



Fraunhofer

FKIE

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR
KOMMUNIKATION, INFORMATIONSPERARBEITUNG UND ERGONOMIE FKIE



JAHRESBERICHT

2010

VORWORT



Es ist uns eine besondere Freude, Ihnen in diesem Jahresbericht einen Blick auf die Arbeiten unseres Instituts zu ermöglichen. Erstmals veröffentlichen wir diesen Bericht für ein breiteres Publikum. Wir wollen Ihnen, liebe Leser, damit einen fokussierten Blick auf ausgewählte Highlights unserer Forschung im Jahr 2010 geben, die gleichermaßen die inhaltliche Breite wie die fachliche Tiefe unseres Instituts dokumentieren.

Das Jahr 2010 war für das Fraunhofer FKIE ein Jahr des Um- und Aufbruchs. Nach der erfolgreichen Integration in die Fraunhofer-Gesellschaft im Jahr zuvor übernahm im Juli Prof. Dr. Peter Martini die Institutsleitung; Stellvertreter ist weiterhin Prof. Dr. Christopher Schlick.

Wir danken Prof. Dr. Jürgen Grosche für mehr als 20 Jahre, in denen er das Fraunhofer FKIE geprägt und zu einem schlagkräftigen Institut geformt hat, das insbesondere im Bereich der Vernetzten Operationsführung national wie international die Forschung mitgestaltet und viele Innovationen hervorbringt.

Auch heute gehen wir diesen Weg konsequent weiter. Wir legen größten Wert darauf, der Bundeswehr ein kompetenter und unabhängiger Berater in Forschungs- und Technologiefragen zu sein. Gleichzeitig erforschen wir als Partner von Industrie und Wissenschaft innovative Technologien, die Menschen im Einsatz nützen und immer auch vom Einsatz her gedacht sind. Die zahlreichen in diesem Bericht vorgestellten Projekte zeigen, dass dies der richtige Weg ist.

Neben unseren bestehenden Stärken haben wir 2010 einen weiteren inhaltlichen Schwerpunkt ausgebaut, den Bereich Cyber Defense (CD). Dieses Thema ist von höchster strategischer Bedeutung, da es bereits heute große Gefährdungen von PC-Nutzern und militärischen Netzen,

z. B. durch Computer-Würmer und Trojaner, gibt. Das Fraunhofer FKIE entwickelt schon seit Jahren Technologien, um diese Bedrohungen zu bekämpfen. Seit 2010 bündelt die neue Forschungsgruppe Cyber Defense (CD) diese Kompetenzen. Dieser Bereich steht exemplarisch für das hohe Dual-Use-Potenzial unserer Forschung, betreffen doch die Auswirkungen von Cyberangriffen den zivilen wie militärischen Sektor gleichermaßen.

Deutlich verstärkt wurde auch die Anbindung an die Universitäten Bonn und Aachen. Dem Fraunhofer-Modell entsprechend ist der neue Institutsleiter gleichzeitig Lehrstuhlinhaber für Kommunikation und Verteilte Systeme an der Universität Bonn. Sein Stellvertreter ist Institutsleiter an der RWTH Aachen und hat den Lehrstuhl für Arbeitswissenschaft inne.

Abschließend möchten wir den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Instituts unseren besonderen Dank aussprechen. Sie haben durch ihre vielfältigen Ideen und ihr vorbildliches Engagement ganz wesentlich zur qualitativen und quantitativen Entwicklung des Instituts im Berichtsjahr beigetragen. Nicht nur mit beeindruckenden wissenschaftlichen Beiträgen und der Entwicklung von wegweisenden Technologien, sondern auch mit ihrem hohen Einsatz bei der Bereitstellung der erforderlichen Infrastruktur in Verwaltung und Technik machen sie unsere Erfolge erst möglich.

Prof. Dr. Peter Martini
Institutsleiter

Prof. Dr. Christopher Schlick
Stellv. Institutsleiter

INHALTSVERZEICHNIS

| | |
|----|--|
| 3 | ÜBERBLICK |
| 3 | Vorwort |
| 6 | Fraunhofer FKIE im Profil – Mit Hightech Menschen im Einsatz unterstützen |
| 10 | Ansprechpartner im Fraunhofer FKIE |
| 12 | SENSORDATEN- UND INFORMATIONSFUSION |
| 12 | HAMLET – Datenströme verdichten, Gefahren erkennen |
| 16 | MAJIC – Optimierung der Multinationalen Bodenüberwachung |
| 18 | Der sehende Peiler – Verknüpfung von Vorteilen |
| 20 | KOMMUNIKATIONSSYSTEME |
| 20 | MANETS – Gesicherte Kommunikation ist lebensrettend |
| 22 | Software Defined Radio – Schlüsseltechnologie für vernetzte Führungsfähigkeit |
| 24 | CON SIS – Neue serviceorientierte Architektur |
| 26 | INFORMATIONSTECHNIK FÜR FÜHRUNGSSYSTEME |
| 26 | BML – Multinationale und systemübergreifende Interoperabilität |
| 28 | MIP – Multilateral Interoperability Programme verbessert Zusammenarbeit im Einsatz |
| 30 | Einsatzmeldewesen der Bundeswehr – Vom Einsatz her denken |

32 MENSCH-MASCHINE-SYSTEMTECHNIK

- 32 GeBAW – Richtig handeln in Gefahrensituationen
- 34 SMT – Mehr Sicherheit für die Seeschifffahrt
- 36 SAGZA – Verbesserte Missionsplanung mit 3-D-Objektmodellen

38 HUMAN FACTORS

- 38 TEKONOS – Expertenhilfe durch Telekooperation
- 40 ARmS – Schafft Bewusstsein, nicht nur Bilder

42 UNBEMANNTE SYSTEME

- 42 RoboGasInspector sorgt für Sicherheit
- 44 ManiPuR – Roboter zum Schutz des Menschen

48 CYBER DEFENSE

- 48 FACHA – Sicherheit für die Kommunikation der Zukunft
- 50 OSKAR – Sichere Kommunikation in Gruppen
- 52 RITA – Gefahren erkennen und abwehren

54 AUS DEM INSTITUT

- 54 Aus dem Institut
- 56 Fraunhofer – Gesellschaft
- 58 Das Kuratorium

60 ANHANG STATISTIK

- 60 Wissenschaftliche Berichte
- 62 Ausgewählte Veröffentlichungen
- 68 Tätigkeiten in Gremien der Nato

70 IMPRESSUM

ÜBERBLICK



MIT HIGHTECH MENSCHEN IM EINSATZ UNTERSTÜTZEN

Das Fraunhofer-Institut für Kommunikation, Informationsverarbeitung und Ergonomie FKIE betreibt Forschung für Verteidigung, Sicherheit und Krisenreaktion. Stets geht es dabei um die Entwicklung und Verbesserung von Technologien zur Erkennung, Aufklärung und Abwehr von Gefahren – zu Boden, zu Wasser und in der Luft. So entstehen Konzepte und moderne Informations- und Kommunikationssysteme, die ein gemeinsames Ziel verfolgen: Menschen im Einsatz zu unterstützen.

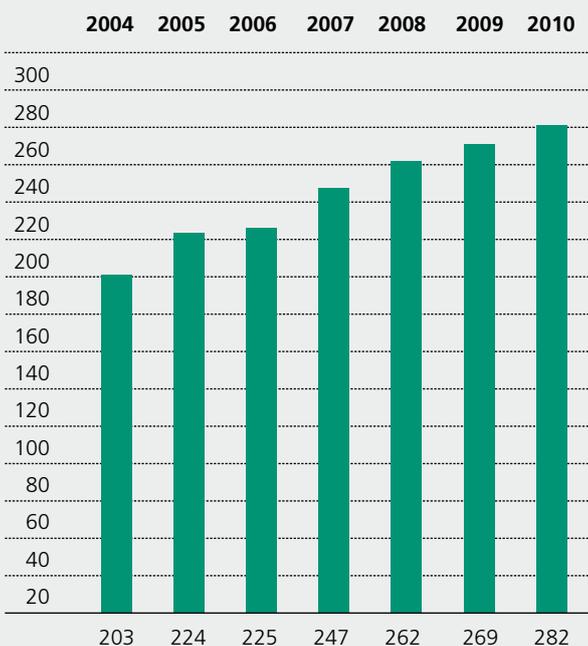
Fraunhofer FKIE im Profil

Als Forschungsinstitut arbeitet das Fraunhofer FKIE für die Bundeswehr, zivile Sicherheitsbehörden und die Industrie. Sicherheitsrelevante Technologien und die Verbesserung der wehrtechnischen Systeme zur Vernetzten Operationsführung NetOpFü stehen im Mittelpunkt. Informationen gewinnen, übertragen, verarbeiten, darstellen und schützen – dies sind die Kernaufgaben des Fraunhofer FKIE. Der Erfüllung dieser Aufgaben dienen Führungsinformationssysteme, die ein exaktes Lagebild erstellen, indem sie die Verarbeitungskette vollständig abdecken. Wissensbasierte Assistenzsysteme, die komplexe Informationen und Kontextwissen verknüpfen und

visualisieren, unterstützen Entscheidungen im militärischen Führungsprozess. Eigens entwickelte Schnittstellen sowie Verfahren der Augmented Reality fördern die schnelle und sichere Kommunikation zwischen Mensch und Technik.

Die Spezialisierung auf die Entwicklung innovativer Technologien für wehrtechnische Systeme im Bereich Kommunikationsnetze, Informationsverarbeitung und Ergonomie kommt auch einer Vielzahl ziviler Anwendungen zugute. Die Nutzung von Synergieeffekten zwischen militärischer und ziviler Welt beschreibt den vom Fraunhofer FKIE gelebten »Dual-Use« Ansatz. Wichtigster Auftraggeber des Fraunhofer FKIE ist das Bundesministerium für Verteidigung, das auch für die Grundfinanzierung des Instituts sorgt. Das Fraunhofer FKIE kooperiert in einem ausgewählten Spektrum mit anderen Forschungseinrichtungen auf nationaler und internationaler Ebene. Das Institut ist eingebunden in die Forschungsorganisationen der NATO und der Europäischen Union. Darüber hinaus arbeitet das Fraunhofer FKIE mit zahlreichen Universitäten und industriellen Partnern zusammen. Am Fraunhofer FKIE arbeiten fast 300 Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen in Wachtberg und Bonn. Der Etat im Jahr 2010 betrug ungefähr 20 Mio €.

Fraunhofer FKIE: Entwicklung der Mitarbeiterzahlen 2004 – 2010



Die Marschrichtung lautet Anwendungsorientierung

Die Forschungsarbeit des Fraunhofer FKIE unterteilt sich in sieben hoch spezialisierte Abteilungen und Forschungsgruppen, wobei je nach Anforderung Projektteams interdisziplinär zusammengestellt werden. Allen gemein ist die hohe Anwendungs- und Kundenorientierung. Der Ankerpunkt jeder Projektidee bildet somit den Nutzen eines Systems im Einsatz. Die Forschungsergebnisse stützen sich auf selbst entwickelte Algorithmen und ausführliche Simulationsuntersuchungen, die Praxistauglichkeit wird an Demonstratoren erprobt und mit dem Auftraggeber eng abgestimmt. So entstehen in kürzester Zeit lauffähige Prototypen und nutzbringende Anwendungen.

Die sieben Abteilungen und Forschungsgruppen im Überblick

■ SENSORDATEN- UND INFORMATIONSFUSION / SDF Kognitive Tools für intelligenten Überblick

Angesichts aktueller Sicherheitsanforderungen stößt der Mensch an die natürlichen Grenzen seines Wahrnehmungsspektrums und seiner Konzentrationsfähigkeit. Moderne, multisensorielle Aufklärungssysteme helfen, die Sensordaten und Informationen auszuwerten und zu handhabbarem »Wissen« zu verdichten. Hier spricht man von Datenfusion, die als ingenieurwissenschaftliche Disziplin das Ziel verfolgt, die menschliche Verknüpfungsleistung, etwa unterschiedlicher Sinneswahrnehmungen mit Erfahrungen oder Mitteilungen, zu verstehen, zu automatisieren und durch leistungsfähige Algorithmen zu steigern und neue Informationsquellen einzubeziehen.

■ KOMMUNIKATIONSSYSTEME / KOM Unter allen Umständen zuverlässig kommunizieren

Ziel der Forschungsabteilung Kommunikationssysteme ist die Schaffung zuverlässiger und sicherer Verbindungen, denn in Krisen- und Bedrohungslagen ist der reibungslose Informationsaustausch zwischen den Einsatzkräften entscheidend. Um selbst unter widrigen Kommunikationsbedingungen eine robuste Informationsübertragung sicherzustellen, bedarf es eines ganzheitlichen Forschungsansatzes: Dieser reicht von den elementaren physikalischen Eigenschaften der Funkwellenausbreitung über Modulations- und Multiplexverfahren bis hin zu höheren Protokollschichten und Netzmanagement.

■ INFORMATIONSTECHNIK FÜR FÜHRUNGSSYSTEME / ITF Damit alle Einsatzkräfte im Bilde sind

Einen Forschungsschwerpunkt bilden seit Jahren Verfahren und Technologien zur Erzeugung eines einheitlichen und aktuellen Lagebildes. Dies dient für alle beteiligten Einsatzkräfte als Grundlage für die Beurteilung einer Situation und ermöglicht adäquate Handlungsentscheidungen. Die Anforderungen an solche Systeme sind hoch, müssen sie doch über Sprach- und Systemgrenzen hinaus funktionieren und den situationsangepassten Informationsaustausch mit dynamisch wechselnden Partnern ad hoc unterstützen. Die dazu gehörenden Führungsinformations- und Assistenzsysteme werden mit Blick auf diese Anforderungen entwickelt und in Feldversuchen geprüft. Auch im zivilen Umfeld, etwa nach Naturkatastrophen, können sie Krisenreaktionskräfte bei der Planung und Durchführung ihrer Einsätze unterstützen.

■ MENSCH-MASCHINE-SYSTEMTECHNIK / MMS Mensch und Technik systemisch integrieren

In Gefahren- und Stresssituationen steigt der Anspruch an hochkomplexe Technologien vor allem im Hinblick auf ihre einfache und intuitive Bedienbarkeit. Die Forschungsgruppe Mensch-Maschine-Systemtechnik hat sich darauf spezialisiert, komplexe Lagebilder und Führungsprozesse für den Menschen möglichst eindeutig und transparent darzustellen. Die Betrachtung von Mensch und Technik als Einheit und die Zusammenführung in einem flexiblen Mensch-Maschine-System gewährleistet die effektive Interaktion der Akteure.

■ HUMAN FACTORS / HF

Technologie an den Menschen anpassen

Der Umgang mit komplexen technischen Systemen nimmt bei der Bundeswehr immer weiter zu. Informationen müssen an verteilten Standorten auch für den einzelnen Soldaten verfügbar sein. Hierzu können moderne mobile IT-Systeme eingesetzt werden. Ergonomische Systeme tragen hier nicht nur zur Leistungsoptimierung bei, sondern können essenziell für den Schutz von Leib und Leben sein.

Ziel ist die einfache und intuitive Handhabung von Technik auch unter schwierigsten Bedingungen im Einsatz. Die Forschung rund um die mobile Mensch-Computer-Interaktion umfasst Technologien der Menschmodellierung, der virtuellen Simulation oder der Augmented Reality, also der technologischen Anreicherung der Realität um Zusatzinformationen. Mithilfe von Versuchsteilnehmern werden die Annahmen empirisch untersucht und Ergebnisse evaluiert. Ein besonderer Fokus liegt auf innovativen Verfahren zur Informationsübermittlung bei der Telearbeit und -kooperation.

■ UNBEMANNTE SYSTEME / US

Funktionieren, wo es für Menschen zu gefährlich ist

Dort, wo es für Menschen eine zu große Gefahr bedeuten würde, selbst tätig zu werden, unterstützen mobile Roboter etwa beim Aufspüren giftiger Substanzen in Industrieanlagen oder beim Aufbau eines Kommunikationsnetzes in einem Krisengebiet. Die Forschungsgruppe Unbemannte Systeme schafft dafür die technischen Grundlagen und sichert zudem die einfachere und intuitivere Handhabung komplexer Mehrrobotersysteme.

Mit Assistenzfunktionen sowie Koordinationsverfahren geht das Fraunhofer FKIE das Thema auf zwei Ebenen an. Hier entstehen Algorithmen, die Sensordaten verarbeiten, Vorgänge automatisieren und Handlungsvorschläge generieren, so dass die Operateure Entlastung erfahren und sowohl die Grundlage als auch die Freiräume für essenzielle Entscheidungen gewinnen.

■ CYBER DEFENSE / CD

Virtuelle Sicherheit mit handfestem Nutzen

Die digitale Vernetzung birgt viele Risiken. Dazu zählen auch Angriffe im virtuellen Raum. Die dagegen notwendigen Verteidigungsstrategien entwickelt die Forschungsgruppe Cyber Defense. Hier werden die Vertrauenswürdigkeit von Computersystemen und -netzen beurteilt, Gefährdungspotenziale abgeschätzt, Ursachen für Cyber-Angriffe analysiert und entsprechende leistungsfähige Warn- und Schutzmechanismen entwickelt.

