIN EN ISO 9001:2008	Schlussbericht zum Teilvorhaben ATS	Dokument SB_ATS_08-004
	SAFE	

- Helmut-Schmidt-Universität, Hamburg
- Bundesanstalt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, Bonn
- Landesfeuerweherschule Hamburg, Hamburg
- Wehrwissenschaftliches Institut für Schutztechnologien, Munster
- Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund

wurden insgesamt 5 Hauptarbeitspakete definiert, die jeweils federführend von einem Partner nacheinander bzw. zum Teil auch parallel bearbeitet wurden. Der jeweils hauptverantwortliche Projektpartner wurde in der Bearbeitung der Arbeitspakete – soweit erforderlich – von allen Partnern unterstützt. Hinsichtlich der Integration der Telemetriekomponenten haben wir intensiv mit den Partnern Freudenberg KG und Kärcher Futuretech GmbH zusammen gearbeitet. Zur Validierung der Projektergebnisse wurden insgesamt 8 Meilensteine mit Abbruchkriterien festgelegt. Die Überprüfung der Meilensteinplanung erfolgte nach einer Projektlaufzeit von 18 Monaten.

Die Koordination und Leitung des Projektes erfolgte durch die Freudenberg Forschungsdienste KG. Zu den Aufgaben gehörte u. a. das Organisieren der regelmäßigen Projekttreffen, das Protokollieren dieser Treffen, die Beratung hinsichtlich der Kooperationsvereinbarung für das Verbundprojekt sowie die sachliche und zeitliche Koordination der Arbeiten der einzelnen Partner.

Für das Teilvorhaben der ATS Elektronik GmbH wurden die Teilprojekte 3D-Ortungssystem, Telemetrie im Schutzanzug und Telemetrie – Leitrechnersystem im Einsatzleitwagen definiert.

Die jeweiligen Teilprojekte wurden in folgende Phasen gegliedert:

- Planungs- und Entwurfsphase
- Implementierungsphase
- Funktionstestphase
- Integrationsphase

## 1.4 Wissenschaftlicher und technischer Stand

Die Ortung von Objekten mit Hilfe von Funkwellen ist eine bekannte Technologie, die mehr als 70 Jahre in der Anwendung ist. Die besondere Herausforderung, die sich in dieser Aufgabenstellung der Ortung von Einsatzkräften in unbekanntem Gebieten stellt ist die, dass die Technik der Ortung von den Einsatzkräften zum Einsatz mitgebracht werden muss. Darüber hinaus darf die Ortungstechnologie an den Einsatzkräften die eigentliche Aufgabe der Einsatzkräfte nicht behindern und zusätzlich belasten.

Es gibt weiterhin moderne Ortungstechnologien für eine Indoor-Positionsbestimmung, wie

- Hochsensitive GPS-Empfänger
- Assisted-GPS (A-GPS)

DIN EN ISO 9001:2008	Schlussbericht zum Teilvorhaben ATS	Dokument SB_ATS_08-004
	SAFE	

- Koppelnavigation mittels Sensorsystem
- Ortung in GSM-Netzen
- WLAN-Ortung
- RFID-Ortung
- Ultraschallortung
- Map-Matching

Diese Technologien setzen allerdings eine bestehende Infrastruktur in den Einsatzbereichen voraus. Der Ansatz dieses Projektes geht davon aus, dass die Einsatzkräfte ihre Ortungstechnik zum Einsatz mitbringen. Dieses setzt allerdings voraus, dass die Technik sich weitgehend automatisch einrichten kann, ohne dass zusätzliches Personal benötigt wird.

Die allseits bekannte Ortung mit Hilfe der Satellitennavigation (GPS-Technologie) scheidet als alleiniges Ortungsinstrument aus, da diese Technologie ihre Grenze bei der Fortführung der „Outdoor“-Navigation in das Innere von Gebäuden erreicht. Abhängig von dem verwendeten Baumaterial werden die Satellitensignale um 1-43 dB gedämpft.

Die notwendige Kommunikation zwischen der Einsatzkraft und der Einsatzleitung erfolgt heute mit analogem Sprechfunk. Ein technischer Informationsdatenaustausch sowie die Nutzung von Sensoren und Aktoren finden nur begrenzt in Sonderapplikationen statt. Standardisierungen gibt es nicht. Die Digitalfunktechnik (TETRA) befindet sich in Deutschland noch im Aufbaustadium.

Technologisch existieren verschiedene proprietäre Lösungen, die aber keine allgemeine Anwendung zulassen.

Sensoren für die Überwachung von Vitalfunktionen und Umwelteinflüssen im Bereich der Einsatzkräfte werden zurzeit im realen Einsatz nicht oder nur vereinzelt eingesetzt.

Das Patent DE 10120775A1 (MSA Auer GmbH, Berlin) beschreibt Überwachungs- und Warnsysteme für unter gefährlichen Einsatzbedingungen tätige Personen, wobei sich die Beschreibung im Wesentlichen auf die Überwachung der Pressluftatemgeräte bezieht, die mit der Telemetrie verbunden sind.

Zum Zeitpunkt der Antragstellung ergaben sich keine Schutzrechte Dritter die dem Vorhaben bzw. der Verwertung der Ergebnisse entgegen stehen würden.

## 1.5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Innerhalb des Projektes wurde ein sogenanntes beratendes Board implementiert. Im Beratenden Board wirkten Fachleute mit, die eine weitreichende Abrundung der Kompetenz im Verbund



	Schlussbericht zum Teilvorhaben ATS	Dokument SB_ATS_08-004
	SAFE	
DIN EN ISO 9001:2008		

ermöglichten. In unserem Teilvorhaben betraf dies folgende Personen:

- Direktor der Feuerwehr Bochum
- Landesfeuerwehrarzt der Feuerwehr Hamburg

Weiterhin haben wir im Rahmen des Teilvorhabens mit der N-Transfer GmbH, Institut für Innovations-Transfer an der Fachhochschule Hannover, zusammen gearbeitet. Gegenstand der Arbeiten waren hier die Beratung in der Erforschung, Validierung und Anwendung von Vital- und Inertialsensorik, sowie die Erarbeitung und Validierung von Softwarealgorithmen.

Mit dem Textilforschungsinstitut Thüringen-Vogtland e.V., D-07973 Greiz, konnte im Projektverlauf ein kompetenter Partner gefunden werden, der das Teilprojekt durch innovative Materialien für elektrische Leiterbahnen sowie Möglichkeiten zur Kontaktierung unterstützt hat.

DIN EN ISO 9001:2008	Schlussbericht zum Teilvorhaben ATS	Dokument SB_ATS_08-004
	SAFE	

## 2 Teil 2 Eingehende Darstellung

### 2.1 Erzielte Ergebnisse

Das beschriebene Teilprojekt hat verschiedene Unterprojekte bearbeitet, so dass auch von unterschiedlichen Ergebnissen berichtet werden kann.

#### 3D Ortung

Die 3D Ortung war das umfassendste Unterprojekt. Es bestand die Aufgabe, eine Ortung von Personen in Gebäuden zu realisieren, ohne dass eine vorhandene Infrastruktur zur Anwendung kommt. Somit waren Techniken wie z.B. WLAN, Ortsbaken oder andere Hilfsmittel, die zur Ortung in einem Gebäude zu verbauen sind, von vornherein ausgeschlossen.

Die verwendete ZigBee Funktechnologie wird durch die IEEE Spezifikation 802.15.4 beschrieben. ZigBee wurde ausgewählt, da mit der Mesh Technologie der Gedanke verfolgt wurde, über dieses Netzwerk auch Daten zwischen den im Einsatz befindlichen Personen und einer Zentrale zu übermitteln. Mesh bietet dabei den Vorteil, dass durch weitere Knoten in einem Funknetzwerk die Funkversorgung in einem unbekanntem Gebiet mit zusätzlichen ZigBee Funkknoten schnell erweitert werden kann.

Der ZigBee Standard stellt drei verschiedene Gerätearten zur Verfügung. Mit diesen Geräten wird das ZigBee Wireless Personal Area Network (WPAN) realisiert. Folgende Services stehen zur Verfügung:

1. Endgerät (ZigBee End Device),
2. Router (ZigBee Router) und
3. Koordinator (ZigBee Coordinator).

Das Zigbee Endgerät bietet das Interface für die Sensoren und Aktoren. Der Router hat darüber hinaus die Aufgabe, Daten zwischen Endgeräten oder weiteren Routern zu übermitteln. Der Koordinator übernimmt die Rolle der Steuerung der grundlegenden Parameter.

Die GPS-unabhängige Ortung mit funkbasierenden ZigBee Technologien lässt sich in dynamischen Prozessen, wie es ein Einsatz von Feuerwehrleuten darstellt, nur schwer umsetzen. Insbesondere die Frage der Verfolgbarkeit der einzelnen ZigBee Knoten stellt eine nur schwer handhabbare Aufgabe dar. Während des Einsatzes muss ein Administrator immer das Funknetz beobachten und evtl. in das System eingreifen.

Eine ähnliche Erkenntnis ergibt sich aus der Ortung mittels Funkpeilung nach dem Doppler-Prinzip. Die Ergebnisse der Untersuchungen waren vielversprechend. Bei der Frage der Handhabung kamen allerdings Punkte in die Diskussion, die einer Umsetzung entgegenstanden.

DIN EN ISO 9001:2008	Schlussbericht zum Teilvorhaben ATS	Dokument SB_ATS_08-004
	SAFE	

In einem Einsatzgebiet müssen mindestens 3 Peilstationen aufgebaut werden; d.h. für den Einsatz, dass mindestens auf 3 Fahrzeugen eine entsprechende Peiltechnik mitgeführt werden muss. Weiterhin müssen die Fahrzeuge in jedem potentiellen Einsatz so ausgestattet sein, dass Peilung quasi ohne weitere Eingriffsnotwendigkeiten von Administratoren erfolgen kann. Auch die Abstellposition der Fahrzeuge muss in jedem potentiellen Einsatz so gewählt werden, dass eine Peilung von Einsatzkräften gewährleistet ist. Die Position der einzelnen Peilfahrzeuge kann dann wiederum mittels DGPS erfasst und zu einer zentralen Stelle gesendet werden. Die einzelnen Einsatzkräfte müssen nun über einen Sender verfügen, der zyklisch eine Kennung aussendet, so dass die ermittelte Position auch eindeutig einer Einsatzkraft zugewiesen werden kann.

Einen anderen Ansatz zur GPS unabhängigen Ortung haben wir mit der Erprobung eines INS (Inertial Navigation System) auf der Basis einer IMU (Inertial Measurement Unit) gewählt. Mit modernen Beschleunigungssensoren, Drehwinkelsensoren und Magnetkompassensoren auf Basis der MEMS Technologie können kleine, leistungsfähige Sensorsysteme entwickelt werden, die mit Hilfe von Kalmanfiltern und weiteren Algorithmen die Position von Einsatzkräften ohne eine GPS Ortung ermitteln können.

Wir konnten im Rahmen des Projektes einen ersten Prototypen eines INS auf der Basis von MEMS Sensoren aufbauen und erste Algorithmen implementieren. Die Bedeutung dieses Technologieansatzes wurde erst im letzten Drittel der Projektlaufzeit erkennbar. Die Qualität eines INS hängt im Wesentlichen von der Qualität der Beschleunigungs- und Drehwinkelsensoren ab. Die kostengünstigen, industriell verfügbaren Sensoren haben leider noch keine ausreichende Qualität der Daten zu verzeichnen.

### **Telemetriedaten**

Auf dem Gebiet der Übertragung von Telemetriedaten konnte mit der Integration der ISM Technik in ein Standard DMR Funkgerät ein wichtiger Meilenstein erreicht werden. Mit dieser Technik ist es nun möglich, Telemetriedaten jeglicher Art von Sensor über eine ISM Datenfunkstrecke (869MHz) zu einem DRM Funkgerät zu senden. Mit der hohen Sendeleistung der DMR Funkgeräte können nun Daten direkt zu einem zweiten Funkgerät gesendet werden oder mittels Repeater- und Relaisdatenfunktechnik über eine große Distanz gesendet werden. So lassen sich einfach mehrere Kilometer Luftstrecke überbrücken. Da die Datenübertragung in einem DMR Funksystem sich schon als IP Netzwerk versteht, kann nun mit einfachen Hilfsmitteln eine Datenfunkkommunikation zwischen einer Einsatzkraft in jeglichem Gelände und einer Zentrale irgendwo auf der Welt hergestellt werden. Voraussetzung ist die Verfügbarkeit von IP Datennetzen in einem Umkreis von bis zu 50 km im Einsatzgebiet. Die Verbindung ist nicht nur in eine Richtung ausgelegt, es können auch Daten von der Einsatzzentrale direkt zu einer Einsatzperson gesendet werden. Dieses könnten Textinformationen aber auch Parameter und Werte für Aktoren sein.