Das oberste Ziel lautet: Entscheidungsträgern in allen Bereichen netzbasierter Aufklärung und Operationsführung konkrete Unterstützung in Sachen IT-Sicherheit zu bieten: Etwas, das auch Wirtschaftsunternehmen immer häufiger nachfragen.

Das Portfolio von Cyber Defense bietet einerseits technische Lösungen und Studien, inklusive Anforderungsanalysen, Machbarkeitsstudien und anwendungsorientierte Demonstratoren. Andererseits profitieren die Auftraggeber von Dienstleistungen, in Form von Schulungen oder unabhängigen wissenschaftlich-technischen Projektbegleitungen, Gutachten und Untersuchungen.

ANSPRECHPARTNER IM FRAUNHOFER FKIE

Institutsleiter

Prof. Dr. Peter Martini
Telefon 0228 9435-287
peter.martini@fkie.fraunhofer.de



Abteilungsleiter
Sensordaten-
und Informationsfusion

Priv.-Doz. Dr. Wolfgang Koch
Telefon 0228 9435-373
wolfgang.koch@fkie.fraunhofer.de

Ortung und Navigation

Weiträumige Überwachung

Bedrohungserkennung



Abteilungsleiter
Kommunikationssysteme

Dr. Markus Antweiler
Telefon 0228 9435-811
markus.antweiler@fkie.fraunhofer.de

Aufklärung und Störung

Software Defined Radio

Robuste heterogene Netze



Abteilungsleiter
Informationstechnik
für Führungssysteme

Dr. Michael Wunder
Telefon 0228 9435-511
michael.wunder@fkie.fraunhofer.de

Verteilte
Führungsinformationssysteme

Wissensmanagement und
Assistenzsysteme

Wissensbasierte
Informationsanalyse



Forschungsgruppenleiter
Cyber Defense

Dr. Jens Tölle
Telefon 0228 9435-513
jens.toelle@fkie.fraunhofer.de



Stellv. Institutsleiter

Prof. Dr. Christopher Schlick
Telefon 0228 9435-287
christopher.schlick@fkie.fraunhofer.de



Forschungsgruppenleiterin
Mensch-Maschine-
Systemtechnik

Annette Kaster
Telefon 0228 9435-492
annette.kaster@fkie.fraunhofer.de



Forschungsgruppenleiter
Human Factors

Dr. Thomas Alexander
Telefon 0228 9435-480
thomas.alexander@fkie.fraunhofer.de

Systemtechnik

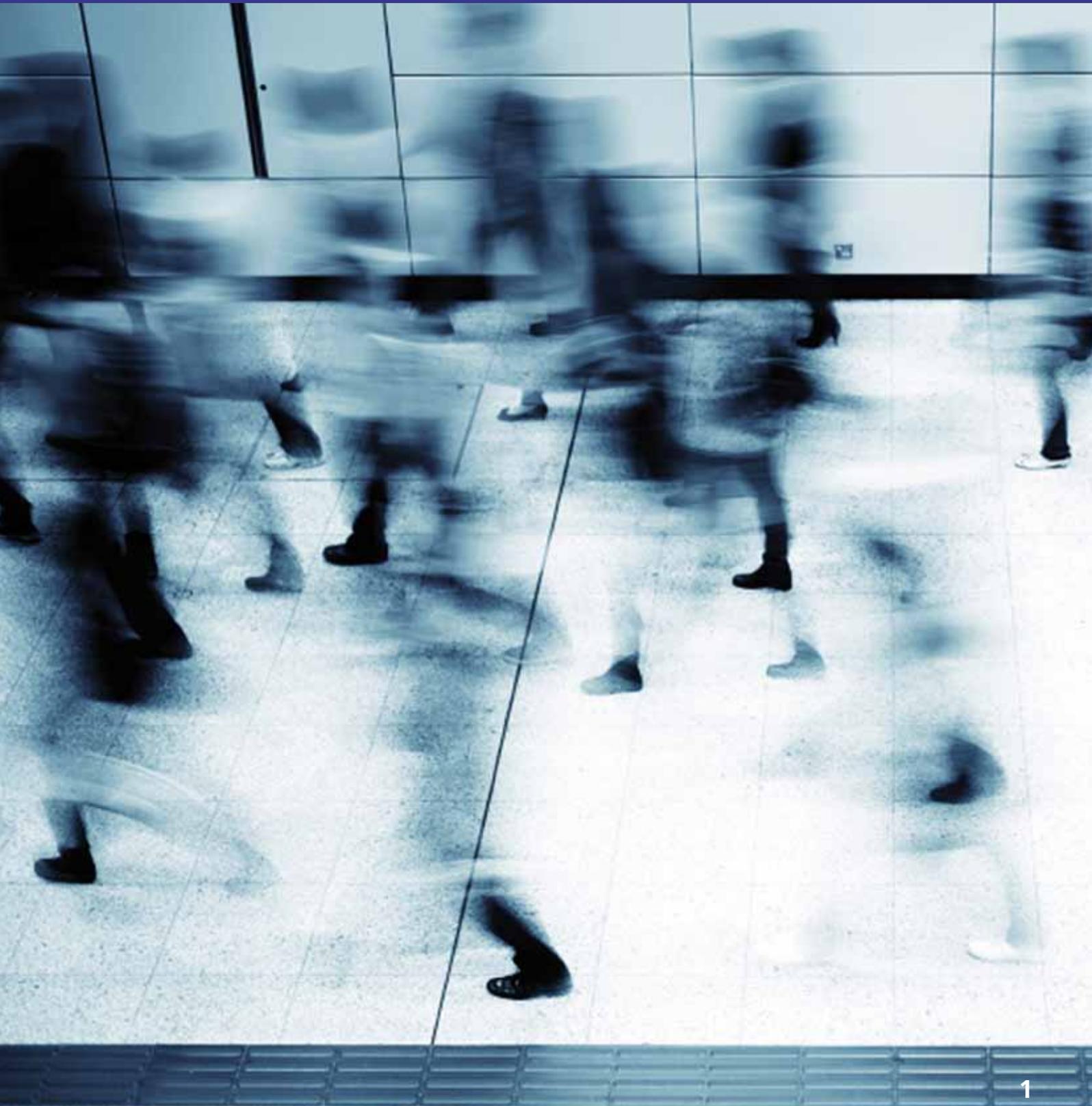
Human Factors



Forschungsgruppenleiter
Unbemannte Systeme

Dr. Dirk Schulz
Telefon 0228 9435-483
dirk.schulz@fkie.fraunhofer.de

SENSORDATEN- UND
INFORMATIONSFUSION



HAMLET – DATENSTRÖME VERDICHTEN, GEFAHREN ERKENNEN

Militärische Aufklärungssysteme arbeiten räumlich verteilt und mobil im vernetzten Verbund. Sie liefern Datenströme mit einsatzwichtigen Informationen. Personenströme in der Nähe potenzieller terroristischer Anschlagssziele sind meist nur eine Menge harmloser Menschen auf dem Weg zur Arbeit oder zum Einkaufen. Es gilt auf Basis der registrierten Datenströme genau den Einen zu finden, von dem eine Bedrohung ausgeht.

Angesichts der heutigen Sicherheitsaufgaben und der Flut erfasster Daten stößt der Mensch an die natürlichen Grenzen seines Wahrnehmungsspektrums. Er ist auf moderne, multisensorielle Aufklärungssysteme angewiesen, die Sensordaten und Informationen aus Datenbanken auswerten und zu handhabbarem »Wissen« verdichten – sie »fusionieren«. Nur auf diese Weise gewinnen die handelnden Menschen ein umfassendes Situationsbewusstsein und damit eine verlässliche Grundlage für ihre Entscheidungen.

Die Abteilung Sensordaten- und Informationsfusion des Fraunhofer FKIE erforscht neue Wege zur Datenverknüpfung durch die Entwicklung leistungsfähiger Algorithmen. Betrachtet werden dabei Sensoren, die neue Wahrnehmungsdimensionen erschließen, beziehungsweise Netze dieser Sensoren, Datenbanken mit Hintergrundinformationen und nicht zuletzt die Interaktion mit Menschen und ihrem Erfahrungswissen. Die zu fusionierenden Daten sind jedoch in der Regel ungenau, unvollständig, teilweise veraltet oder manchmal sogar widersprüchlich. Die Herausforderung besteht darin, mit intelligenten Algorithmen auch aus solchen Daten hochwertige Informationen zu extrahieren. Fusionssysteme sind daher gewissermaßen »kognitive Tools«, die unsere Wahrnehmungsfähigkeit ebenso steigern können wie konventionelle Werkzeuge unsere physischen Kräfte.

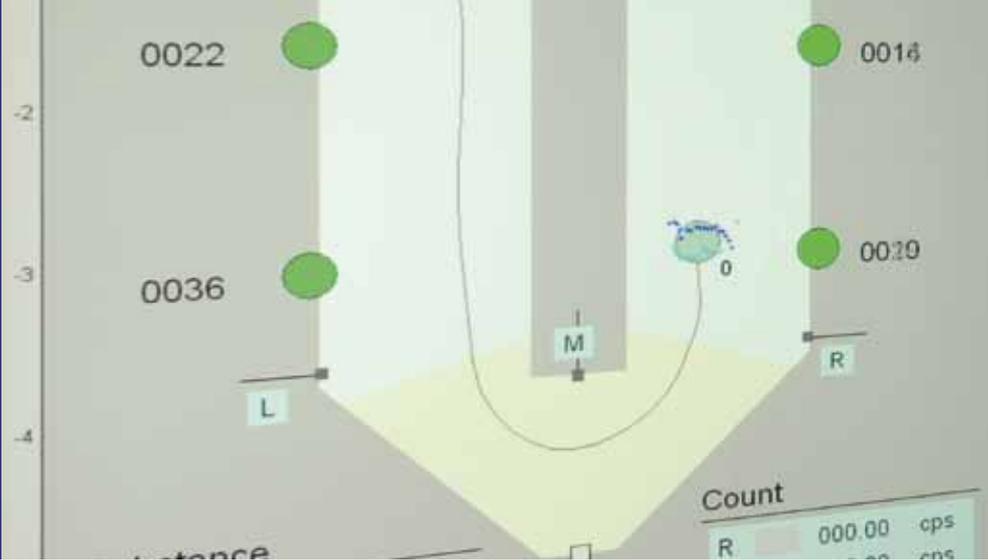
Terroristen aufgeschnüffelt

Hunderte von Menschen drängen sich am Flughafen durch den langen Korridor zwischen Terminal A und B. Unter die Menge haben sich zwei Terroristen gemischt. In ihren Jackentaschen tragen sie Behälter mit Chemikalien – vielleicht Einzelkomponenten für einen Sprengstoff. Was die Kriminellen nicht ahnen: Sie werden nicht nur von Kameras beobachtet, sondern auch von Sensoren erwittert. Die »chemischen Nasen« sind hinter der Korridorwand versteckt. Gehen die Terroristen daran vorbei, schlägt der Geruchssensor Alarm. Ein Wachtposten sieht die Warnung auf einem Überwachungsschirm. Zum jetzigen Zeitpunkt kann er zwar noch nicht bestimmen, welche der Personen gefährliche Chemikalien bei sich haben, doch das Sensorennetzwerk nimmt die Fährte auf und schnüffelt den Verdächtigen hinterher.

1 *Personenströme
erfordern ein umfassendes
Situationsbewusstsein zur
Gefahrenerkennung.*

SENSORDATEN- UND
INFORMATIONSFUSION





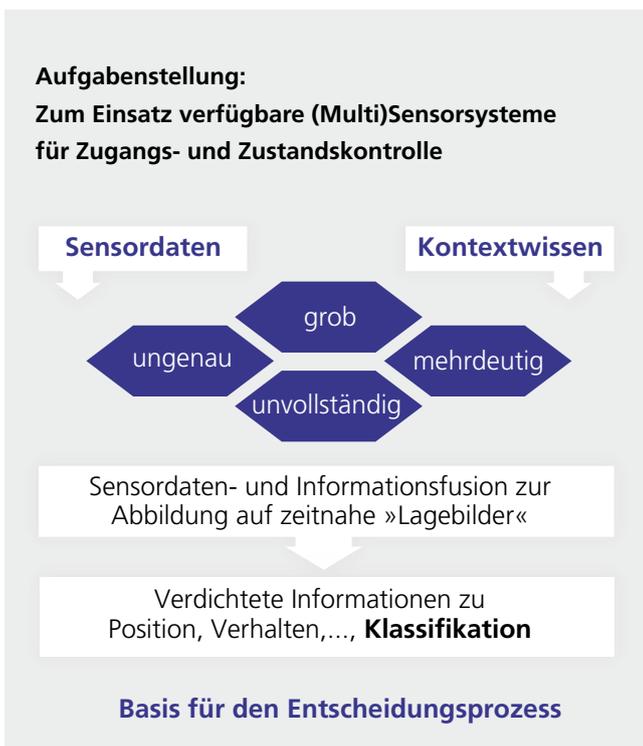
Dieses Szenario haben Forscher des Fraunhofer FKIE mit Hilfe eines Prototyps jetzt nachgestellt.

Im Projekt HAMLeT (Hazardous Material Localization and Person Tracking) verfolgt ein Netzwerk aus hochempfindlichen Geruchssensoren die Spur des Sprengstoffs: Auf den Chips der Sensoren befinden sich z. B. Schwingquarze. Diese »elektronischen Nasen« fangen chemische Moleküle ein und verändern dabei ihre Schwingfrequenz – für jede Substanz in einer charakteristischen Art und Weise. Doch HAMLeT besteht aus einer weiteren wichtigen Komponente: Die Sensordatenfusion sorgt dafür, dass die Spur des Sprengstoffs mit der richtigen Person in Verbindung gebracht wird. Deshalb ist ein zweites Sensornetzwerk notwendig, das den Weg der Personen nachvollzieht. Dafür verwenden die Forscher Laserscanner, die ermitteln, wann und wo sich eine Person

aufgehalten hat. Hinter der Sensordatenfusion stecken komplexe und hoch komplizierte Algorithmen. HAMLeT liefert so ein genaues Abbild der Personenströme und ordnet den Personen ihren Geruch zu.

Das Fraunhofer FKIE führt dieses Forschungsprojekt mit ihren Partnern an der Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, der Universität Bonn, der Bundeswehr und anderen Kollegen durch. Auf diese Weise ist es den Forschern am Fraunhofer FKIE bereits gelungen, bei einem Bundeswehrversuch fünf »Terroristen« mit verstecktem Sprengstoff zu entlarven.

Aktuell führen die Forscher Gespräche mit potenziellen großen Industriepartnern, um den bisher entwickelten Forschungsdemonstrator in einen Prototyp zu überführen und zur Industriereife zu bringen.



Inzwischen hat die digitale Welt auch in die Landwirtschaft Einzug gehalten, so dass zukünftig auch dort die Zusammenführung von Sensordaten geplant ist. Der Dual-Use-Charakter der im Fraunhofer FKIE entwickelten Anwendung ist offensichtlich.

- 1 HAMLeT dient im militärischen Bereich der Gefahrenabwehr.
- 2 Der »Schnüffelkanal« als Demonstrator.



MAJIC – OPTIMIERUNG DER MULTINATIONALEN BODENÜBERWACHUNG

Die Bodenüberwachung ist ein Kernelement der Aufklärung und Führungsfähigkeit in Krisen- und Konfliktgebieten. Ob die Beobachtung militärischer Konvois, von Raketenstellungen, Aufmarschgebieten oder Flüchtlingsströmen: Für die beteiligten Einsatzkräfte ist es unentbehrlich, ein möglichst realzeitliches Lagebild zu erhalten.

In internationalen Einsätzen nutzt traditionell jeder Verbundpartner für die Bodenüberwachung eigene Sensorsysteme. Die NATO-Einsätze im Verlauf des Balkan-Konflikts zeigten, dass die bestehenden Systeme die Koordination und die Realisierung umfassender, koalitionsübergreifender Aufklärungsaktivitäten der Verbundpartner nur unzureichend bewältigen konnten.

Der Erfolg internationaler Einsätze hängt maßgeblich von der einwandfreien Interoperabilität der jeweiligen Sensor-, Kommunikations- und Auswertekomponenten ab. Nur ein korrekter Zugriff auf die multisensoriellen Aufklärungssysteme, die von den Koalitionspartnern eigenverantwortlich eingesetzt und betrieben werden, und die Integration dieser Systeme in vorhandene Führungsinformationssysteme der NATO sorgen für den Erfolg in militärischen Einsätzen. Dafür müssen wesentliche Aufklärungsinformationen rechtzeitig und vollständig übermittelt, ausgewertet und den im Koalitionsverbund operierenden Einsatzkräften zur Verfügung gestellt werden.