DIN EN ISO 9001:2008	Schlussbericht zum Teilvorhaben ATS	Dokument SB_ATS_08-004
	SAFE	

### ZigBee Ortung mittels Texas Instruments CC2431 und CC2430

Der CC2431 ist eine Erweiterung des CC2430 um die Location Engine. Die Ortung basiert auf einer Messung der Empfangsfeldstärke (RSSI). Es wird ein xy-Raster von 64 m x 64 m „erzeugt“. Die Reference Nodes müssen Ihre xy-Koordinaten innerhalb des Rasters kennen.

Für die Ortung sind mindestens 3 Reference Nodes nötig, die mit einem CC2430 bestückt sein können. Es ist auch möglich, ein CC2431 Modul als Reference Node einzusetzen. Maximal sind 16 Reference Nodes einsetzbar. Der zu ortende Knoten wird als Blind Node bezeichnet und muss ein CC2431 sein.

Die Genauigkeit der Ortung steigt mit steigender Anzahl der Reference Nodes.

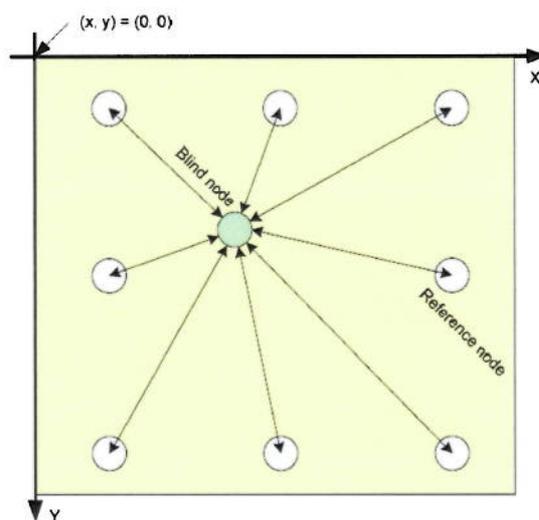


Abbildung 3: Beispiel einer Ortung [2]

Zurzeit ist keine Simple API, wie beim CC2480 verfügbar. Es wäre wünschenswert eine Art „AT-Interface“ für die einfache Integration des CC2430/31 in vorhandene Applikationen zu haben. Es ist nicht geplant einen CC2431 als ZigBee Prozessor zu veröffentlichen<sup>1</sup>.

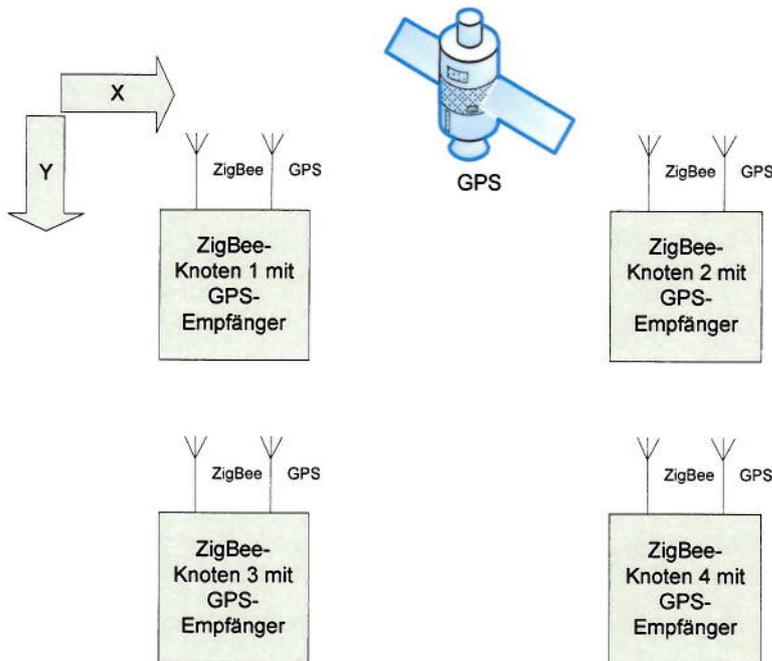
Es ist ein Tool<sup>2</sup> verfügbar mit dem man die xy-Koordinaten in den Reference Nodes speichern kann. Es wird ebenfalls angezeigt, wo sich das Blind Node befindet. Dieses Programm konfiguriert die Knoten direkt über ZigBee, also über die Luftschnittstelle. Die Koordinaten werden an die entsprechenden Reference Nodes gesendet und im EEPROM gespeichert, d.h. bei einem Ausfall der Versorgungsspannung sind die Referenzkoordinaten nicht verloren.

<sup>1</sup> <https://community.ti.com/forums/t/1341.aspx>

<sup>2</sup> Z-Location Engine CC2431

DIN EN ISO 9001:2008	Schlussbericht zum Teilvorhaben ATS	Dokument SB_ATS_08-004
	SAFE	

Die Speicherung der Koordinaten kann auch über eigene Applikationen bewerkstelligt werden. Die Programmierung der Referenzkoordinaten kann also flexibel gehandhabt werden. Es ist dem Entwickler überlassen, wie die Konfiguration ausgeführt wird.



**Abbildung 4: Hybridortung ZigBee und GPS**

#### Auswahl der Eigenschaften des CC2431 / Location Engine

- Eigenes TI ZigBee Profile: Location Profile ID: 0xC003
- Location Range 64 m x 64 m (erweiterbar)
- Genauigkeit der Ortung: maximal 0,25 m (Abhängig von äußern Einflüssen, 3-5 m sind realistischer)
- Zeit bis zur Lokalisierung: 50  $\mu$ s – 13 ms
- 2 D Ortung
- 8051 Mikrocontroller integriert; 128 KB Flash, 8 KB SRAM
- Pinkompatibel mit CC2430
- Programmierbar über ISP
- Stack steht kostenlos nach einer Registrierung zum Download bereit (Quelltext)
- Der Stack läuft innerhalb des CC2430/31
- 21 GPIO's verfügbar (davon zwei High-Drive mit 20 mA Output)
- Verschiedene Low Power Modes verfügbar (min. 0,3  $\mu$ A Stromaufnahme)

DIN EN ISO 9001:2008	Schlussbericht zum Teilvorhaben ATS	Dokument SB_ATS_08-004
	SAFE	

- Blindnode führt die Berechnung der Position durch.

### Zur Lokalisation

Die Location Engine basiert auf einer Messung der Feldstärke. Die Feldstärke wird nach der Gleichung 1 bestimmt.

(1)

Mit

- $n$  Signal Vorhersagekonstante, Vorhersage Exponent
- $d$  Entfernung vom Sender
- $A$  Signalfeldstärke bei einer Entfernung von 1 m

Die Werte für  $n$  und  $A$  wurden empirisch ermittelt (vergl. [2]). Eine Anpassung an die jeweilige Umgebung kann eine Verbesserung der Ortung zur Folge haben.

Der interne Algorithmus ist nicht frei verfügbar. Es ist lediglich der Ablauf einer Lokalisation bekannt (vergl. [8]).

Wenn sich der Blind Node im „Auto Mode“ befindet, dann wird die Blind Node Response automatisch an den Location Dongle mit der Short Address 0x0000 geschickt. Die Blind Node Response enthält u.a. die Positionsdaten des Blind Nodes (s. [2])

DIN EN ISO 9001:2008	Schlussbericht zum Teilvorhaben ATS	Dokument SB_ATS_08-004
	SAFE	

### Kommunikation mit dem Location Dongle

Der Location Dongle kommuniziert über die serielle Schnittstelle mit der Z-Location-Engine Software.

### Idee von TI zur Erweiterung der 2 D Ortung zu einer 3 D Ortung [2]

TI schlägt vor, zu den xy-Koordinaten eine weitere Koordinate hinzuzufügen. Für diese Koordinate z wäre ein Byte ausreichend. Abbildung 5 stellt drei Stockwerke da. Das rote Oval kennzeichnet den Blind Node.

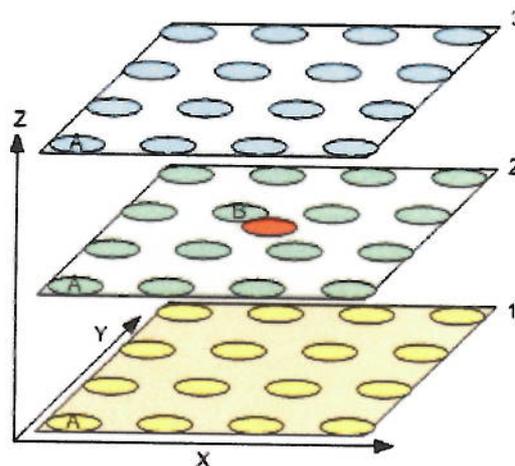


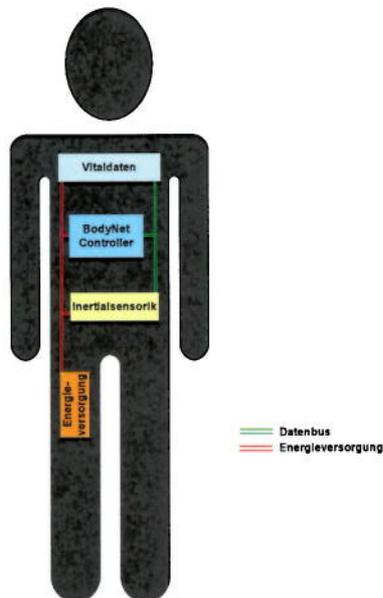
Abbildung 5: Ortung in drei Dimensionen

### Integration der Komponenten in den Anzug (BodyNet)

Die zentrale Steuereinheit im Anzug ist ein Modul mit dem Namen BodyNet Controller. Diese Komponente besteht aus einer Mikrocontroller-Einheit und einem ZigBee Radio. Die Hauptaufgabe des BodyNet Controller besteht aus dem Sammeln und der Vorverarbeitung der Daten der verbauten Sensoren sowie der Verteilung der Daten über das Funknetzwerk zur Einsatzleitung.

Zusätzlich verfügt der BodyNet Controller über die Möglichkeit, eine SD Speicherkarte als Logbuch zu nutzen. Auf die SD Karte werden dann alle wichtigen Ereignisse und Messwerte zur späteren Auswertung gespeichert

DIN EN ISO 9001:2008	Schlussbericht zum Teilvorhaben ATS	Dokument SB_ATS_08-004
	SAFE	



**Abbildung 6: Schematische Darstellung BodyNet**

### Erster Test / Inbetriebnahme

Ein erster Test mit 4 Reference Nodes und einem Blind Node ergab, dass die angegebene Genauigkeit von 3 m - 5 m erreicht werden kann. Die ermittelten Positionsdaten waren aber teilweise grob falsch. Dies könnte auf Störungen und/oder die geringe Anzahl an Reference Nodes zurückzuführen sein. Ähnliche Ergebnisse sind auch durch ein Studentenprojekt an der University of Alabama ermittelt worden [9].

### Indoor Test

- Mit Hilfe eines Spektrum Analysators wurde der Kanal auf mögliche Störungen geprüft, da ein WLAN im gleichen Frequenzbereich die ZigBee Kommunikation stören, oder gänzlich unmöglich machen kann.
- Es wurden Tests mit verschiedener Anzahl von Reference Nodes durchgeführt
- Es wurden Indoor Tests in unterschiedlichen Gebäuden absolviert

### Outdoor Test

- Auch im Outdoor Bereich wurde der Funkkanal mittels Spektrum Analysators überprüft.
- Es wurden Tests mit verschiedener Anzahl von Reference Nodes durchgeführt.



DIN EN ISO 9001:2008	Schlussbericht zum Teilvorhaben ATS	Dokument SB_ATS_08-004
	SAFE	

### **Puls- und Sauerstoffsensor**

Für die Ermittlung von Puls- und Sauerstoff wurden zwei Lösungsansätze verfolgt. Im ersten Lösungsansatz wurde eine Platine mit LEDs unterschiedlicher Wellenlänge und Fototransistor gewählt. Die Platine misst in zyklischen Abständen die Reflektion zweier Wellenlängen auf der Haut und bestimmt daraus Pulsschlag und Sauerstoffsättigung. Als Strahlenquelle werden zwei LEDs unterschiedlicher Wellenlänge verwendet, die direkt auf der Haut sitzen und ins Gewebe einstrahlen. Ein dazu passend angeordneter Fototransistor nimmt die reflektierte Leistung wieder auf und erzeugt damit eine Spannung die über einen AD-Wandler digitalisiert wird. Mittels mathematischer Algorithmen werden daraus Sauerstoffsättigung und Pulsschlag ermittelt. Um eine höhere Betriebssicherheit und eine größere Toleranz beim Anlegen der Sensoren zu gewährleisten, wird ein Array aus Sensoren verwendet. Beim Einschalten werden die Sensoren mit den größten Signalen verwendet und erst bei Signalverlust eine neue Suche durchgeführt.