Das Projekt MAJIC (Multi-Sensor Aerospace-Ground Joint ISR Interoperability Coalition) diente diesem Ziel. Die Aufgabe dieses multinationalen Technologievorhabens, an dem sich Deutschland, Frankreich, Großbritannien, Italien, Kanada, die Niederlande, Norwegen, Spanien und die USA beteiligten, war es:

- Die technischen und prozeduralen Interoperabilitätsprobleme in Koalitionseinsätzen zu lösen
- Prototypische Anwendungen zu schaffen, die den Anforderungen der umfassenden militärischen Aufklärung gerecht werden
- Den Nutzen der Projektergebnisse in Koalitionsübungen unter Beweis zu stellen.

Im Projekt MAJIC und dem Nachfolgeprojekt MAJIC-2 (ab 2011) werden Standards zur Beschreibung und Übertragung von Aufklärungsdaten und -metadaten erarbeitet und in Sensor- und Auswertesysteme implementiert. Darüber hinaus wird eine Systemarchitektur für die Gewinnung, Auswertung und Verteilung von Sensordaten im Aufklärungsverbund entwickelt. Im Projekt MAJIC-2 wird dabei eine serviceorientierte Architektur (SOA) angestrebt.



Das Fraunhofer-Institut für Kommunikation, Informationsverarbeitung und Ergonomie FKIE leistet einen erheblichen Beitrag zu dieser Entwicklung. Die Forscher der Abteilung Sensordaten- und Informationsfusion entwickeln Methoden der automatisierten Sensordatenfusion. Aus den realzeitlich einströmenden Sensordaten werden so Bausteine für die Erstellung einer komplexen, dynamischen Lage gewonnen.

Bei der Bodenaufklärung beinhaltet dies Erkennung, Aufgriff und Verfolgung von Einzelfahrzeugen, Konvois, Waffensystemen und militärischer Ausrüstung.

Diese Auswertungsergebnisse können von anderen Nationen verstanden werden, so dass ein gemeinsames Lagebild als Grundlage für Planung und Führung von Einsätzen entsteht. Damit wird ein wichtiger Beitrag zur Vernetzten Operationsführung erreicht. Die damit verbundene Informations-, Führungs- und Wirkungsüberlegenheit bedeutet gleichzeitig mehr Handlungsfreiheit sowie Möglichkeit zur Initiative.

Die Ergebnisse des Projekts werden regelmäßig in internationalen Übungen in einem operationellen Umfeld getestet und evaluiert. MAJIC-Komponenten kommen bereits bei verschiedenen NATO- und nationalen Systemen der internationalen Sicherheitsunterstützungstruppe ISAF in Afghanistan zur Anwendung.

Im Rahmen des Projekts NATO Alliance Ground Surveillance (AGS) fließen MAJIC-Ergebnisse auch in die industrielle Umsetzung. Das Fraunhofer FKIE arbeitet in diesem Projekt eng mit dem Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB in Karlsruhe zusammen.

1 *Zur Entscheidungsfindung bei komplexen Geschehnissen ist die Bodenüberwachung unerlässlich.*

2 *Fraunhofer FKIE nutzt einen unbemannten Helikopter für die innovative Forschung.*

SENSORDATEN- UND
INFORMATIONSFUSION



DER SEHENDE PEILER – VERKNÜPFUNG VON VORTEILEN

Die Überwachung von Aktivitäten am Boden ist im militärischen Einsatz unabdingbar. Eine umfassende Observation ist Bestandteil der Vernetzten Operationsführung und trägt in hohem Maße zur Sicherheit der Einsatzkräfte bei.

Der Einsatz von Aufklärungsdrohnen wie z. B. von Luna (Luftgestützte Unbemannte Nahaufklärungs-Ausstattung) ist ein gängiges Mittel zur Erhebung von notwendigen Daten. Unbemannte Luftsysteme UAS (engl. Unmanned Aerial Systems), wie die Luna, werden immer dann eingesetzt, wenn es für einen Piloten zu gefährlich oder riskant ist. Damit ein UAS sinnvoll eingesetzt werden kann, ist intelligente Sensorik notwendig, um selbstständig oder ferngesteuert aufklären zu können. Luna übermittelt in einem Umkreis von 65 Kilometern die erhobenen Sensordaten an eine Bodenkontrollstation, wo sie ausgewertet werden.

Mehrere Sensoren sichern Gesamtbild

In unübersichtlichen Gebieten müssen die erhobenen Daten eine engmaschige Überwachung garantieren. Ein visuelles Lagebild allein kann oftmals nicht den Ablauf des Geschehens in vollem Umfang darstellen. Ist eine Fahrzeugkolonne, die das beobachtete Gebiet durchquert, lediglich eine Transporteinheit oder wird hier unter dem Deckmantel eines Transports ein terroristischer Anschlag per Funkverkehr vorbereitet? Diese Frage kann nur beantwortet werden, wenn ein UAS feststellen kann, wo jemand über Funksignale kommuniziert. Dies kann durch einen Peilsensor realisiert werden. Bei einem reinen Peilsensor verliert man allerdings das visuelle Lagebild. Sinnvoll ist es daher, die unbemannten Aufklärungsflugzeuge mit mehreren Sensoren wie einer Kamera und einem Peilsender zusammengefasst in einem Netzwerk auszustatten. So kann der Peiler die Funksignale registrieren, die dann um die

Kameraergebnisse, die ein scharfes optisches Bild ergeben, ergänzt werden. Die Vorteile des bildgebenden Sensors werden so mit den Vorteilen des Peilsenders verknüpft. Neben der Unterstützung der Bodenmannschaft durch ein optisches Lagebild kann die Lokalisierungsgenauigkeit deutlich gesteigert werden.

Sensordatenfusion erhöht die Genauigkeit

Die Abteilung Sensordaten- und Informationsfusion des Fraunhofer FKIE hat für diese Aufgabe im Auftrag der Bundeswehr eine Lösung gefunden. In einem gemeinsam mit der Industrie durchgeführten Projekt entwickelten sie den notwendigen Peilsender als Basis für die Entwicklung. In Folge definierten die Entwickler die Algorithmen, um die anfallenden Daten aus Bildsensor und Peilsender zu einem sinnvollen Gesamtbild fusionieren zu können, um die Vorteile beider Sensoren voll auszunutzen.

2010 zeigten die experimentellen Untersuchungen positive Ergebnisse. Die vielversprechenden Erkenntnisse der Forscher dienen als Grundlage für eine geplante Kleinserie gleichartiger Sensorsysteme, die durch ein mittelständisches Unternehmen realisiert wird, so dass der praktische Einsatz des Systems innerhalb der nächsten anderthalb Jahre zu erwarten ist.

1 *Die Aufklärungsdrohne Luna übermittelt die Informationen an die Bodenkontrollstation.*



MANETS – GESICHERTE KOMMUNIKATION IST LEBENSRETTEND

In Krisensituationen muss die Kommunikationsinfrastruktur schnell bereit stehen, damit die Einsatzkräfte effektiv handeln können. Ad-hoc-Netzwerke sorgen für eine flexible und robuste Kommunikationsplattform.

Ob Naturkatastrophe, Großbrand oder militärische Mobilisierung: Krisen- und Katastropheneinsätze stellen die Akteure vor riesige Herausforderungen. Einsatzkräfte müssen schnell und sicher die richtigen Entscheidungen treffen, diese kommunizieren und Aktivitäten einleiten. Kommunikation kann hier überlebenswichtig sein. In brennenden Gebäuden etwa ist die Sicht extrem schlecht, so dass die Übertragung von Wärmebildern und Vitaldaten die Einsatzkräfte vor schweren gesundheitlichen Schäden bewahren kann. Zudem können wichtige Meldungen, wie z. B. die Warnung vor einem Einsturz oder die Entdeckung von Gefahrenstoffen, für die Helfer ebenso lebensrettend sein. Um schnell und effektiv handeln zu können, müssen sich die Einsatzkräfte miteinander und ebenso mit der Einsatzleitung rasch verständigen.

Dies sind häufig genau die Situationen, in denen eine Kommunikationsinfrastruktur gar nicht vorhanden oder zerstört ist und für die umfangreiche Installation und Konfiguration von IT- und Kommunikationslösungen keine Zeit vorhanden ist. Kommunikation muss hier ad hoc gewährleistet werden.

Schnell implementierte Kommunikationssysteme sind oft mit Fehlern behaftet. So kann die Kommunikation durch Stahlträger und Wände erheblich beeinträchtigt werden.

Dies kann bis zum totalen Ausfall der Kommunikation führen. Hier sind also fehlertolerante, robuste und flexible Kommunikationsverfahren wie MANETS – also Mobile Ad-hoc-Netzwerke – gefragt.

Mobile und unabhängige Kommunikation

Lösungen zur Errichtung von Ad-hoc-Kommunikationsnetzen werden in der Abteilung Kommunikationssysteme KOM des Fraunhofer FKIE erforscht und realisiert. Dort werden MANETS entwickelt.

In einem derartigen Funknetz sind zwei oder mehr Endgeräte zu einem vermaschten Netz verbunden. Die Verbindung baut sich als mobiles Ad-hoc-Netz selbstständig auf und konfiguriert sich eigenständig.

Das Konzept überzeugt dadurch, dass keine Basisstation benötigt wird, sondern mobile Geräte wie Mobiltelefone, Personal Digital Assistants und Notebooks ohne feste Infrastruktur als Netzknoten verbunden werden können. Daten werden von Netzknoten zu Netzknoten weitergereicht, bis sie ihren Empfänger erreicht haben, wodurch sich die Datenlast vorteilhafter verteilt als in Netzen mit zentraler Anlaufstelle. Jeder Kommunikationsteilnehmer bleibt unabhängig und die



gesamte Einheit bleibt beweglich. In militärischen Einsätzen ist es durch diese Struktur dem Gegner nicht möglich, die Gesamtkommunikation zu zerstören.

Das Fraunhofer FKIE setzt Standards

Um eine zielgerichtete Weiterleitung der Daten in einem mobilen Ad-hoc-Netz zu ermöglichen, kommen spezielle Routingprotokolle zum Einsatz, die einen Pfad vom Quell- zum Zielknoten bestimmen. Das Fraunhofer FKIE ist beteiligt an der Entwicklung und Standardisierung des bekanntesten MANET-Protokolls OLSR (Optimised Link State Routing Protocol) und arbeitet an besonders robusten und sicheren Varianten des Protokolls.

MANETs helfen auch bei der Vernetzung von Robotern, die über das Protokoll navigieren, Positionsinformationen übermitteln und Videodaten übertragen. Daher kooperiert das Forscherteam auch eng mit der Abteilung Informationstechnik für Führungssysteme ITF und der Forschungsgruppe Unbemannte Systeme US am Fraunhofer FKIE.

Forschung mit Mehrwert

Die Ergebnisse des Forschungsprojekts MANETs sind nicht nur in militärischen Situationen, sondern auch im zivilen Sektor von großem Nutzen. Naturkatastrophen wie das Erdbeben in Pakistan zeigen, dass eine effiziente Hilfeleistung nur durch die enge Kommunikation und Abstimmung der im Einsatz

befindlichen Hilfskräfte erreicht werden kann. Für den schnellen Aufbau eines Kommunikationssystems bei fehlender Infrastruktur können daher robuste Ad-hoc-Netze auch im zivilen Sektor eine erhebliche Effizienzsteigerung bringen. Aktuell wird am Fraunhofer FKIE am Aufbau eines solarbetriebenen MANETs gearbeitet. Damit besteht die Chance, die Ad-hoc-Kommunikation zukünftig noch ressourcenunabhängiger und mobiler aufzubauen.

1 Einsatzkräfte verständigen sich untereinander über

Ad-Hoc-Netzwerke.

2 MANETs sind auch im zivilen Sektor, wie z. B. beim

Feuerwehreinsatz, von großem Nutzen.



SOFTWARE DEFINED RADIO – SCHLÜSSELTECHNOLOGIE FÜR VERNETZTE FÜHRUNGSFÄHIGKEIT

Internationale Einsätze in Krisen- und Bedrohungslagen stellen heute die Entscheider vor neue Herausforderungen. Die reibungslose Kommunikation zwischen den Einsatzkräften über die nationalen Grenzen hinaus ist einer der größten Erfolgsfaktoren.

In solchen Situationen müssen sich Kommunikationssysteme unter harten Rahmenbedingungen bewähren: In Gebieten, in denen die Kommunikationsinfrastruktur zusammengebrochen ist, in Situationen mit erheblichen technischen oder natürlichen Störungen, zwischen hochmobilen Teilnehmern oder über Netzgrenzen hinweg.

Die Bundeswehr hat sich bereits frühzeitig für ein Konzept entschieden, das es ihr auch zukünftig – unter neuen globalisierten Rahmenbedingungen – ermöglicht, die ihr übertragenen Aufgaben und Aufträge effizient und zielgerichtet zu erfüllen. Ziel ist eine hochmobile, interoperable, flexible und zuverlässige Vernetzung.

Das Konzept der »Vernetzten Operationsführung« NetOpFü erlaubt es, mit Hilfe eines Streitkräftegemeinsamen, führungsebenenübergreifenden und interoperablen Kommunikations- und Informationsverbunds alle relevanten Personen, Stellen und Truppenteile sowie Sensoren und Effektoren miteinander zu verbinden.

Neue Funkgerätegeneration

Eine Schlüsselrolle in diesem Konzept spielt die neue Funkgerätegeneration, die sogenannte »Streitkräftegemeinsame, Verbundfähige Funkgeräteausstattung« SVFuA, die auf der »Software Defined Radio« SDR Technologie basiert.

Das Bundesamt für Informationsmanagement und Informationstechnik der Bundeswehr IT-AmtBw will im Rahmen eines Entwicklungsauftrages diese Technologie zukünftig weiter ausbauen. Ziel des Projekts ist die Entwicklung eines Funkgerätes mit SDR Technologie, das zahlreiche Anforderungskriterien erfüllt. Hierzu zählen u. a.

- das Bereitstellen einer modularen, skalierbaren, programmierbaren und rekonfigurierbaren Funkgeräteplattform
- die bedarfs- und situationsgerechte Adaptierbarkeit von Funkkommunikationsverfahren durch Laden dedizierter Wellenform-Applikationen WFA
- das Betreiben netzwerkfähiger Breitbandwellenformen für die flexible Übertragung hoher Datenraten insbesondere für den Parallelbetrieb von Sprache und Daten

In dem Entwicklungsvorhaben SVFuA unterstützt das Faunhofer FKIE das IT-AmtBw bei der Projektdurchführung in einem nationalen Konsortium. Die Unternehmen Rohde & Schwarz, Thales, Telefunken, Hagenuk Marinekommunikation und Cassidian treiben das Projekt gemeinsam voran.

Um die operationellen Anforderungen, die die NATO identifiziert hat, zu erfüllen, sind zwei Arten von Wellenformen erforderlich, für die es derzeit jedoch noch keine NATO-weiten Standards gibt.



Die Abteilung Kommunikationssysteme KOM verfolgt daher zwei Forschungsstränge:

Die Forscher tragen zum einen aktiv zur Standardisierung einer schmalbandigen Wellenform bei. Damit wird zukünftig die Informationsübertragung – dazu gehören Netzwerkfähigkeiten oder Parallelbetrieb von Daten und Sprache – sowie die Robustheit gegen natürliche und auch absichtliche Störungen verbessert.

In einem zweiten Vorhaben wirkt das Entwicklungsteam aktiv an einer netzwerkfähigen Breitband-Wellenform mit, die derzeit im internationalen Gremium COALWNW (Coalition Wideband Networking Waveform) spezifiziert wird. Diese Art der Informationsübertragung soll zusätzlich hohe Datenraten liefern, um das erhöhte Datenverkehrsaufkommen bei Vernetzter Operationsführung im Koalitionseinsatz zu bewältigen.

Unabhängig und flexibel

Kernstück der Entwicklung ist die oben erwähnte modulare, skalierbare, programmierbare und rekonfigurierbare Funkgeräteplattform, auf die Funkkommunikationsverfahren in Form von »Wellenform-Applikationen« WFA geladen werden können. Solche WFA können bedarfs- und situationsgerecht adaptiert oder ausgetauscht werden. Die Software ist weitgehend unabhängig von bestimmten Plattformen, so dass eine Portierung von WFA von einem SDR-System auf ein anderes vereinfacht werden kann. Die Interoperabilität

der Plattform sorgt dafür, dass der Austausch und die Weiterverarbeitung der ausgetauschten Daten leicht möglich sind.

Internationales Ansehen des Fraunhofer FKIE

Das Fraunhofer FKIE dokumentiert sein hohes internationales Ansehen dadurch, dass es seit vielen Jahren als unabhängiger technischer Berater in internationalen Gremien für das Bundesministerium für Verteidigung, für das Bundesamt für Informationsmanagement und Informationstechnik der Bundeswehr und die Wehrtechnische Dienststelle für Informationstechnologie und Elektronik für Projekte im SDR-Umfeld fungiert. Die Abteilung Kommunikationssysteme ist in den wichtigen Standardisierungsgruppen »Schmalbandwellenform« der NATO-Nationen und im internationalen COALWNW-Vorhaben sowie in Forschungsgruppen der NATO Research and Technology Organisation vertreten.

- 1 SDR Entwicklungsplattform.
- 2 Funkgerät mit Software Defined Radio Technologie.
- 3 Wellenform – Entwicklungsumgebung.

CONSIS – NEUE SERVICEORIENTIERTE ARCHITEKTUR

Die Vernetzung von Informationen ist heute eine Grundvoraussetzung für den Erfolg von militärischen Einsätzen. Gerade in internationalen Operationen ist eine Netzwerkstruktur erforderlich, die alle Beteiligten einbindet und trotzdem sicher ist.

CoNSIS bietet neue serviceorientierte Architektur

An militärischen Einsätzen – egal ob in Konflikt- oder Katastrophensituationen – sind heute immer mehrere Nationen beteiligt. Die beteiligten Verbände können allerdings nur dann erfolgreich sein, wenn sie über eine gute Infrastruktur für die Kommunikation verfügen. Die Beobachtung und Verfolgung der eigenen Einsatzkräfte, die Erstellung eines gemeinsamen Lagebildes durch alle Beteiligten – dies alles erfordert eine Vernetzung der Informationen. Dazu gehört eine Netzwerkstruktur, die allen Beteiligten offen steht und trotzdem die Sicherheitsanforderungen erfüllt.

Klassische, geschlossene Netzwerk-Managementansätze, wie sie im zivilen Bereich genutzt werden, eignen sich nur sehr eingeschränkt für das Management von föderiert strukturierten Netzen, an denen verschiedene Parteien und Organisationen beteiligt sind. Die herkömmliche Nutzung von Internetverbindungen birgt die bekannten Risiken: Viren, Würmer, Trojaner, Botnetze bis hin zu Phishing bedrohen die Kommunikation. IP Adresse und privates Passwort mit User ID reichen nicht aus, um vor diesen Gefahren zu schützen.

Im Auftrag des IT-Amtes der Bundeswehr entwickelt die Abteilung Kommunikationssysteme des Fraunhofer FKIE im Projekt CoNSIS (Coalition Networks for Secure Information Sharing) Netzwerkkonzepte, die die automatische Kopplung von gesicherten Netzbereichen unterschiedlicher Nationen über ein potenziell unsicheres Netzwerk ermöglichen. Dies umfasst die Mobilität einzelner und auch ganzer Gruppen von Kommunikationsteilnehmern innerhalb und zwischen den unterschiedlichen Nationen.

Innovative Kommunikationsstrukturen

CoNSIS verfolgt den Gedanken einer serviceorientierten Architektur und versucht dabei innovative Kommunikationsstrukturen aus dem zivilen Sektor zu nutzen. Das Internetprotokoll Version 6 als Nachfolger der gegenwärtig im Internet noch überwiegend verwendeten Version 4 ist ein gutes Beispiel dafür, wie CoNSIS die neusten Innovationszyklen für den militärischen Einsatz aufgreift.

Die serviceorientierte Architektur besticht dadurch, dass die Programmlogik nicht mehr Bestandteil der einzelnen Programme ist, sondern sich über mehrere, unabhängige Services verteilt. IT-Prozesse werden so als eigenständige Services definiert.



Die serviceorientierte Architektur steht damit für die ganzheitliche Betrachtung einer Systemlandschaft als Unterstützungsfunktion für einzelne Prozesse. Funktionen, die durch einzelne Systeme abgedeckt werden, sind dank dieser Architektur in standardisierter Form über alle Nationalitäten zugänglich. Einmal erstellte Abläufe oder Funktionen können, sofern sie die Schnittstellen aufweisen, immer wieder verwendet werden.

Ziel von CoNSIS ist nicht die Bewältigung von Einzelaufgaben, wie die Lagerdarstellung oder die Situationsbeobachtung der eigenen Truppen, sondern die Zusammenführung dieser Leistungen zu Führungsprozessen mit »höheren Zwecken« – wie die Darstellung eines gemeinsamen übergreifenden Netzplans und eine den operationellen Anforderungen angepasste Parametrisierung des Koalitionsnetzes.

Die Autonomie der einzelnen Nationen, die ihre eigenen Teilnetze betreiben, soll erhalten bleiben. Information Hiding und der Umgang mit Informationen aus unterschiedlichen Sicherheitsbereichen müssen unterstützt werden.

Internationale Partner arbeiten Hand in Hand

CoNSIS ist ein multinationales Projekt, Partner aus Frankreich, Norwegen, den USA und Deutschland arbeiten Hand in Hand an diesem gemeinsamen Netzkonzept zur Durchführung von Operationen im Koalitionsverbund. Im Projekt CoNSIS kooperieren die Abteilung Kommunikationssysteme KOM und die Forschungsgruppe Cyber Defense CD des Fraunhofer FKIE.

Dies stellt sicher, dass nicht nur die eigentliche Funktionalität im Vordergrund steht, sondern der Aspekt der Sicherheit direkt beim Entwurf berücksichtigt wird.

CoNSIS baut auf den Ergebnissen des Projekts INSC (Interoperable Network for Secure Communications) auf, die erste Phase wird 2012 mit einer multinationalen Demonstration abgeschlossen.

Das in CoNSIS entwickelte Konzept findet in Szenarien Anwendung, in denen ein hoher Sicherheitsbedarf, verteilte Management-Strukturen und ein hoher Grad an Automatismen zur Konfiguration eine wichtige Rolle spielen. Dabei kann vorhandene Kommunikationsinfrastruktur in ein modernes IPv6-Netz eingebunden werden. Im zivilen Sektor können die Ergebnisse aus CoNSIS für Unternehmen mit hohem Sicherheitsbedürfnis, wie Banken, Versicherungen und Behörden relevant sein.

1 *Serviceorientierte Architektur führt einzelne Prozesse zu einer ganzheitlichen Systemlandschaft.*



BML – MULTINATIONALE UND SYSTEM- ÜBERGREIFENDE INTEROPERABILITÄT

In zivilen und militärischen Einsätzen ist eine klare und eindeutige Kommunikation der Schlüssel zum Erfolg. Dabei geht es nicht nur um persönliche Kommunikation, sondern auch um die Interaktion mit technischen Systemen und dieser untereinander. Relativ einfach ist die Verständigung innerhalb einer operativen Einheit. Es wird immer dann schwierig, wenn bei multinationalen Operationen die verschiedensten Operationseinheiten und Systeme zusammenarbeiten müssen.

Defizite in der Kommunikation treten bei großen internationalen Hilfseinsätzen, wie zum Beispiel beim großen Erdbeben in Haiti 2010, zu Tage. Neu eintreffende Hilfstruppen konnten bei ihren Tätigkeiten nicht oder nur schwer auf Informationen schon vor Ort anwesender Helfer aufbauen, da die Interoperabilität der Systeme nicht gegeben war. Die Zusammenarbeit der verschiedensten Hilfskräfte wurde erschwert, was die dringend nötigen Hilfsarbeiten deutlich verzögerte.

Eindeutige Verständigung über Sprachgrenzen

Mit der BML (Battle Management Language) wurde am Fraunhofer FKIE eine formale Sprache für den militärischen Bereich definiert, die keine Mehrdeutigkeiten zulässig, deren Aussagekraft aber mächtig genug ist, militärische Befehle und Meldungen zu formulieren. Diese kontrollierte Sprache gibt die reine Bedeutung einer Aussage wieder und macht so eine eindeutige Übertragung über alle Sprachgrenzen hinweg möglich. So wird die BML besonders in multinationalen Operationen zur Lingua Franca, die schon im Rahmen der NATO in zahlreichen Systemkonfigurationen erfolgreich getestet wurde.

Mehrrobotersysteme steuern

Mit der BML wird nicht nur eine semantische Ebene, also das Verstehen, was wirklich gemeint ist, erreicht. BML geht noch einen Schritt weiter in die pragmatische Ebene: Technische Systeme verstehen die Aussagen der BML, können diese autark interpretieren und in Aktionen umsetzen. Unbemannte Robotersysteme und Drohnen erkunden Gegenstände und Umgebungen überall dort, wo es für den Menschen zu gefährlich ist. Seien es verdächtige Koffer, die eventuell Sprengstoff beinhalten, verminten Gegenden oder industrielle Anlagen, in denen Giftstoffe austreten – Roboter schützen und retten Leben. Oft werden mehrere Roboter gleichzeitig eingesetzt, um so schnell wie möglich eine Gesamtübersicht zu bekommen. Dabei bietet schon ein einzelnes Robotersystem eine Vielzahl von Steuerungsmöglichkeiten und liefert eine Unmenge von Daten. Das Handling und die Koordination gleich mehrerer Systeme ist deshalb eine für den Operateur sehr belastende Aufgabe.

In enger Zusammenarbeit mit der Forschungsgruppe Unbemannte Systeme US wurde eine Möglichkeit der Befehligung von Mehrrobotersystemen mit BML entwickelt.



Die Abteilung Informationstechnik für Führungssysteme ITF zeichnete dabei für die Anpassung der BML an den Kontext der Mehrrobotersysteme und US bei der Umsetzung der Befehle in entsprechende Aktionen der Roboter verantwortlich. So geben Operateure nun ihre Befehle als allgemeine Anweisungen. Die neu entwickelten Algorithmen zerlegen diese Anweisungen und setzen sie in detailreichere Befehle für die Roboter um, die diese dann weitestgehend autonom ausführen können. Dieses Vorgehen hat zwei entscheidende Vorteile: Sicherheit und Zeitersparnis. Sicherheit, da Operateure sich auf die richtige Auswertung der anfallenden Daten konzentrieren können, und Zeitersparnis, weil die Befehle nicht mehr von Hand in die einzelnen programmtechnischen Anweisungen zur Steuerung des jeweiligen Systems umgesetzt werden müssen, sondern letzteres voll automatisiert passiert. Die Befehligung der Mehrrobotersysteme wurde bereits mit Erfolg getestet.

Erstellung komplexer Simulationen vereinfachen

Zum Training von Einsatz- und Krisenstäben kommen häufig Simulationen zum Einsatz. Kampf und Gefahrensituationen werden virtuell nachgestellt und simulierte Einheiten befehligt. Bislang ist die Umsetzung äußerst komplex: Soldaten entwickeln eine Taktik, versuchen diese dann den Programmierern zu erklären, die das Vorgehen dann wiederum in die Simulation programmieren müssen. Dies ist ein sehr langwieriger Prozess mit hoher Fehleranfälligkeit. Mit der BML existiert nun eine eindeutige Sprache für die Formulierung von Befehlen. Software kann diese interpretieren und automatisiert

in der Simulation umsetzen. Die Kommunikation der Soldaten mit der Simulation läuft einfach und direkt unter Minimierung aller Fehlerquellen.

Internationale Zusammenarbeit

Die Entwicklung der BML wird durch das IT-Amt der Bundeswehr gefördert. Sie erfolgt im Rahmen der NATO RTO. Für die Entwicklung der der Sprache zugrunde liegenden Grammatik arbeitet Fraunhofer FKIE eng mit der George Mason University (Fairfax, Virginia, USA) zusammen.

- 1 Die Koordination internationaler Hilfeinsätze stellt hohe Anforderungen an die Kommunikation.*
- 2 Mehrrobotersysteme im Einsatz.*



MIP – MULTILATERAL INTEROPERABILITY PROGRAMME VERBESSERT ZUSAMMENARBEIT IM EINSATZ

Zur semantischen Interoperabilität von Führungssystemen wurde das Multilateral Interoperability Programme MIP ins Leben gerufen. Ziel ist eine gemeinsame Einschätzung der Gesamtlage bei internationalen Einsätzen. Mit dem am Fraunhofer FKIE entwickelten MIP Test Reference System MTRS existiert eine automatisierte Konformitätsprüfung von Führungssystemen, die international mittlerweile von 35 Systemen genutzt wird.

Gemeinsames Lageverständnis

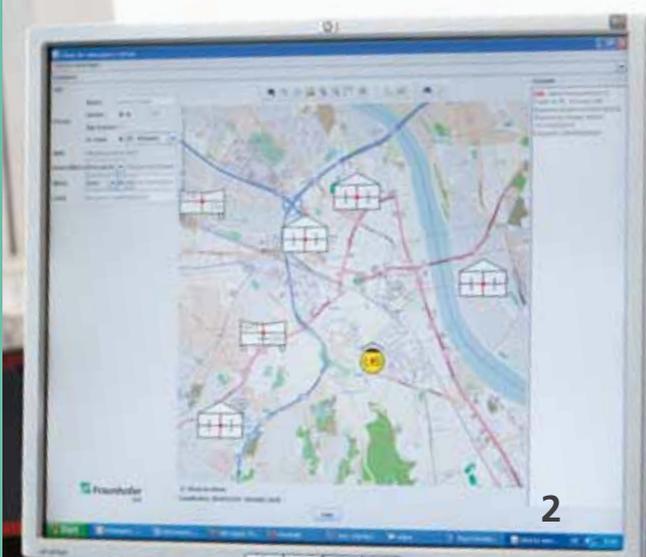
Internationale militärische Einsätze stellen hohe Anforderungen an den Informationsaustausch zwischen Führungssystemen. Nur eine abgestimmte gemeinsame Einschätzung der Gesamtlage führt zu koordinierten und letztendlich erfolgreichen Einsätzen. Stehen Informationen nur teilweise, fehlerhaft oder gar nicht zur Verfügung, führt dies zu Fehlinterpretationen oder Fehlentscheidungen, die im Ernstfall Menschenleben kosten können.

Jedes Führungssystem eines Partnerlandes hat seine spezifischen Eigenheiten und basiert meist auf einem proprietären Datenmodell. In dieser heterogenen Systemlandschaft gilt es, Missverständnisse zu vermeiden und Informationen semantisch eindeutig zu liefern. Ziel ist ein gemeinsames Lageverständnis aller beteiligten Einheiten, um den Erfolg des gemeinsamen Einsatzes zu sichern.

Eine gemeinsame Sprache

Um zu einer semantischen Interoperabilität von Führungssystemen zu gelangen, wurde das Multilateral Interoperability Programme MIP ins Leben gerufen. Dieses spezifiziert ein gemeinsames Datenmodell, das Joint Consultation Command and Control Information Exchange Data Model JC3IEDM, welches sowohl für den Sender als auch den Empfänger einer Nachricht die Bedeutung des Inhalts eindeutig definiert. Es stellt die gemeinsame Sprache dar, auf die sich alle geeinigt haben. Das JC3IEDM legt fest, wie Objekte, die auf dem Gefechtsfeld vorkommen, und deren Zusammenhänge zu beschreiben sind. Hält sich jedes Führungssystem an diese grundlegenden Vorgaben, ist die semantische Interoperabilität der Systeme gesichert.

Vorhandene Führungssysteme werden über eine Datenabbildung und eine Kommunikationsschnittstelle »MIP-fähig« gemacht. Neuentwicklungen orientieren sich direkt am JC3IEDM, was die MIP-Anbindung deutlich vereinfacht. Anwendung



findet die MIP-konforme Kommunikation mittlerweile in Afghanistan. Dort nutzen die USA, Kanada und die NATO die MIP-Lösung, um Daten zwischen ihren Systemen auszutauschen.

MIP-Konformitätstest vom Fraunhofer FKIE

Theoretische Spezifikationen sind eine Sache, die richtige und standardkonforme Umsetzung eine ganz andere. Um hier den Herstellern von Führungssystemen ein Werkzeug zur Konformitätsprüfung an die Hand zu geben, hat das Fraunhofer FKIE eine umfangreiche Testsuite spezifiziert und ein automatisiertes Testwerkzeug realisiert. Über das Internet können sich Führungssysteme einfach mit dem MIP Test Reference System MTRS verbinden. Das Testsystem testet anhand vordefinierter Testfälle automatisch die Konformität mit den Festlegungen von MIP.

Die Anwender erhalten eine detaillierte Auswertung der Testergebnisse und somit wertvolle Informationen darüber, wo Fehler in der Umsetzung vorhanden sind. So werden bereits im Vorfeld des realen Einsatzes Schwachstellen im Informationsaustausch aufgedeckt und vermieden. Aufwändige und teure Feldversuche bei internationalen Gefechtsübungen werden weitgehend überflüssig. Die Verfügbarkeit rund um die Uhr und der hohe Grad der Automatisierung ermöglichen Tests in einem bislang nicht möglichen Umfang.

Das herstellerunabhängige MIP Test Reference System stößt international auf großen Anklang. Bislang wurde das Testsystem für ca. 35 internationale Führungssysteme genutzt.

Zivile Welt adaptiert MIP Datenmodell

Das im Rahmen von MIP mit Unterstützung der NATO entwickelte Datenmodell findet mittlerweile auch im zivilen Bereich Beachtung. Als Beispiel seien die Shared Operational Picture Exchange Services SOPES der Object Management Group OMG genannt, die auf dem JC3IEDM aufsetzen. Die Konzepte des vom Fraunhofer FKIE entwickelten und betriebenen MIP Test Reference System MTRS lassen sich grundsätzlich auch auf Interoperabilitätslösungen für die zivile Welt übertragen.