In zyklischen Abständen ( $\geq$  Messzyklus) werden die ermittelten Werte an eine Zentrale übermittelt. Aus Energiespargründen gibt es keine Dauerverbindung. Es gibt zwei Varianten der Übertragung. Zum einen sendet die im Projekt entwickelte Hardwareapplikation BG-440 mittels eines Funkgerätes ein Datentelegramm zur Zentrale. Sollte dieser Übertragungsweg gestört sein, so wird die Nachricht über nahegelegene Empfänger/Funkgeräte abgesetzt. Dabei ist nicht vorgesehen, dass das Pulsoxymeter eine Quittung empfängt, da es zyklisch die neuen Werte übermittelt.

### **Telemetrie-Leitrechnersystem**

Die Softwareentwicklung des mobilen Leitrechnersystems konnte erfolgreich abgeschlossen und mit den Funktionsmustern des Gesamtsystems demonstriert werden. Mit der entwickelten, auf Microsoft Windows basierenden Software, können Funkgeräte sowohl der TETRA als auch der DMR Technologie eingebunden und gesteuert werden. Ein Fokus bei der Entwicklung wurde auf innovative Oberflächenkonzepte gelegt. So basiert die Software auf der aktuellen Version des Microsoft.Net Framework sowie der Windows Presentation Foundation (WPF) Technologie.

Für die Visualisierung der Ortsdaten wurden die Grundlagen erarbeitet. Hier fiel die Entscheidung auf die Microsoft XNA Technologie, die zur 3D Visualisierung eingesetzt wurde.

DIN EN ISO 9001:2008	Schlussbericht zum Teilvorhaben ATS	Dokument SB_ATS_08-004
	SAFE	

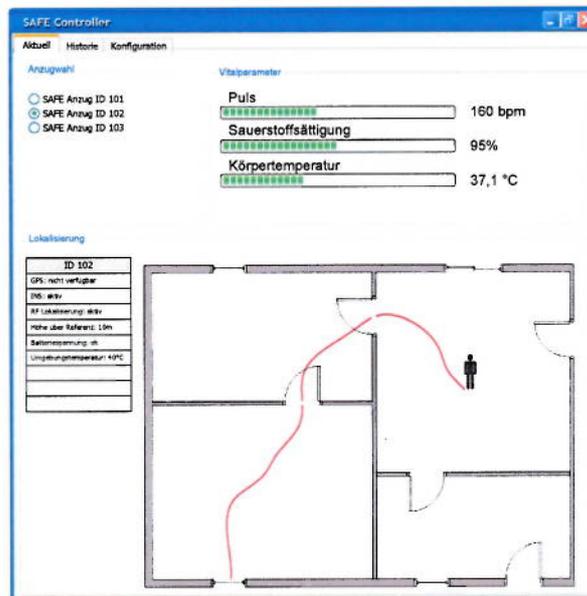


Abbildung 7: Anzeigefenster aus Demonstration Software

## 2.2 Zahlenmäßiger Nachweis

Neben den Personalkosten standen dem Zuwendungsempfänger die nachstehend bewilligten Mittel zur Verfügung:

Kostenart	Material	FE-Fremdleistungen	Reisekosten	Abschreibungen auf vorhabenspezifische Anlagen	Sonstige unmittelbare Vorhabenkosten	Gesamt (ohne Personal)
Betrag in €	25.500,00	57.600,00	8.500,00	51.910,00	7.750,00	151.260,00

Die Kostenansätze der Vorkalkulation wurden mit Ausnahme der nachstehend beschriebenen Besonderheiten in etwa eingehalten.

Die Reisekosten betragen insgesamt € 10.569,58. Die moderate Überschreitung des Kostenansatzes ist im Wesentlichen begründet durch

- die Teilnahme an einem Entwicklerworkshop eines weltweit führenden Herstellers von Kommunikationstechnik in den USA. Dem Unternehmen ATS ist im Verlauf des Projektes die einmalige Möglichkeit geboten worden, Anforderungen und Ziele des Förderprojektes SAFE im Hinblick auf die Endgerätethematik zu präsentieren und Input für die Umsetzung dieser Anforderungen in spätere Generationen von Endgeräten zu geben. Diese nicht vorgeplante Dienstreise wurde beim Projektträger beantragt und im Rahmen des Gesamtbudgets genehmigt.

DIN EN ISO 9001:2008	Schlussbericht zum Teilvorhaben ATS	Dokument SB_ATS_08-004
	SAFE	

- die Teilnahme an einer international besetzten Fachtagung in den USA mit dem Thema „WPI Workshop Precision Indoor Personnel Location and Tracking“. Auch diese nicht vorgeplante Dienstreise wurde beim Projektträger beantragt und im Rahmen des Gesamtbudgets genehmigt.

Die Abschreibungen auf vorhabenspezifische Anlagen wurden nur in Höhe von € 843,66 in Anspruch genommen, d. h. die geplanten Investitionen wurden nicht wie ursprünglich geplant durchgeführt. Die Projektleitung hatte bei Projektstart entschieden, dass die Investitionen erst nach Abschluss der Planungs-, Definitions- und Entwurfsphase vorgenommen werden sollten. Nach dieser Projektphase zeichnete sich bereits ab, dass zur Erreichung der Projektziele unterschiedlich technologische Ansätze verfolgt werden mussten. Daher wollte man die Investitionen erst bei Bedarf vornehmen.

Durch andere Kundenprojekte hatte sich während der Projektlaufzeit für ATS die Möglichkeit ergeben, Laboreinrichtungen dieser Kunden für Zwecke des Projektes SAFE kostenneutral in Anspruch zu nehmen.

Die sonstigen unmittelbaren Vorhabenkosten wurden nicht in Anspruch genommen. Die Planungen gingen davon aus, dass für die zu entwickelnde Hardware auch eine Zulassung nach den Anforderungen der ATEX Richtlinie 94/9/EG durchgeführt werden sollte. Da die Hardware in der Projektlaufzeit aber nur das Stadium eines Funktionsmusters erreicht hatte, sind diese Kosten nicht in Anspruch genommen worden.

## 2.3 Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Der Verlauf der Arbeit im Teilprojekt folgte der im Projektantrag formulierten Planung. Die Koordinierung und Abstimmung der Arbeiten im Verbund erfolgte durch den Verbundkoordinator. Die im Arbeitsplan formulierten Aufgaben wurden erfolgreich bearbeitet und die Meilensteine erreicht. Die Arbeitsergebnisse wurden zu den vorgesehenen Terminen in schriftlichen Zwischenberichten kommuniziert. Die einzelnen Budgetansätze wurden in wesentlichen Teilen eingehalten. Das Gesamtbudget wurde nicht überschritten.

## 2.4 Verwertung der Ergebnisse

Grundsätzlich lassen sich bei der Durchführung des Teilprojektes vier verschiedene Arten von Ergebnissen unterscheiden:

- a. Neues Know-how
- b. Verwertung/Weiterentwicklung der entwickelten Infrastruktur (Funktionsmuster)
- c. Neue Produkte und Dienstleistungen
- d. Folgeaktivitäten

DIN EN ISO 9001:2008	Schlussbericht zum Teilvorhaben ATS	Dokument SB_ATS_08-004
	SAFE	

Durch das neu gewonnene Know-how ergeben sich folgende Verwertungsmöglichkeiten:

- Input für die strategische Planung (z.B. Entwicklung von Sensorsystemen zur Überwachung von gefährdeten Personen)
- Input für die weitere Produktentwicklung
- Zusätzliche Qualifikation für zukünftige Projekte
- Einbringen des Know-hows in bestehende und zukünftige Projekte, Kooperationen, Netzwerke, etc.
- Durchführung von Beratungsleistungen

## 2.5 Gewonnene Fortschrittserkenntnisse bei anderen Stellen

Nach unseren Beobachtungen gab und gibt es in Deutschland, Europa und weltweit Projekte, größtenteils Forschungsprojekte, mit Schnittmengen zu inhaltlichen Aufgaben in unserem Teilvorhaben.

Nach Bewertung der uns zugänglichen Informationen sind wir aber zu dem Ergebnis gekommen, dass alle uns bekannt gewordenen Projekte nicht mit unserer Aufgabenstellung bzw. unserem Gesamtziel vergleichbar sind und diese Arbeiten daher die geplante Veröffentlichung nicht gefährdeten.

Besonders zu erwähnen sind die Erkenntnisse, die aus der Teilnahme an einem Workshop der Worcester Polytechnic Institute, USA, gewonnen wurden. Das Thema lautete „Precision Indoor Personnel Location“ mit dem Schwerpunkt einer Infrastruktur unabhängigen Ortung von Einsatzkräften der Feuerwehr. An diesem Workshop nahmen ca. 140 Teilnehmer aus den Bereichen Industrie, Unternehmen, Polizei, staatliche Einrichtungen und Universitäten teil. Die Teilnehmer kamen im Wesentlichen aus den USA. Referiert wurde über Systeme zur Ortung von Personen in Objekten mit und ohne bestehende Infrastruktur. Von Interesse waren hier insbesondere Systeme, die ohne Infrastruktur auskommen. Wie auch bei unserem Teilprojekt bestanden die vorgestellten Lösungen im Wesentlichen aus den Komponenten Sensorsystem (Beschleunigung, Gyro, Druck, Magnet), Navigationsalgorithmus mit Rechneinheit, Funkübertragungssystem und Visualisierung.

Alle praktisch vorgestellten Studien befanden sich noch im Funktionsmusterstadium und ein Nachweis der praktischen Anwendbarkeit konnte nicht erbracht werden. Auffällig waren hier offensichtlich noch nicht gelöste Probleme mit der Sensorgenauigkeit. Weiterhin fehlte die Anbindung an ein praktikables Kommunikationsmittel/Funkgerät und die Einbindung in ein Gesamtkonzept – wie bei unserem Teilprojekt – war nicht gegeben, d.h. es handelte sich quasi um Insellösungen.

Insgesamt gesehen können die Lösungen daher nicht mit den Gesamtzielen in unserem Teilprojekt verglichen werden und gefährden die geplante Veröffentlichung nicht.

DIN EN ISO 9001:2008	Schlussbericht zum Teilvorhaben ATS	Dokument SB_ATS_08-004
	SAFE	

## 2.6 Veröffentlichungen

### 2.6.1 Patente, angemeldet oder geplant

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden keine Schutzrechtsanmeldungen vorgenommen. Nach derzeitigen Erkenntnisstand sich auch keine solchen Anmeldungen geplant.

### 2.6.2 Erfolgte Veröffentlichungen

in 2008

Darstellung des Verbundprojektes „SAFE“ in der BMBF-Broschüre „Forschung für die zivile Sicherheit – Integrierte Schutzsysteme für Rettungs- und Sicherheitskräfte“

in 2010

- Internetpräsentation des Verbundprojektes „SAFE“ auf der Homepage des Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
- Präsentation des Verbundprojektes auf der Interschutz 2010 in Leipzig

### 2.6.3 Geplante Veröffentlichungen

in 2012

Außer der geplanten Veröffentlichung des Schlussberichts in der Technischen Informationsbibliothek – Deutsche Forschungsberichte –, Hannover (TIB), sind derzeit keine Veröffentlichungen geplant.

DIN EN ISO 9001:2008	Schlussbericht zum Teilvorhaben ATS	Dokument SB_ATS_08-004
	SAFE	

## 3 Anhang

### 3.1 Referenzen

Ref. [1] Gesamtvorhabenbeschreibung SAFE, Endfassung;

Ref. [2] Teilvorhabenbeschreibung: Grundlegende Untersuchung zur Integration intelligenter Telemetrie in Schutzanzügen; Version vom 28.02.2008

### 3.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2: Gesamtsystem als logisches Modell.....	6
Abbildung 3: Beispiel einer Ortung [2].....	12
Abbildung 4: Hybridortung ZigBee und GPS.....	13
Abbildung 5: Ortung in drei Dimensionen.....	15
Abbildung 6: Schematische Darstellung BodyNet.....	16
Abbildung 7: Anzeigefenster aus Demonstration Software.....	18

### 3.3 Abkürzungen und Begriffe

BG	Baugruppe (ATS eigene Hardwareentwicklung)
CAN	Controller Area Network
DGPS	Differential Global Positioning System
DMO	Direct Mode Operation
DMR	Digital Mobile Radio
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
FDS	Functional Design Specification
FR	Functional Requirements (Pflichtenheft)
GPS	Global Positioning System
HMD	Head Mounted Display
INS	Inertial Navigation System
IMU	Inertial Measurement Unit
MMI	Man Machine Interface
NN	Normalnull

DIN EN ISO 9001:2008	Schlussbericht zum Teilvorhaben ATS	Dokument SB_ATS_08-004
	SAFE	

ORD	Operational Requirements Document (Lastenheft)
RF	Radio Frequency
RSSI	Received Signal Strength Indication
SDS	Short Data Service
TETRA	Terrestrial trunked Radio
TMO	Trunked Mode Operation