- 1 *Internationale militärische Einsätze stellen hohe Anforderungen an den Informationsaustausch von Führungssystemen.*
- 2 *Ziel ist ein gemeinsames Lageverständnis aller Beteiligten.*
- 3 *Das MIP Test Reference System MTRS automatisiert die Konformitätsprüfung von Führungssystemen.*

EINSATZMELDEWESEN DER BUNDESWEHR – VOM EINSATZ HER DENKEN

»Vom Einsatz her denken« – dies ist nicht nur der Titel des Berichts, den die Strukturkommission dem Verteidigungsminister im Oktober 2010 vorgelegt hat. Diese Philosophie tritt in allen Strukturüberlegungen der Bundeswehr zu Tage, so auch bei der Entwicklung effizienter und flexibler Führungsinformationssysteme, denn auch hier sind für das Gelingen Strukturfragen von essenzieller Bedeutung. Die Betonung der Einsatzerfordernisse markiert daher auch den Ausgangspunkt für viele Projekte des Fraunhofer FKIE. Das seit 2009 im Betrieb befindliche »Einsatzmeldewesen der Bundeswehr« ist ein herausragendes Beispiel.

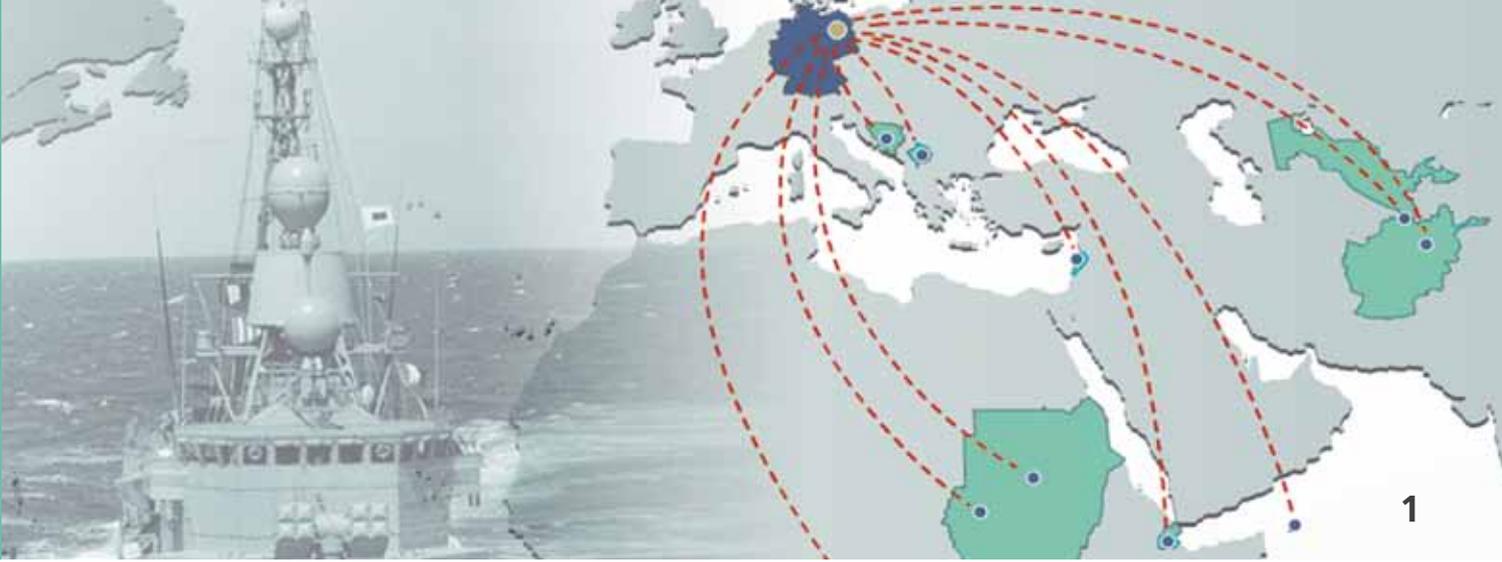
Verfügbare Informationen zur Bewertung der Sicherheitslage

In einem Konflikt- oder Katastrophenszenario ist der jeweilige Einsatzstab auf eine umfassende und hochaktuelle Informationsversorgung angewiesen. Meldungen aus Informationskanälen unterschiedlichster Quellen (interne Nachrichtenkanäle, offene Medien und immer mehr auch soziale Netzwerke) sind zu sammeln, zu bewerten und in die Lagebeurteilung einzubeziehen. Im militärischen Umfeld kommen die etablierten Meldewege hinzu. Besonders kritisch ist das Umfeld der Nachrichtengewinnung und Aufklärung, also die Einschätzung der Feindlage. Das Spektrum beginnt bei der technischen Aufklärung und geht bis zur vielfachen Nutzung offener Quellen. Diese Variation stellt extrem hohe Anforderungen an die Systemunterstützung. Vielfältigste Nachrichten sind zu erfassen, zu analysieren und als Entscheidungshilfe aufzubereiten. Umgekehrt sind Befehle und Weisungen zeitgerecht an die Einsatzkräfte weiterzugeben. Dies umreißt die Kernaufgabe des vom Fraunhofer FKIE entwickelten Einsatzmeldewesens der Bundeswehr.

Prozessabläufe beherrschen

In Führungsprozessen ist die Kommunikation der Verantwortlichen untereinander ein entscheidender Faktor, da Krisenstäbe und Operationszentralen in der Regel bei Konflikt- und Krisenszenarien nicht unmittelbar vor Ort sind. Im militärischen Bereich existieren weitreichende und ebenenübergreifende Führungsinformationssysteme. Die Anforderungen sind hoch – rund um die Uhr, sieben Tage die Woche muss die Operationszentrale mit allen relevanten Details auf dem Laufenden gehalten werden.

Hierzu laufen definierte Arbeitsprozesse ab, nach denen das Erfassen, Bewerten, Verteilen und Auswerten von Informationen zu bewerkstelligen ist. Das Einsatzmeldewesen der Bundeswehr ist daher weit mehr als ein Datenbank-unterstütztes Informationsmanagement. Gemäß vorgegebener Rollen- und Rechtekonzepte werden die Kompetenzen der Fachbearbeiter gebündelt und durch enge Kollaborationsprozesse optimal genutzt.



Von der Information zur erfolgreichen Analyse

Jeder Anwender im Einsatzmeldewesen der Bundeswehr nutzt eine Standardarbeitsumgebung, die auf dem Groupware-System Lotus Notes basiert. Alle Eingaben werden in der zentralen Datenbank gesammelt. Der qualitativ hochwertigen Zuordnung von Metainformationen kommt dabei eine maßgebliche Rolle zu, da diese für die spätere Auswertung von enormer Wichtigkeit sind. Die gezielte und strukturierte Eingabe der Daten führt zu einem übersichtlichen und sachorientierten Datenbestand, auf den sich kontextbezogene Filter-, Such- und Rechercheverfahren anwenden lassen.

In kürzester Zeit zum Erfolg

Beim Einsatz der Bundeswehr in Afghanistan und anderen Krisengebieten wurde Ende 2008 der Bedarf an einer verbesserten Kommunikation und Nachrichtengewinnung deutlich. In enger Zusammenarbeit mit den Führungsstäben entwickelte das Fraunhofer FKIE ein Konzept zum Management aller anfallenden Informationen. Dies bezieht sich primär auf die Erarbeitung der täglichen Routinemeldungen in den Einsatzkontingenten und deren Weiterleitung an die Führungskommandos, aber auch auf die Behandlung von Sofortmeldungen im Bedarfsfall. In umgekehrter Richtung werden alle Befehle und Weisungen über das Einsatzmeldewesen von den Führungszentralen an die Kontingente übermittelt. Das Einsatzmeldewesen deckt zudem Sonderbereiche ab wie die termingerechte Behandlung von Anträgen und Anfragen.

Jeder Bundeswehreinsatz hat seine ganz eigenen Anforderungen an die Struktur der zugrunde liegenden Datenbank. Bei der spezifischen Anpassung des Systems an umfassende Sicherheits- und Kommunikationskonzepte unterstützen die entsprechenden Konfigurationswerkzeuge. Das Konzept überzeugte auf Anhieb, so dass sich daraus innerhalb kürzester Zeit das heutige Einsatzmeldewesen der Bundeswehr entwickelte, welches seine Praxistauglichkeit tagtäglich bei allen Auslandseinsätzen unter Beweis stellt und als Musterlösung für ähnlich gelagerte Anwendungsfälle dienen kann.

1 *Das am Fraunhofer FKIE entwickelte Einsatzmeldewesen verbindet die Einsatzkontingente der Bundeswehr mit den Führungskommandos im Heimatland.*

GEBAW – RICHTIG HANDELN IN GEFAHRENSITUATIONEN

In Gefahrensituationen die Übersicht zu behalten, kann Leben retten. Innerhalb kürzester Zeit muss eine Vielzahl von Informationen aufgenommen und bewertet werden. Vorhandene Technologien zur Informationsbeschaffung und -darstellung sind äußerst komplex in der Bedienung, was unter Entscheidungsdruck zu enormen Stresssituationen für den Operateur führt. Die Folgen sind nicht nur lange Ausbildungszeiten an den entsprechenden Systemen, sondern vor allem Fehlentscheidungen aufgrund menschlichen Versagens. Fehlentscheidungen, die im schlimmsten Falle Menschenleben kosten können.

Ergonomisch gestaltete Entscheidungsunterstützung benötigt

Die Deutsche Marine hat das Gefahrenpotenzial der vorhandenen, äußerst komplexen Lagebilderstellung und Klassifizierung von unbekanntem Kontakten erkannt. Verschärft wird die Situation durch neue Herausforderungen, mit denen sich die Marine seit kurzem konfrontiert sieht: Ihre Einsätze sind nicht mehr nur rein militärischer Natur, sondern es stehen mehr und mehr Stabilisierungsmaßnahmen in Krisenregionen und der Kampf gegen nicht militärische Gegner, etwa Piraten, im Vordergrund.

Gerade Letztere weisen kein bekanntes, militärisch organisiertes Verhalten auf. Sie agieren kaum vorhersagbar. Gefahrensituationen lassen sich hier schon aus kleinsten Verhaltensänderungen ableiten. Die sich plötzlich ändernde Geschwindigkeit oder Richtung eines beobachteten Schiffes kann der entscheidende Hinweis darauf sein, dass ein bisher als harmlos eingestuftes Objekt als möglicher Feind erkannt wird. Informationen dieser Art gilt es automatisch herauszufiltern und dem Operateur gezielt und zeitnah zur Verfügung zu stellen, und zwar so, dass er einen Handlungsbedarf direkt ableiten kann. Bisherige Systeme der Lagebilddarstellung verarbeiten diese Informationen zwar

ebenfalls, überfordern den Anwender aber mit der Vielzahl der zum gleichen Zeitpunkt angezeigten Informationen. Was wann beobachtenswert ist, liegt alleine in der Hand des Operateurs und kann in zeitkritischen Stresssituationen zu Überforderungen und damit zu Fehlentscheidungen führen. Hier setzt das Projekt GeBAW (Gestaltung ergonomischer Benutzungsschnittstellen für Asymmetric Warfare) der Forschungsgruppe Mensch-Maschine-Systemtechnik des Fraunhofer FKIE an. Ziel der vom Kommando Marineführungssysteme, Wilhelmshaven, initiierten Studie war es, bestehende und zukünftige Aufträge und Aufgaben der Marine zu analysieren, vorhandene Bedienkonzepte zu untersuchen und ein neuartiges ergonomisch gestaltetes Bedienkonzept zu erarbeiten. Bei den Planungen stellten die Forscher den Benutzer und seine Entscheidungsprozesse in den Fokus. Der neu zu gestaltende Zugriff auf die anfallenden Daten soll den Operateur vor allem in Stresssituationen unterstützen und ihm genau die Entscheidungshilfen präsentieren, die er gerade benötigt.

Einsatzführungssystem der Zukunft

Auf Grundlage der GeBAW-Studie wurde 2010 ein Prototyp vorgestellt, der als Vorlage für zukünftige Einsatzführungssysteme der Marine dient. Der Prototyp enthält exemplarisch einige



Komponenten für den Einsatz im äußeren und im inneren Gefecht. So existieren unter anderem Module zur Lagebilderstellung, zur Klassifizierung und Identifizierung von Überwasserkontakten mittels elektrooptischer Daten und zur Überwachung und Bekämpfung im Nah- und Nächsbereich. Bei allen Modulen geht es um die gezielte Unterstützung des Operateurs. Beispielsweise bei der Lagebilderstellung werden relevante Eigenschaften beobachteter Kontakte in sogenannten Polardiagrammen dargestellt. Eine symmetrische Form dieser Diagramme kennzeichnet neutrale, sich erwartungskonform verhaltende Kontakte. Entwickelt sich eine Eigenschaft (z. B. Erhöhung der Geschwindigkeit) eines Kontakts in Richtung eines unerwarteten Verhaltens, wird dies durch eine asymmetrische Ausbildung des Polardiagramms angezeigt. Alleine die Art und Weise der Verformung lässt den Benutzer das Gefahrenpotenzial qualitativ einschätzen. Vordefinierte Handlungsoptionen führen ihn gezielt zur schnellen und richtigen Entscheidung. Zu jeder Zeit können weitere Informationen zur Beurteilung herangezogen werden. Durch den modularen Aufbau des Systems ist die Erweiterung um zusätzliche Funktionen jederzeit gegeben.

Bei der Entwicklung des Prototyps orientierte sich das Fraunhofer FKIE an dem in der Norm ISO 9241-210 definierten »Prozess zur Gestaltung gebrauchstauglicher Systeme«. Darüber hinaus existiert beim Fraunhofer FKIE eine tiefgehende Expertise der Arbeitsprozesse und -Umgebungen der Marine, die durch spezifische Studien und einen engen Kontakt zu den Nutzern erweitert werden. Mit dem vorhandenen Prototypen lassen sich die Gestaltungslösungen der GeBAW-Studie benutzerzentriert evaluieren und an die realen Erfordernisse anpassen.

Erprobt im Einsatz

Das im GeBAW-Prototyp integrierte Modul zur Klassifizierung und Identifizierung von Überwasserkontakten mittels elektrooptischer Daten wurde im Rahmen des KEOD-Projekts entwickelt und befindet sich als Standalone Anwendung auf mehreren Einheiten der Deutschen Marine im operativen Einsatz. Mit dem System wird der Operateur bei der Klassifizierung und Identifizierung von Überwasser-Seezielen maßgeblich unterstützt, was zu seiner deutlichen Entlastung führt. Das Fraunhofer FKIE zeichnete dabei für das Systemkonzept und die ergonomische Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle verantwortlich. Die Ergebnisse der GeBAW-Studie sind nicht nur auf den Einsatz auf Schiffen und Booten beschränkt. Überall dort, wo weitreichende Entscheidungen aufgrund einer Vielzahl von Daten zu fällen sind und ein schneller Überblick über die Gesamtsituation wichtig ist, sind ergonomisch gestaltete Lösungen zur Entscheidungsfindung gefragt. Denkbar ist so zum Beispiel auch der Einsatz in den Leitwarten von Kraftwerken, wo eine Vielzahl von Prozessdaten anfallen, die es gezielt auszuwerten gilt. Neben der Deutschen Marine waren die Atlas Elektronik GmbH und die Helmut-Schmidt-Universität – Universität der Bundeswehr Hamburg – als Kooperationspartner in die Projekte GeBAW und KEOD involviert. Die Ergebnisse beider Projekte fließen in die Entwicklung zukünftiger Einsatzführungssysteme mit ein und beeinflussen diese entscheidend.

1 *Fregatten-
Operationszentrale der Zukunft
mit Rundumüberwachungs- und
Warnsystem.*

SMT – MEHR SICHERHEIT FÜR DIE SEESCHIFFFAHRT

Die zivile Seeschifffahrt ist verstärkt Gefahren ausgesetzt. Frachtschiffe transportieren beträchtliche Werte und häufig für die Umwelt gefährliche Güter. Fährschiffe befördern eine Vielzahl von Personen und gelten als wichtige Ergänzung des Personenverkehrs in den Küstengebieten. Angriffe von Piraten oder gar terroristische Anschläge bergen die Gefahr des Verlustes vieler Menschenleben, großer Sachbeschädigungen und nicht zu kalkulierender Umweltschäden.

Mit dem international gültigen ISPS-Code (International Ship and Port Facility Security Code) existieren Vorgaben für eine Implementierung von Maßnahmen und Verfahren zur Gefahrenabwehr für Seeschiffe und Hafenanlagen. Im Jahr 2002 wurde dieser von der Internationalen Seeschifffahrts-Organisation IMO initiiert und im Jahr 2004 vom europäischen Parlament für den Schiffsverkehr innerhalb der EU verbindlich übernommen. Die Vorgaben des Codes müssen von Schiffen und Hafenanlagen in konkrete Maßnahmen umgesetzt werden. Diese werden für drei definierte Gefahrenstufen in sogenannten Gefahrenabwehrplänen hinterlegt. Im vom BMBF geförderten Verbundprojekt VESPER (Verbesserung der Sicherheit von Personen in der Fährschifffahrt) wurden Maßnahmen und Prozesse aus Gefahrenabwehrplänen sowie deren Handhabung untersucht. Dabei zeigten sich auch Defizite in der Präsentation von Informationen, die vor allem in kritischen Situationen zu Fehlverhalten führen können.