### 3.4 Internetquellen

	Weblink
<b>Forschung</b>	
FeuerWhere	<a href="http://www.feuerwhere.de">http://www.feuerwhere.de</a>
WearIt@Work	<a href="http://www.wearitatwork.com">http://www.wearitatwork.com</a>
ETH Zürich	<a href="http://www.wearable.ethz.ch/">http://www.wearable.ethz.ch/</a>
Systemx	<a href="http://www.systemx.org">http://www.systemx.org</a>
<b>ZigBee</b>	
ZigBee Alliance	<a href="http://www.zigbee.org">http://www.zigbee.org</a>
Texas Instruments	<a href="http://focus.ti.com/analog/docs/gencontent.tsp?familyId=367&amp;genContentId=24190">http://focus.ti.com/analog/docs/gencontent.tsp?familyId=367&amp;genContentId=24190</a>
<b>Funk</b>	
TETRA Informationen	<a href="http://www.ats-web.de/index.php?id=197">http://www.ats-web.de/index.php?id=197</a>
DMR Informationen	<a href="http://www.ats-web.de/index.php?id=328">http://www.ats-web.de/index.php?id=328</a>
Motorola (TETRA)	<a href="http://www.motorola.com/governmentandenterprise/de/de-de/public/functions/browsesolution/browsesolution.aspx?navigationpath=id_803i">http://www.motorola.com/governmentandenterprise/de/de-de/public/functions/browsesolution/browsesolution.aspx?navigationpath=id_803i</a>
Motorola (DMR)	<a href="http://www.motorola.com/governmentandenterprise/de/de-de/public/functions/browseproduct/transnavone.aspx?navigationpath=id_801i/id_38i">http://www.motorola.com/governmentandenterprise/de/de-de/public/functions/browseproduct/transnavone.aspx?navigationpath=id_801i/id_38i</a>
<b>Hersteller HMDs</b>	
Vuzix	<a href="http://www.vuzix.com/tactical/index.html">http://www.vuzix.com/tactical/index.html</a>
Liteye	<a href="http://www.liteye.com/">http://www.liteye.com/</a>
	<b>Weblink</b>
<b>Hersteller Sensoren</b>	
Citytech (Gas Sensoren)	<a href="http://www.citytech.com/">http://www.citytech.com/</a>
Analog Devices (Gyro- und	<a href="http://www.analog.com/en/mems-and-sensors/products/index.html">http://www.analog.com/en/mems-and-sensors/products/index.html</a>

DIN EN ISO 9001:2008	Schlussbericht zum Teilvorhaben ATS	Dokument SB_ATS_08-004
	SAFE	

Beschleunigungs- sensoren)	
VTI Technologies (Luftdruck Sensoren)	<a href="http://www.vti.fi/en/products/pressure-sensors/">http://www.vti.fi/en/products/pressure-sensors/</a>
STMicroelectronics (Gyro- und Beschleunigungs- sensoren)	<a href="http://www.st.com/stonline/products/families/sensors/motion_sensors.htm">http://www.st.com/stonline/products/families/sensors/motion_sensors.htm</a>

### 3.5 Literaturverzeichnis

- [2] Application Note AN042, CC2431 Location Engine, Texas Instruments, Juli 2007
- [3] Compiler Alternativen <https://community.ti.com/forums/t/124.aspx?PageIndex=1>
- [4] Debuggen mit dem Keil C51 Compiler, <http://www.keil.com/download/docs/365.asp>
- [5] Sensor Network Soccer, Michel, Daniel; Toggenburger, David, Diplomarbeit, 2006  
[http://www.medialab.ch/archiv/pdf\\_studien\\_diplomarbeiten/da06/da2006113\\_SensorNetworkSoccer.pdf](http://www.medialab.ch/archiv/pdf_studien_diplomarbeiten/da06/da2006113_SensorNetworkSoccer.pdf)
- [6] Indoor Local Positioning System for ZigBee, Based on RSSI, Tadamadla, Shashank, Masterarbeit, 2006,  
<http://www.miun.se/upload/Institutioner/STC/PDF/MScThesis/Indoor%20Local%20Positioning%20System%20for%20ZigBee%20based%20on%20RSSI.pdf>
- [7] Location Monitoring with low-cost ZigBee-devices, Norris, Mark, 2006,  
[http://www.zigbee-compotek.de/fileadmin/zigbee-compotek/News/Artikel\\_ECE\\_02-2006.pdf](http://www.zigbee-compotek.de/fileadmin/zigbee-compotek/News/Artikel_ECE_02-2006.pdf)
- [8] CC2431DK Development Kit User Manual Rev. 1.5, Texas Instruments, 5. Juni 2007
- [9] Studentenprojekt an der University of Alabama, Kellar, Ryan , Dezember 2007  
[http://www.ee.duke.edu/~qh/classes/fall2007/ece593/index\\_files/projects/group2/ee593\\_zigbee\\_presentation.pdf](http://www.ee.duke.edu/~qh/classes/fall2007/ece593/index_files/projects/group2/ee593_zigbee_presentation.pdf)



## Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN entfällt	2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung) Schlussbericht
3. Titel Schlussbericht zum Verbundprojekt Semipermeable Anzüge Für Einsatzkräfte (SAFE) – Teilvorhaben: Grundlegende Untersuchung zur Integration intelligenter Telemetrie in Schutzanzügen	
4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)] Schroth, Gerald	5. Abschlussdatum des Vorhabens 31.12.2011
	6. Veröffentlichungsdatum 23.07.2012
	7. Form der Publikation Schlussbericht
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) ATS Elektronik GmbH Albert-Einstein-Str. 3 D-31515 Wunstorf	9. Ber. Nr. Durchführende Institution 1
	10. Förderkennzeichen 13N9810
	11. Seitenzahl 24
12. Fördernde Institution (Name, Adresse)  Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 53170 Bonn	13. Literaturangaben 8
	14. Tabellen 0
	15. Abbildungen 7
16. Zusätzliche Angaben	
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum) VDI Technologiezentrum GmbH, c/o Frau Dr. Reichel, Titel: Semipermeable Anzüge Für Einsatzkräfte-Grundlegende Untersuchung zur Integration intelligenter Telemetrie in Schutzanzügen Ort: 40468 Düsseldorf, VDI-Platz 1 Datum: 23.07.2012	

#### 18. Kurzfassung

Bei Antragstellung basierten zahlreiche Anwendungen zur Ortung von Fahrzeugen oder Personen auf der GPS-Technologie / Satellitennavigation. Technologisch ist die Satellitennavigation beim Einsatz in Gebäuden und insbesondere in Kellerbereichen nicht einsetzbar, da das Satellitensignal nicht oder nur noch gedämpft zu empfangen ist. Alternative Ortungstechnologien setzen eine vorhandene Infrastruktur in den Einsatzbereichen voraus. Mobile, selbstkonfigurierende Infrastrukturen für die Ortung in Gebäuden waren am Markt nicht verfügbar.