Verbesserte Informationspräsentation für mehr Sicherheit

Sicherheitsverantwortliche im Seeschifffahrtsbereich müssen sich zunächst bewusst sein, wo mögliche Sicherheitslecks auftreten können und mit welchen Maßnahmen sie an welchem

Ort Gefahren begegnen können. Sollte eine Gefahrenstufenänderung eintreten, benötigen sie Unterstützung bei der Entscheidung über zu ergreifende Maßnahmen. Darüber hinaus benötigen alle in die Umsetzung der Sicherheitsmaßnahmen involvierten Personen genaue, verständliche Anweisungen, wie sie an ihrem Aufenthaltsort zu reagieren haben.

Um diesem Bedarf an Planungs-, Entscheidungs- und Handlungsunterstützung im Krisenfall nachzukommen, wurde am Fraunhofer FKIE die Security-Modeling Technique SMT entwickelt. Dazu wurde ein funktionales Modell der Arbeitsdomäne entwickelt und Anforderungen an die Informationspräsentation definiert.

Mit der SMT existiert eine Technik, die es Sicherheitsoffizieren erlaubt, eigenständig Security-Modelle für ihre Arbeitsdomäne zu entwickeln und die sie während der Umsetzung von Maßnahmen zur Gefahrenstufenänderung unterstützt. Diese Form der Informationspräsentation spiegelt die räumlichen Gegebenheiten in Kombination mit allen bereichsspezifischen Maßnahmen und Prozessen für die unterschiedlichen Gefahrenstufen wider.



So beinhaltet ein SMT-Modell zur Gefahrenabwehr zum Beispiel die grafische Darstellung einer Fähre im Hafen, bei der zugangsfreie und -beschränkte Bereiche unterschieden werden. Diese an die örtlichen Gegebenheiten angepasste Präsentation erleichtert die Orientierung bei der Zuordnung von Maßnahmen.

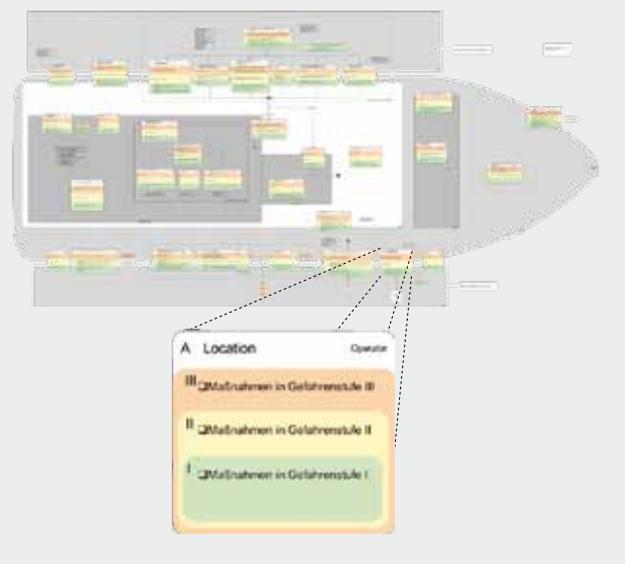
Diese Maßnahmen werden in einem SMT-Modell als sogenannte »Area Activities« -Boxen einem entsprechenden Ort zugeordnet. Diese »Location« wird innerhalb der Box eindeutig benannt. Zusätzlich wird die zuständige Person, der »Operator« und deren Erreichbarkeit gezeigt. Die insgesamt drei Gefahrenstufen und die jeweiligen Schutzmaßnahmen werden farblich – rot, gelb, und grün – gekennzeichnet. Alle Maßnahmen können durch das Hinzufügen von Ressourcen, etwa benötigte Ausrüstung oder Personal, ergänzt werden. Diese Ergänzung findet auf dem Plan auch seine eindeutige, grafische Präsentation. »Contact Points« symbolisieren zu benachrichtigende Personen oder Institutionen.

Prozesse werden durch die Verknüpfung von Area Activities gekennzeichnet. Die Platzierung der Area Activities auf dem Gefahrenabwehrplan und den darin gekennzeichneten Bereichen verdeutlicht den Geltungsbereich der Maßnahmen. Befindet sich die Box am Rand eines Bereichs, so gelten die Maßnahmen für den Zugang, befindet sie sich innerhalb eines Bereichs, gelten die Maßnahmen nur für das Innere. Erledigte Maßnahmen können einfach gekennzeichnet werden. Die Anzahl der Komponenten eines SMT-Modells wurde bewusst so gering wie möglich gehalten. Einfachste Bedienung bei

der Planung und schnelle Übersicht für die zeitkritische Entscheidungsfindung und Maßnahmenumsetzung standen im Vordergrund der Entwicklung der SMT, die damit die Umsetzung des ISPS-Codes und somit das Sicherheitspersonal ideal unterstützt.

SMT Modell:

Gefahrenabwehrplan für ein Fährschiff und die angrenzenden Hafenanlagen mit detaillierten Handlungsanweisungen.



1 Frachtschiffe sind verstärkt Gefahren ausgesetzt.

SAGZA – VERBESSERTE MISSIONSPLANUNG MIT 3-D-OBJEKTMODELLEN

Konventionelle Planungsmittel der Luftwaffe, wie bspw. einfache Luftbildaufnahmen eines Einsatzgebietes, lassen nur eingeschränkt Rückschlüsse auf die vorhandene Topographie zu. Die 3-D-Visualisierung räumlicher Strukturen erhöht dagegen das Lagebewusstsein. Damit können Missionen besser vorbereitet werden: Geeignete Landeplätze für Evakuierungsmaßnahmen sind einfacher zu bestimmen oder die Bedrohung durch die feindliche Luftabwehr beim Zielflug kann minimiert werden. Nicht zuletzt ist es das Ziel einer genaueren Einsatzplanung, Kollateralschäden beim Luftangriff zu vermeiden.

Im Projekt SAGZA der Forschungsgruppe Mensch-Maschine Systemtechnik MMS des Fraunhofer FKIE wird anhand weitreichender praktischer Untersuchungen evaluiert, inwieweit 3-D-Darstellungen zur Verbesserung der Missionsplanung beitragen. Aus umfangreichen Experimenten werden Anforderungen an die angemessene 3-D-Datenaufbereitung abgeleitet und geeignete Visualisierungskonzepte und Bearbeitungsprozesse spezifiziert.

Umfassende reale Experimente

Kommerziell verfügbare, automatisierte Verfahren erzielen derzeit nur bei exzellenter Datenlage hinreichend gute Ergebnisse bei der Erstellung von 3-D-Objektmodellen. Es ist davon auszugehen, dass auf absehbare Zeit die dazu notwendige, in der Regel sehr zeitraubende und umfangreiche Datenerhebung aus verschiedenen Gründen im Einsatz nicht möglich sein wird.

Auch zukünftig obliegt es deshalb einem erfahrenen Luftbildauswerter verschiedene zur Verfügung stehende Quellen auszuwerten, um Merkmale und Geometrien von Objekten im Zielgebiet zu rekonstruieren. Die Qualität und der Detaillierungsgrad der 3-D-Objektmodelle variiert mit den für die Auswertung zur Verfügung stehenden Daten und dem Umstand, wie gut es einem Luftbildauswerter gelingt, Kontextwissen über Referenzgrößen in die Auswertung mit einzubringen.

In enger Zusammenarbeit mit der Deutschen Luftwaffe wurden Experimente zum praktischen Wert von 3-D-Objektmodellen in Bezug auf Qualität und Detailgrad durchgeführt. Dazu wurden Piloten mit verschiedenen Arten von Lageinformationen zur Missionsplanung ausgestattet. Die Untersuchungen am Fraunhofer FKIE ergaben, dass eine dreidimensionale Objektdarstellung eine Verbesserung der Lageeinschätzung mit sich bringt. Räumliche Hindernisse und Gefahrengebiete lassen sich auf einen Blick abschätzen und Daten müssen nicht mühsam und fehleranfällig aus



Listen zusammengestellt werden. Zusätzlich verkürzt sich die Reaktionszeit beim Wiedererkennen von Zielen. Dabei zeigte sich auch, dass 3-D-Objektinformationen nicht detailgetreu sein müssen, sondern dass die aufgabenangemessene Visualisierung von Grundinformationen, wie zum Beispiel die Größenverhältnisse von Gebäuden zueinander, zu einem verbesserten Situationsbewusstsein führen.

Kernkomponente zur 3-D-Objektmodellierung

Als Kernkomponente zur dreidimensionalen Zieldatenaufbereitung wurde, unter Umsetzung der gewonnen Erkenntnisse, ein Werkzeug zur vereinfachten 3-D-Objektmodellierung für Luftbildauswerter entworfen. Einfachste Bedienung und schnelle Verfügbarkeit der 3-D-Objekte unter Berücksichtigung einer angemessenen Qualität bildeten dabei die Randbedingungen. Mit dem Werkzeug kann aus der Luftaufklärung gewonnenes Bildmaterial an einer intuitiv gestalteten Oberfläche ausgewertet und zusammengeführt werden und es unterstützt somit den Operateur bei der Erstellung von 3-D-Modellen der im Zielgebiet vorhandenen Objekte. Schatten bekannter Objekte einer Aufnahme können als Referenz dienen. Werden andere Objekte der Aufnahme gekennzeichnet, berechnet das Programm aus dessen Schatten automatisiert die Abmessungen. Die so erstellten 3-D-Modelle können mit zusätzlichen Geneigtbildaufnahmen aus der Luft überlagert und in weiteren Bearbeitungsschritten verfeinert werden.

Folgeprojekt läuft

Die Ergebnisse der umfassenden Untersuchungen zur 3-D-Zieldatenaufbereitung überzeugten den Auftraggeber. Seit 2010 arbeitet man jetzt verstärkt an einer Weiterentwicklung der Prozesskette zur 3-D-Zieldatenaufbereitung. Ein Thema ist dabei unter anderem die aufgabenangemessene Visualisierung der Genauigkeit von 3-D-Daten. Mögliche Abweichungen ergeben sich aus der Qualität der zur Verfügung stehenden Daten. Eine eindeutige Visualisierung der Fehlertoleranzen bietet Piloten wichtige Informationen zur detaillierteren Missionsplanung. In Zukunft werden auch Videosequenzen und LIDAR-Daten (Light Detection and Ranging) in die Auswertung und 3-D-Objektbearbeitung mit einbezogen.

Letztendlich werden am Fraunhofer FKIE Vorgaben und Werkzeuge für die Verwendung von 3-D-Objektmodellen in der Missionsplanung entstehen.

1 *Luftbild angereichert mit 3-D-Objektinformationen für ein verbessertes Situationsbewusstsein.*



TEKONOS – EXPERTENHILFE DURCH TELEKOOPERATION

Bei der Reparatur eines komplizierten Gerätes im abgelegenen Gebiet benötigt das Personal vor Ort Unterstützung durch den Experten im Heimatland. Der kombinierte Einsatz von Augmented und Virtual Reality bringt entscheidende Fortschritte in der Telekooperation.

In einem Feldlager hat ein Fahrzeug einen Defekt, der für die Techniker nicht nach Werkstatthandbuch zu beheben ist. Die Solaranlage in einem abgelegenen Gebiet Afrikas ist beschädigt und das Telefonat mit dem Experten bringt keine Lösung. Fahrzeuge und Maschinen sind heute sehr komplex aufgebaut. In militärischen Operationen, in der Katastrophenhilfe und auch im zivilen Sektor ist indes oft Personal vor Ort, das zwar eine standardmäßige Instandhaltung des Gerätes vornehmen kann, aber bei komplizierten Reparaturmaßnahmen die Unterstützung von Fachleuten im Heimatland benötigt.

Bisher war eine gemeinsame Fehlerbearbeitung des Personals vor Ort und des Experten aus der Ferne ausschließlich via E-Mail oder Telefon möglich. Netzwerke mit geringer Bandbreite lassen eine Echtzeit-Videoübertragung zu entlegenen Orten nicht zu.

Seit 2009: TEKONOS

Im vom Bundesamt für Wehrtechnik 2009 beauftragten Forschungsprojekt TEKONOS werden Verfahren entwickelt und untersucht, die auch bei schmalbandigen Netzwerkverbindungen eine interaktive, visuelle Ansicht vermitteln. Ziel ist es, Anwendungen für die Telekooperation nach ergonomischen Gesichtspunkten zu gestalten. Dies ermöglicht dann beispielsweise die gemeinsame

Fehlerbearbeitung von Experten und Technikern vor Ort auch ohne breitbandige Verbindung via Audio / Video-Telekooperation. Kern der Entwicklung ist der kombinierte Einsatz von Augmented Reality AR und Virtual Reality VR zur Telekooperation und einer damit verbundenen Datenreduzierung. Das bedeutet einen erheblichen Fortschritt in der Ferninstandsetzung.

Das Fraunhofer FKIE entwickelte im Jahr 2010 einen prototypischen Aufbau mit allen Grundfunktionalitäten. Im Experimentalmuster besitzt der Techniker vor Ort einen Tablet PC, auf dessen Rückseite eine Kamera montiert ist. Diese Kamera erfasst das zu reparierende Bauteil. Anhand von eindeutigen Markern (2D-Barcodes), welche an den verschiedenen Einzelteilen des zu reparierenden Objekts befestigt sind, kann das System die Kameraposition sowie den Blickwinkel des Technikers genau ermitteln.

So funktioniert's

Anstelle der Videobilder werden ausschließlich diese Positions- und Orientierungsdaten der Kamera an den Experten übermittelt. Dadurch wird die Datenmenge stark reduziert. Das vom Fraunhofer FKIE entwickelte System baut anhand der Identifikationsnummer der Maschinenteile eine virtuelle Darstellung auf, die dem Experten die Sicht des



Technikers vor Ort visualisiert. Das System lädt das jeweilige 3-D-Modell des zu reparierenden Objekts und positioniert die Ansicht entsprechend der empfangenen Positions- und Orientierungsdaten: Es entsteht eine virtuelle Darstellung.

Der Experte arbeitet mit dieser virtuellen Darstellung und sendet Lösungsvorschläge und Tipps mit räumlichem Bezug zurück an den Techniker. Das AR-System des Technikers wiederum bettet diese Information in die reale Sicht ein. Da die virtuellen Hinweise dem Techniker entsprechend der Objektlage angezeigt werden, kann dieser die notwendigen Arbeitsschritte sofort nachvollziehen und ausführen. In beiden Wegen der Datenübertragung – vom Techniker vor Ort zum Experten und retour – sind die Datenmengen so gering, dass eine schmalbandige Mobilfunkverbindung oder Funkverbindung für den Datentransfer ausreicht.

Gemeinsam zum Dual-Use

Die Entwicklungsergebnisse liefern also imposante Vorteile: Die Kommunikation zwischen Techniker und Experte ist wesentlich zielgerichteter, Anweisungen werden schneller verstanden, Fehler schneller erkannt als bei konventionellen Telekooperationssystemen.

Die Forschungsgruppe Human Factors arbeitet in diesem Projekt eng mit der Forschungsgruppe Mensch-Maschine-Systeme zusammen. Externe Partner sind der Bereich Weiterentwicklung der Technischen Schule Landsysteme und Fachschule des Heeres für Technik, Aachen, und das Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung in Koblenz.

Die Ergebnisse des Forschungsprojekts TEKONOS sind nicht nur in militärischen Situationen, sondern auch im zivilen Sektor von großem Nutzen. Die verarbeitende Industrie ist aktuell sehr an einer Weiterentwicklung von sogenannten Telemaintenancesystemen interessiert. Ob bei großen Installationsprojekten in abgelegenen Gebieten, wo die Netzabdeckung häufig nicht ausreicht, oder bei der Überwachung von Fertigungsprozessen, die Ergebnisse von TEKONOS werden einen deutlichen Fortschritt in der zivilen Anwendung bringen.

Ausblick

In 2011 wird daher das Anschlussprojekt ERGAT angestoßen, das zum Ziel hat, eine noch plastischere Darstellung am Arbeitsplatz des Experten zu erreichen. Durch die Einbindung der entwickelten Software in ein stereoskopisches Display soll das Raumempfinden für den Anwender deutlich verbessert werden.

1 Positions- und Orientierungsdaten der Kamera werden vom Techniker vor Ort an den Experten im Heimatland übermittelt.

2 Technische Systeme zeichnen sich durch hohe Komplexität bei Wartung und Instandsetzung aus.



ARMS – SCHAFFT BEWUSSTSEIN, NICHT NUR BILDER

Einsatzkommandos in militärischen und zivilen Einsätzen stehen unter starker physischer und psychischer Belastung. Die Darstellung der benötigten Informationen muss dieser Situation Rechnung tragen. Das Fraunhofer FKIE entwickelt Methoden und Verfahren, die die Interaktion zwischen Mensch und Technik optimieren und damit Kommunikationsprozesse erheblich verbessern.

Mensch und Technik im optimalen Zusammenspiel

Die Einsatzkräfte der Bundeswehr sind zunehmend auf den Umgang mit komplexen Systemen angewiesen. Die Soldaten werden ständig mit unterschiedlichen Aufgaben und neuen Technologien konfrontiert, die ihre ganze Aufmerksamkeit erfordern. Informationen sind daher das »A und O« für einen sicheren und erfolgreichen Einsatz.

Im Rahmen der Vernetzten Operationsführung sind daher alle Einsatzkräfte stets über mobile IT-Systeme mit den zentralen Informationsdiensten verbunden.

Die Forschungsgruppe Human Factors HF am Fraunhofer FKIE entwickelt und evaluiert Methoden und Verfahren, die die Interaktion zwischen Mensch und Technik optimieren. Im Zentrum steht die Frage, wie sich technische Systeme ergonomisch optimal gestalten lassen.

Der Mensch ist ein hochkomplexes Wesen mit sehr unterschiedlichen Eigenschaften und Fähigkeiten, die je nach Situation und Umgebung stark variieren können. Ergonomische Verfahren müssen daher Situationen modellieren, um die Systeme zu optimieren.

ARMS – das Unsichtbare sichtbar machen

Einsatzkommandos – egal ob im zivilen oder im militärischen Bereich – stehen unter starker physischer und psychischer Belastung. Dieser Situation muss die Kommunikationstechnik Rechnung tragen. Alle notwendigen Informationen gilt es so darzustellen, dass sie hinreichend und trotzdem auf das Erfassbare reduziert sind. Hier hilft die computergestützte Erweiterung der Realitätswahrnehmung, die sogenannte Augmented Reality AR. Augmented Reality sorgt dafür, dass sich die Aufmerksamkeit des Betrachters durch die Ergänzung von Bildern oder Videos mit computergenerierten Zusatzinformationen oder virtuellen Objekten in Echtzeit erhöht.

Deshalb gab 2010 das Fraunhofer FKIE den Startschuss für das Projekt ARMS (Augmented Reality als mobiles erweitertes Situationsdisplay). Zusammen mit den unterschiedlichen militärischen Nutzern und dem Unternehmen Rheinmetall Defense Electronics, Bremen, prüfen die Forscher die Einsatztauglichkeit von Augmented Reality im mobilen Außeneinsatz zur operativen Unterstützung von Bodentruppen. Im Rahmen des Projekts erfolgt unter anderem die Entwicklung eines experimentellen Prototyps und die empirische Untersuchung und Optimierung der visuellen Darstellung



2

für Systeme auf Gruppenführerebene. Das Fraunhofer FKIE bildet das gesamte System ab: von der Hardware – einem ultramobilen PC mit Okulardisplay – bis zur Software.

Kern der Entwicklung ist die Kombination eines Live-Videobilds mit eingespielten Texten und gerenderten Geometrien. Dafür ist es notwendig, dass die Translation und Rotation der Kamera zur lagerichtigen Platzierung des virtuellen Objekts erfasst wird – das sogenannte Tracking. Dabei muss im Außenbereich – speziell im unbekanntem Gelände – auf aufwendige Messapparaturen verzichtet werden. Die Forscher verwenden in ihrer Entwicklung stattdessen ein hochgenaues Differential-GPS für die Translation und Inertial-Sensorik.

Ein Leitrechner überträgt über Funk diese Einsatzdaten und Informationen hochaktuell und kontinuierlich an das mobile und sehr kompakte AR-Sichtsystem.

Prototyp mit exzellenter Usability

Nachdem die Recherche und Analyse existierender Systeme der mobilen Augmented Reality durchgeführt wurde, befindet sich das Projekt derzeit in der Entwicklungsphase. Die Forscher konnten bereits einen funktionalen Prototyp zur Demonstration fertigen. Ergebnisse erster empirischer Voruntersuchungen gaben bereits wertvolle Hinweise auf die ergonomische Gestaltung des Sichtsystems, auf denen die weiteren Meilensteine aufbauen werden. In der militärischen Anwendung kann ARmS zukünftig die Führungsfähigkeit, die Beweglichkeit

und letztlich die Überlebensfähigkeit der gesamten Gruppe erhöhen. Das erweiterte Sichtsystem kann das Situationsbewusstsein für entfernte Stellungen und Siedlungen ebenso wie für gegnerische und eigene Einheiten schärfen.

Mobile Augmented Reality eröffnet auch in zivilen Anwendungen eine Vielzahl neuer Möglichkeiten zur Informationsdarstellung. Vermessungskunde, Städteplanung und Baufortschrittsüberwachung sowie Data Mining, Kunst, Kultur und Unterhaltung sind potenzielle weitere Anwendungsbereiche.

ARmS ist Bestandteil der BWB-geförderten Aktivitäten im Umfeld der Modernisierung von Soldatenausrüstungen. Hierunter fällt auch das zukunftsweisende Konzept der Bundeswehr »Infanterist der Zukunft – erweitertes System«. Die Forschungsgruppe Human Factors HF kooperiert in diesem Forschungsauftrag eng mit der Abteilung Sensordaten- und Informationsfusion SDF.

- 1 *Mobile Augmented Reality eröffnet neue Möglichkeiten der Informationsdarstellung im zivilen Sektor.*
- 2 *Augmented Reality sorgt für erhöhte Aufmerksamkeit des Betrachters.*



1

ROBOGASINSPECTOR SORGT FÜR SICHERHEIT

Neuartige Überwachungsverfahren mit autonomen, mobilen Inspektionsrobotern versprechen höhere Qualität und Wirtschaftlichkeit bei der Überwachung von prozesstechnischen Anlagen.

In vielen prozesstechnischen Großanlagen wie Raffinerien und Unternehmen der Versorgungsinfrastruktur, etwa Mülldeponien, müssen und werden die gesetzlichen Anforderungen an Sicherheit zuverlässig erfüllt und die Betriebssicherheit auf hohem Niveau gewährleistet. Die dafür notwendigen

Präventions- und Inspektionsprogramme erfordern vom Menschen täglich teils mehrmals durchgeführte Routineinspektionsgänge, was eine hohe Zeitbeanspruchung bedeutet. Der Inspekteur arbeitet dabei in der Regel ohne Messtechnik und stützt sich unter anderem auf seine persönliche Erfahrung.

Die Entwicklung neuartiger Überwachungsverfahren entlastet das Personal von dieser monotonen und routinemäßigen Tätigkeit. Das Projekt »RoboGasInspector«, das im Rahmen eines Verbundprojekts vom Bundesministerium für Wirtschaft im Programm Autonomik initiiert wurde, verspricht eine erhöhte Güte und Wirtschaftlichkeit der notwendigen Inspektionen. Kern der Entwicklung, an dem neben dem Fraunhofer FKIE acht weitere Projektpartner aus Forschung und Industrie beteiligt sind, ist ein innovatives Mensch-Maschine-System mit intelligenten, kooperierenden und mit Gasfernmesstechnik ausgestatteten Inspektionsrobotern, das frühzeitig Lecks entdecken kann. Das Verfahren bietet gegenüber der Inspektion durch Menschen folgende Vorteile:



▪ **Konstante Inspektionsgüte**

Inspektionsroboter führen die Prüfung nach immer gleichen Qualitätsstandards aus. Außerdem greift das automatisierte Verfahren auf eine zentrale Wissensbasis zurück, die unabhängig von dem Ausbildungsstand des Personals, Daten und Prüfergebnisse bereithält. Weiterhin schaffen mobile Inspektionsroboter eine



bessere Abdeckung des Kontrollgebietes gerade bei weitläufigen Inspektionsgebieten.

▪ Entlastung des Personals

Potenzielle Leckagestellen befinden sich zum Teil an schwer erreichbaren Orten. Die Fernmesstechnik gewährleistet auch an diesen diffizil zugänglichen Stellen eine zuverlässige Inspektion. Auswertung und Dokumentation werden automatisch vom System durchgeführt. Dies führt zu einer deutlichen Arbeitsentlastung der Beschäftigten.

▪ Wirtschaftlich effizienter Prozess

Der Einsatz von mobilen Robotern schafft Freiräume für die menschlichen Operatoren. Diese können Tätigkeiten ausführen, die mit hoher Wertschöpfung wie Planung und leitende Kontrolle verbunden sind.

Die Forscher des Fraunhofer FKIE entwickelten einen autonomen mobilen Inspektionsroboter, der mittels infrarotspektroskopischer und infrarotthermografischer Fernmesstechnik über Sensoren Schwachstellen erfasst. Er fährt selbstständig Inspektionsrouten ab, detektiert Gas und ortet das Leck. Je nach Aufgabe sind auch mehrere Roboter gleichzeitig zur Überwachung im Einsatz: Man spricht hier vom sogenannten Mehrroboterkonzept. In diesem Fall werden unterschiedliche Roboter, die unabhängig voneinander agieren und heterogene Aufgaben übernehmen, über eine zentrale Leitstelle koordiniert.

Das Projekt RoboGasInspector wird gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

VARUS koordiniert unbemannte Systeme

Der Einsatz von unbemannten Systemen – ausgestattet mit Sensorträgern – ist ein essenzieller Bestandteil der Vernetzten Operationsführung. Die gewonnenen Daten ermöglichen, schnell ein aktuelles Lagebild zu generieren und sowohl an die Führung als auch an die Einheiten im Einsatz weiterzuleiten. In diesen Aufgaben werden oft mehrere unabhängig voneinander agierende Roboter eingesetzt. Die Führung eines derartigen Mehrrobotersystems MRS stellt für den Operateur eine komplexe Aufgabe dar. Deshalb sind teilautonome Unterstützungsfunktionen, die den Operateur bei der Führung der Roboter entlasten, von entscheidender Bedeutung. Die Forschungsgruppe Unbemannte Systeme US des Fraunhofer FKIE entwickelt im Projekt VARUS auf Basis von Planungsalgorithmen autonome und teilautonome Kooperationsstrategien, um dem Operateur schnell eine sinnvolle Positionierung des MRS zu erlauben. Das System generiert Vorschläge zur Platzierung und Koordination der unbemannten Fahrzeuge.

- 1 *Mobile Roboter finden Einsatz in Unternehmen der Versorgungsinfrastruktur.*
- 2 *Autonomer mobiler Inspektionsroboter, der mittels infrarotspektroskopischer und infrarotthermografischer Fernmesstechnik über Sensoren Schwachstellen erfasst.*



MANIPUR – ROBOTER ZUM SCHUTZ DES MENSCHEN

Ob in Industrieanlagen giftige Substanzen aufzuspüren sind oder in einem Katastrophengebiet ein Kommunikationsnetzwerk provisorisch neu aufgebaut werden muss – wenn es für Menschen zu gefährlich wird, ist der Einsatz von mobilen Robotern eine hervorragende Alternative.

Die Anforderung an derartige unbemannte Systeme sind hoch: Bereits ein einzelner Roboter verfügt über eine Vielzahl von Sensoren und Bewegungsmöglichkeiten, die überwacht und gesteuert werden müssen. Diese Aufgabe kann selbst geschulte Fernbediener schnell überfordern. Werden mehrere Roboter im Verbund eingesetzt, steigt die Belastung noch einmal erheblich, da der Operateur zusätzlich das sinnvolle Zusammenspiel aller Geräte im Blick haben und leiten muss. Die Forschungsgruppe Unbemannte Systeme US des Fraunhofer FKIE schafft wichtige Grundlagen für eine einfachere und intuitivere Handhabung solch komplexer Mehrrobotersysteme. Dazu entwickelt sie Software für intelligente Unterstützungsfunktionen bei der Steuerung der Roboter sowie Planungswerkzeuge zur besseren Koordination von Mehrrobotersystemen.

ManiPuR – unbemannt und bedienerfreundlich

Die Abwehr der sogenannten CBRNE-Gefahren (chemische, biologische, radiologische, nukleare und explosive Gefahren) ist eine wesentliche Aufgabe der ABC/Se-Truppen der Bundeswehr und der Behörden, die mit Sicherheitsaufgaben betraut sind. Können die Aktivitäten, die bei einem Hilfseinsatz notwendig sind, auf Roboter verlagert werden, trägt dies in erheblichem Maße zum Schutz der Einsatzkräfte

bei. Die Forschungsgruppe Unbemannte Systeme des Fraunhofer FKIE entwickelte in Partnerschaft mit der ABC- und Selbstschuttschule der Bundeswehr in Sonthofen das ABC-Aufklärungssystem. In Erweiterung arbeitet die Forschungsgruppe aktuell an ManiPuR – Modulares Manipulatorfahrzeug.

Ziel des Projekts ist die Untersuchung eines Robotersystems, das

- über einen längeren Zeitraum in einem kontaminierten Gebiet Daten sammelt,
- die Veränderung einer Kontamination überwacht,
- in Räumen mit hoher radioaktiver Dosisleistung operieren kann,
- eine unterbrechungsfreie, verschlüsselte Datenübertragung für ein echtzeitnahes ABC-Lagebild gewährleistet,
- über längere Distanz bis zu einem Kilometer fernzusteuern ist und
- ohne hohen Schulungsaufwand bedient werden kann.

1 *Der Roboter entnimmt ferngesteuert Proben.*





Basis des unbemannten Aufklärungsfahrzeugs ist eine bereits verfügbare Sensorik zur Aufklärung bei atomaren und chemischen Gefahren. Bisher führten ABC/Se-Soldaten diese Systeme in ihrer Ausrüstung mit. Die Forscher des Fraunhofer FKIE statteten einen mobilen Roboter mit diesen Sensorsystemen, die sich bereits im Einsatz bewährt haben, aus. Das mobile Fahrzeug und die Sensorik übermitteln ihre Daten per Funk an die Leitstelle.

Für alle Gefahren im Einsatz

Sensoren können atomare und chemische Stoffe aus der Umgebungsluft hervorragend aufspüren. Anders ist dies bei biologischen und explosiven Stoffen. Da diese derzeit nicht durch Sensoren erfasst werden und in der Regel auch nur im Labor nachzuweisen sind, ist die Entnahme von Proben aus der gefährdeten Umgebung notwendig. Ein mobiler Roboter mit Greifarm schafft die Lösung. Das Fahrzeug agiert teilautonom und entnimmt ferngesteuert die erforderlichen Proben.

Das dazugehörige Kommandofahrzeug ist mit einem Auswerterechner ausgestattet, dessen Bedienschnittstelle den Soldaten bereits durch andere ABC-Anwendungen bekannt ist. Dies hat den Vorteil, dass der Schulungsaufwand gering ist und die Einsatzkräfte mit gewohnten Einsatzmitteln arbeiten können.

Das Fraunhofer FKIE konnte die Systemintegration aller Komponenten im Fahrzeug innerhalb eines Jahres erfolgreich abschließen. Ob im militärischen oder zivilen Bereich: Die entwickelten unbemannten Systeme übernehmen genau die Aufgaben, wo es für Menschen zu gefährlich wird.

- 1 *Unbemannte Systeme übernehmen Aufgaben, die für Menschen zu gefährlich sind.*
- 2 *Der ABC-Schutz durch Menschen erfordert eine hohe Sicherheitsausstattung.*



FACHA – SICHERHEIT FÜR DIE KOMMUNIKATION DER ZUKUNFT

In Konzepten zur zukünftigen Verkehrsinfrastruktur spielt die Kommunikation jedes einzelnen Verkehrsteilnehmers mit dem Verkehrssystem eine große Rolle. So könnten Sender und Empfänger in den Leitplanken von Autobahnen in Kontakt mit jedem vorbeifahrenden Fahrzeug treten und Daten wie derzeitige Geschwindigkeit, bisherige Fahrtdauer oder auch Start und Ziel der Reise abfragen. Im Gegenzug könnten Daten übermittelt werden, welche die Reiseroute betreffen oder die zur automatisierten Steuerung herangezogen werden können.

Im militärischen Bereich existiert die Überlegung, großflächig Sensoren über ein Zielgebiet zu verteilen. Eine über das so geschaffene Sensorfeld fliegende Drohne könnte dann in Kontakt zu jedem einzelnen Sensor treten, dessen Messdaten aufnehmen und an eine Auswertestation weiterleiten. Für die o. g. Anwendungsfelder ist es eine vielversprechende Idee, eindeutige elektronische Schlüssel aus den einzigartigen Eigenschaften des zeitlich sich verändernden Funkkanals zu ermitteln, um so den Datenverkehr zwischen den beiden Kommunikationspartnern zu verschlüsseln.

Die Forschungsgruppe Cyber Defense CD führte 2010 in Kooperation mit der Abteilung Kommunikationssysteme das Projekt FACHA für das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik BSI durch. Ziel des Projekts ist es, das o. g. Verfahren zu bewerten und auch praktisch auf seine Tauglichkeit und Sicherheit zu untersuchen.