Sensoren für die Überwachung von Vitalfunktionen und Umwelteinflüssen im Bereich der Einsatzkräfte wurden im realen Einsatz nicht oder nur vereinzelt eingesetzt. Lösungen, zur Integration intelligenter Telemetrie in Schutzanzügen waren ebenfalls am Markt nicht verfügbar. Technologisch existierten verschiedene proprietäre Lösungen, die aber keine allgemeine Anwendung zuließen.

Das Ziel des Teilvorhabens war eine umfangreiche Evaluierung und Erforschung der technischen Möglichkeiten einer deutlichen Verbesserung der Schutzmechanismen für Einsatzpersonal von Feuerwehr, Rettungsdiensten und andere Personen der zivilen und nichtzivilen Sicherheit. Insbesondere die Überwachung von Vitalparametern wie Herzrhythmus, Sauerstoffgehalt im Blut, Körpertemperatur, Außentemperatur, schädliche Gase im Bereich zwischen Schutzkleidung und Körperoberfläche sowie eine genaue Ortung der Personen im Einsatzgebiet, waren die Hauptziele des Vorhabens.

Die Projektlaufzeit des Verbundvorhabens betrug 36 Monate und wurde kostenneutral um weitere 8 Monate verlängert.

Im Konsortium wurden insgesamt 5 Teilprojekte definiert, die jeweils federführend von einem Partner nacheinander bzw. zum Teil auch parallel bearbeitet wurde. Unser Teilvorhaben wurde in die Teilprojekte 3D-Ortungssystem, Telemetrie im Schutzanzug und Telemetrie-Leitrechnersystem im Einsatzleitwagen aufgeteilt. Insgesamt wurden von uns im Konsortium siebzehn Arbeitspakete bearbeitet. Auf Grundlage der geplanten Arbeitspakete und des Lastenheftes wurden zu unterschiedlichen Technologien Funktionsmuster entwickelt um die in der Praxis geforderten Anforderungen nachzuweisen. Im Rahmen der Arbeitsplanung wurden zu einzelnen Themenfeldern Arbeitsgruppen der Verbundpartner gebildet. ATS wirkte in der „Technikgruppe“ mit.

Es wurden unterschiedliche Ansätze hinsichtlich der Lokalisierung von Einsatzkräften innerhalb von Gebäuden verfolgt. Technologieansätze waren u.a. die funkbasierende ZigBee Technologie, die Funkpeilung nach dem Doppler-Prinzip und eines Inertial Navigation Systems auf Basis einer Inertial Measurement Unit. Insbesondere mit dem INS System wurden vielversprechende Fortschritte gemacht. Eine abschließende Beurteilung der Eignung dieser Technologie kann nicht abgegeben werden, da zum Projektende noch nicht alle Arbeitspakete abgeschlossen werden konnten. Hinsichtlich des Teilprojektes Telemetrie im Schutzanzug wurden verschiedene Sensoren für Vital- und Umweltdaten verbaut und als zentrale Steuereinheit über einen neu entwickelten BodyNet Controller vernetzt. Die grundsätzliche Funktion der Lösung konnte nachgewiesen werden. Während der Projektlaufzeit nicht abschließend gelöst werden konnten die Anforderungen hinsichtlich der Miniaturisierung der verbauten Komponenten und die Nutzung von leitfähigen Garnen als Datenleitungsersatz.

Hinsichtlich der 3D-Ortung ohne bestehende Infrastruktur innerhalb von Gebäuden erscheint der Ansatz zur Verwendung eines INS in naher Zukunft erfolversprechende Ergebnisse zu erzielen. Derzeit ist die Genauigkeit der am Markt verfügbaren Sensoren nicht ausreichend; an Weiterentwicklungen wird derzeit von der Industrie gearbeitet.

Die Integration der Sensorik für Vital- und Umweltparameter sowie der Telemetrie in den Schutzanzug ist durch Funktionsmuster demonstriert worden. Für den Einsatz in der Praxis bzw. einer Standardisierung ist eine Weiterentwicklung erforderlich.

#### 19. Schlagwörter

Telemetrie, Schutzanzug, Vitalsensorik, BodyNet, 3D- Ortung

20. Verlag  
entfällt

21. Preis  
entfällt

## Document Control Sheet

1. ISBN or ISSN None	2. type of document (e.g. report, publication) Final report
3. title Final Report: Project „SAFE“: Semipermeable Protective Clothes for Emergency and Civil Protection Forces (Semipermeable Anzüge Für Einsatzkräfte) Project Part (Teilvorhaben): Basic analysis for integration of intelligent telemetry in protective suits (Grundlegende Untersuchung zur Integration intelligenter Telemetrie in Schutzanzügen)	
4. author(s) (family name, first name(s)) Schroth, Gerald	5. end of project 31 December 2011
	6. publication date 23 July 2012
	7. form of publication Final report
8. performing organization(s) (name, address) ATS Elektronik GmbH Albert-Einstein-Str.3 D-31515 Wunstorf	9. originator's report no. 1
	10. reference no. 13N9810
	11. no. of pages 24
12. sponsoring agency (name, address)  Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 53170 Bonn	13. no. of references 8
	14. no. of tables 0
	15. no. of figures 7
16. supplementary notes None	
17. presented at (title, place, date) VDI Technologiezentrum GmbH, c/o Frau Dr. Reichel, Titel: Semipermeable Anzüge Für Einsatzkräfte-Grundlegende Untersuchung zur Integration intelligenter Telemetrie in Schutzanzügen Place: 40468 Düsseldorf, VDI-Platz 1 Date: 23.07.2012	
18. abstract Objective of the partial project had been an extensive evaluation and investigation of the technical capabilities regarding a considerable improvement of the protection measures for action force of fire brigades, emergency services and other persons of civilian and non-civilian security. Main objects of the project were particularly monitoring of vital parameters such as cardiac activity, oxygen content in the blood, body temperature, ambient temperature, harmful gases between protective clothing and body surface area as well as a precise localization of persons in the operational area. For implementation of the partial project three partial schemes had been established on basis of the scheduled work packages. 1. 3D positioning system 2. Telemetry in protective clothing 3. Master computer system Telemetry in operations management. In order to prove the requirements requested in practice, evaluation models on different technologic rudiments have been developed on basis of the scheduled work packages as well as the product requirements specification (ORD). During life span of the project the basic function of the solutions for the individual partial projects could be proven. But for operation in the field the solutions have to be developed further. A precise indoor localization without existing infrastructure cannot be achieved with the actual available technology.	
19. keywords Telemetry, protection, clothes, body net, indoor location	
20. publisher n/a	21. price n/a