Schlüsselgenerierung aus den Eigenschaften des Funkkanals

Grundvoraussetzung für die sichere elektronische Kommunikation ist ein Schlüsselmanagement, also die Verhandlung eines Schlüssels zwischen den Kommunikationspartnern. Mit diesem ausgetauschten Key lässt sich die Kommunikation verschlüsseln und weitere Sicherheitsdienste anwenden. Die Eigenschaften eines Funkkanals werden bestimmt durch Brechung, Reflexion, Streuung und Beugung des übermittelten Signals. Befindet sich mindestens einer der Kommunikationsteilnehmer in Bewegung, verändern sich diese Ausbreitungseigenschaften ständig. Eine Messung ermittelt zu einem bestimmten Zeitpunkt die spezifischen und einzigartigen Charakteristika des Funkkanals. Das Konzept verwendet diese Charakteristika, um einen sicheren und einzigartigen kryptographischen Schlüssel zu erstellen. Dazu werden im Kommunikationsgerät verschiedene Parameter gemessen und auf die Einhaltung



von vorgegebenen Werteschwellen untersucht. Wird ein Schwellwert überschritten, wird an entsprechender Stelle im Schlüssel eine Eins, ansonsten eine Null gesetzt. Ein solcher Schlüssel sollte theoretisch einzigartig und nicht reproduzierbar sein. Er sollte also weder zu berechnen, noch zu erraten, oder aus gleichzeitigen Messungen des Übertragungskanals zu ermitteln sein.

Leistungs- und Sicherheitsbewertung am Fraunhofer FKIE

Um dieses Verfahren untersuchen und bewerten zu können, wurde ein erster prototypischer Versuchsaufbau konzipiert, verschiedene Angriffsszenarien entwickelt und experimentell untersucht. Der Versuchsaufbau besteht dabei aus einem Sensornetzwerk mit verschiedenen Sensorknoten und einer Basisstation.

Für eine Leistungsbewertung wurde die Schlüsselgenerierung unter den verschiedensten Kommunikationsbedingungen untersucht. Ausschlaggebend war hier, unter welchen Bedingungen die Generierung überhaupt gelingt und in welcher Zeit dies passiert.

Ein Schwerpunkt der Experimente lag auf der Sicherheitsbewertung des Verfahrens. Um die Versuchsbedingungen so reproduzierbar wie möglich zu halten, wurden zunächst Tests in einem möglichst

reflexionsarmen Raum unternommen. Dennoch wurde bei jeder Versuchsdurchführung jeder Schlüssel nur einmal erzeugt, so dass von einer hinreichend zufälligen Schlüsselgenerierung ausgegangen werden darf. Weitere Experimente zur Sicherheitsbewertung konzentrierten sich auf die gleichzeitige Messbarkeit der Eigenschaften des Funkkanals durch einen potenziellen Angreifer. Selbst wenn diese Messung wenige Zentimeter von der Antenne eines Kommunikationspartners durchgeführt wird, gelingt es nicht, dieselben Parameter zu messen und daraus den richtigen Schlüssel zu generieren.

Die Experimente bestätigen, dass es sich hierbei um ein vielversprechendes Schlüsselmanagement-Verfahren handelt, das weitere Untersuchungen rechtfertigt.

- 1 *Versuchsaufbau zur Sicherheits- und Leistungsbewertung des Verschlüsselungsverfahrens.*
- 2 *In Konzepten zur zukünftigen Verkehrsinfrastruktur spielt die Kommunikation der Verkehrsteilnehmer mit dem Verkehrssystem eine große Rolle.*



OSKAR – SICHERE KOMMUNIKATION IN GRUPPEN

Geheimhaltung und gesicherte Kommunikation sind im realen militärischen Einsatz Grundvoraussetzung der Sicherheit von Operationen. Bewegt sich eine Fahrzeugpatrouille bestehend aus mehreren Fahrzeugen im feindlichen Gebiet, muss ihre Kommunikation gegen das Abhören von anderen gesichert sein. Jedes Mithören könnte das Operationsziel verraten und eine akute Gefahr für Leib und Leben zur Folge haben.

Im Kampfeinsatz zurückgelassene Kommunikationsanlagen stellen eine besondere Bedrohung dar, weil es den gegnerischen Kräften ermöglicht wird, an der Kommunikation teilzunehmen. Nicht immer ist es möglich, diese aus liegenden Fahrzeugen zu entfernen oder sie außer Funktion zu setzen. Solche Anlagen effektiv auch aus der Ferne aus der Kommunikation ausschließen zu können, ist ein wichtiger Baustein zu mehr Sicherheit in der Kommunikation.

In dem vom IT-AmtBW ins Leben gerufenen Projekt OSKAR (optimierte Sicherheitsmaßnahmen für taktische Kommunikation) der Forschungsgruppe Cyber Defense CD des Fraunhofer FKIE geht es um die automatisierte Aushandlung von Schlüsseln für die Kommunikation in einer Gruppe und damit um die Realisierung einer sicheren Multipunkt-zu-Multipunkt Kommunikation.

Automatisches Schlüsselmanagement

Zum Schutz von elektronischer Kommunikation in einer Gruppe steht man vor allem vor zwei Herausforderungen. Zum einen muss das Problem der Detektion der einzelnen Kommunikationsteilnehmer automatisch gelöst sein.

Das Konfigurieren aller zur Kommunikation berechtigten Gruppenmitglieder von Hand ist zu aufwendig und zeitraubend. Es muss sichergestellt sein, dass neue berechtigte Kommunikationsteilnehmer automatisch einen Schlüssel zugeteilt bekommen und damit an der Kommunikation teilnehmen können.

Die zweite Herausforderung stellt sich insbesondere im militärischen Bereich. Ein bisher berechtigter Kommunikationsteilnehmer ist kompromittiert worden und muss entsprechend aus der Kommunikation ausgeschlossen werden. Dieser explizite Ausschluss muss aus Sicherheitsgründen in kürzester Zeit zu bewältigen sein. Das passiert über das Schlüsselmanagement. Sobald ein kompromittiertes Gerät erkannt wird, wird eine erneute Verteilung eines geänderten Gruppenschlüssels in Gang gesetzt, den der auszuschließende Teilnehmer nicht mehr erhält. Er kann so nicht mehr an der Kommunikation teilnehmen.

Außerdem sollte nicht nur einer, zum Beispiel ein zentraler Server, für die Schlüsselverteilung zuständig sein, sondern in einem Fahrzeugpulk sollten alle die Fähigkeit besitzen,



2

diese Funktion zu übernehmen. Ein Single Point of Failure wird damit ausgeschlossen. Fehlertolerant kann jederzeit ein anderer Kommunikationsteilnehmer die Verteilung der Schlüssel übernehmen.

Eine weitere Anforderung im Projekt ist der Betriebsmodus der einseitigen Funkstille. Ein Teilnehmer kann Daten empfangen, darf aber nicht senden, also aktiv an der Kommunikation teilnehmen. Auch in diesem Fall muss eine Schlüsselverteilung jederzeit möglich sein.

Implementierung im KommServerBW

Die allgemeinen Theorien und Konzepte wurden schon in Vorprojekten spezifiziert. In dem seit 2010 laufenden Projekt OSKAR geht es nun um die konkrete Umsetzung der Verfahren auf der Plattform des Kommunikationsservers der Bundeswehr (KommServerBW).

Der KommServerBW ist in Fahrzeugen der Bundeswehr eingebaut und dient der Vernetzung in einer heterogenen Kommunikationslandschaft. Dazu unterstützt er eine Vielzahl von Übertragungskanälen wie VHF-Funk, Satellit, TETRA, GSM oder auch kabelgebundene Verbindungen. Dabei stellt der VHF-Funk mit Übertragungsraten von etwa 10 kBit/s eine besondere Herausforderung für den sicheren und zeitnahen Austausch von Gruppenschlüsseln dar.

Erste Implementierungen in den KommServerBW wurden schon mit Erfolg getestet. Um für eine gewisse Geheimhaltungsstufe zulassungsfähig zu sein, müssen die verschiedensten Vorgaben konzeptioneller und technischer Art erfüllt sein. Diese Anforderungen zu erfüllen ist die Arbeit in der jetzigen Projektphase.

Parallel zu den Arbeiten der Forschungsgruppe Cyber Defense wird auch in der Abteilung Kommunikationssysteme an der Weiterentwicklung des KommServerBW gearbeitet. Dort steht die Verbesserung des Routings von Daten im Vordergrund.

1 *KommServerBW im Einsatz.*

2 *Fahrzeugpatrouille im feindlichen Gebiet.*

RITA – GEFAHREN ERKENNEN UND ABWEHREN

Der mobilen Ad-hoc-Kommunikation gehört die Zukunft der Funkkommunikation im taktischen Bereich. Infanteristen werden bald Kommunikationsgeräte mit sich führen, die eine spontane Selbstorganisation und -konfiguration des Netzes erlauben und die Kommunikation mit allen Teilnehmern ermöglichen, auch wenn diese sich nicht direkt in Funkreichweite befinden.

Verschlüsselung der Kommunikation in einem solchen Netz ist selbstverständlich. Doch was passiert, wenn ein Kommunikationsgerät in die Hände des Feindes fällt? Das Mithören oder gar Verfälschen der Kommunikation stellt potenziell eine Gefahr für alle Netzwerkteilnehmer dar.

Ein solches Eindringen in ein Ad-hoc-Netzwerk sicher zu erkennen und Entscheidungshilfen zur möglichen Reaktion auf diesen Angriff zu bieten, war das Ziel des vom Bundesamt für Informationsmanagement und Informationstechnik der Bundeswehr IT-AmtBw unterstützten Projektes RITA (Responsive Intrusion Detection of Tactical Ad-hoc Networks). Das Projekt endete im Jahr 2010. Die gewonnenen Erkenntnisse fließen schon in Folgeprojekte ein.

Die Realität simuliert

Prototypen von Geräten oder gar Erfahrungen aus dem Einsatz für die geplante taktische Kommunikation in Ad-hoc Netzwerken sind noch nicht vorhanden. Deshalb war es eine erste Aufgabe des Projekts, ein reales Testszenario zu entwickeln und in einer Beispielanwendung umzusetzen. Zusammen mit dem IT-AmtBw wählten die Forscher des Fraunhofer FKIE dazu sinnvolle Betriebsparameter aus, wie etwa das Routingprotokoll oder das

Funkübertragungsverfahren. Die Wissenschaftler entwickelten auf dieser Grundlage eine Simulation eines Infanteristen-Trupps im Einsatz, wobei sie besondere Sorgfalt auf eine effiziente Umsetzung bei gleichzeitiger Realitätsnähe legten. Die Marschgeschwindigkeit der Soldaten in Abhängigkeit von der Umgebung oder auch die schwankende Qualität der Funkverbindungen zwischen den Soldaten sind nur zwei Beispiele, die so real wie möglich in die Simulation mit einfließen. Alle Funkteilnehmer verhalten sich so, als würden sie sich wirklich im freien Feld bewegen.

Der virtuelle Infanteristen-Trupp besteht aus mehreren Soldaten mit entsprechender Kommunikationsausrüstung am Mann und einem Truppführer mit einer Managementstation. Alle Soldaten sind untereinander in einem Ad-hoc-Netzwerk sowie mit dem Einheitenführer verbunden. Die Managementstation des Einheitenführers innerhalb der Simulation ist perfekt nachgebildet. Sie beinhaltet ein Lagebild bestehend aus einer Übersichtskarte und darin eingeblendet die Position jedes Soldaten. Dazu übermittelt jeder Soldat regelmäßig seine Geoposition. Auch das sich selbst organisierende Verhalten des Ad-hoc-Netzes ist in der Simulation zu beobachten. Man erhält eine Netzwerkübersicht in der alle zur Verfügung stehenden Verbindungen zwischen den einzelnen Soldaten dargestellt sind und sieht, über



welche Knoten die Kommunikation tatsächlich abläuft. Mit ihren Kommunikationsgeräten können die Soldaten die unterschiedlichsten Arten von Daten übertragen. Dazu zählen zum Beispiel Sprache, Text aber auch Vitaldaten oder Informationen über den Zustand der Ausrüstung.

Der Angriff auf das Netz

Angriffe auf Rechnernetze sind hinlänglich bekannt. So überlasten sogenannte Denial-of-Service-Angriffe einen Rechner so, dass er nicht mehr in der Lage ist seine Dienste anzubieten. Hierbei kann durch externe oder interne Kräfte mutwillig eine Überlastung der Kommunikationsstruktur herbeigeführt werden. Auch können Schwachstellen eines Systems ausgenutzt werden, um dieses zu kompromittieren und einen interaktiven Zugang zu erhalten. Gegen diese Angriffe kann man sich heute wirkungsvoll wappnen.

Mit Ad-hoc-Netzwerken im militärischen Einsatz steht man allerdings vor neuen Gefahren, die frühzeitig erkannt werden müssen. Sollte ein Kommunikationsknoten ganz in feindliche Hände geraten, kann das Abhören oder auch der störende Eingriff in den Datenverkehr eine signifikante Bedrohung bedeuten.

Die Forschungsgruppe Cyber Defense CD des Fraunhofer FKIE entwickelte im Projekt RITA Mechanismen, um diese Form von Angriffen sicher zu erkennen und auf sie reagieren zu können. Eine auf den einzelnen Kommunikationsknoten implementierte Sensorik übermittelt dazu vielfältige Zustandsdaten an zentrale oder verteilte Auswertelogiken.

Wird eine auffällige Änderung, also ein unübliches Verhalten registriert (Anomalie), wird dieses automatisch dem Truppführer gemeldet. Der hat dann die Möglichkeit zu reagieren und etwa den entsprechenden Knoten an der Inanspruchnahme bestimmter Dienste zu hindern. Die Wissenschaftler integrierten alle diese Mechanismen in die Simulation, um das Verhalten des Ad-hoc-Netzwerks bei den unterschiedlichen Angriffen zu beobachten und die Wirksamkeit von Gegenmaßnahmen bewerten zu können. Dabei wurde vor allem Wert auf die robuste Implementierung des Intrusion-Detection-Systems gelegt, um damit keine zusätzliche Angriffsfläche zu bieten.

Ein Folgeprojekt befindet sich beim Fraunhofer FKIE bereits in der Bearbeitung: MANET IA/SA (Mobile Ad-hoc-Networks Information Assurance Situational Awareness). Ziel dieses Anschlussprojekts ist es, ein verbessertes Situationsbewusstsein auch auf einer rein technischen Ebene zu schaffen. Das Verdichten aller sicherheitsrelevanten Informationen in einem Ad-hoc-Netz steht im Vordergrund der Untersuchung. Ein zukünftiges System soll damit in die Lage versetzt werden, im angemessenen Maße eigenständig auf Gefahren zu reagieren und die optimalen Handlungsalternativen zu wählen und umzusetzen.

1 *Infanteristen mit Kommunikationsausrüstung im Einsatz.*

AUS DEM INSTITUT



AUS DEM INSTITUT

Fraunhofer FKIE – exzellent in Forschung und Vernetzung

2010 beschreibt das erste komplette Jahr des Instituts als Fraunhofer-Einrichtung. Die Integration in die Fraunhofer-Gesellschaft ist vollständig abgeschlossen und erfolgreich gelungen. Auch der Wechsel an der Spitze des Instituts markiert einen zentralen Punkt im vergangenen Jahr.

Am 25. Juni 2010 übergab Prof. Dr. Jürgen Grosche im Rahmen eines feierlichen Akts seinem Nachfolger Prof. Dr. Peter Martini die Institutsleitung. Es sind vor allem zwei Stärken, die das Fraunhofer FKIE zu einem bedeutenden Mitglied der Fraunhofer-Gesellschaft machen: die Exzellenz in der Forschung und eine hervorragende nationale und internationale Vernetzung in Wissenschaft und Wirtschaft.

Forschung auf höchstem Niveau

Die zahlreichen auch in diesem Bericht vorgestellten Projekte sprechen für sich: Das Fraunhofer FKIE arbeitet auf höchstem wissenschaftlichen Niveau. Zahlreiche persönliche Auszeichnungen von Forschern des Fraunhofer FKIE dokumentieren das hohe Engagement der Mitarbeiter. So wurde PD Dr. Wolfgang Koch, Leiter der Abteilung Sensordatenfusion SDF, in 2010 für seine Arbeiten auf dem Gebiet der Radardatenverarbeitung und Zielverfolgung zum IEEE-Fellow gewählt. Darüber hinaus leitet PD Dr. Wolfgang Koch den IEEE Workshop »Sensor Data Fusion: Trends, Solutions, Applications« Dr. Carsten Winkelholz, Wissenschaftlicher Mitarbeiter der Forschungsgruppe Mensch-Maschine Systemtechnik MMS, wurde zusammen mit Michael Kleiber und Prof. Dr. Christopher Schlick von der IEEE SMC Society mit dem Franklin V. Taylor Best Paper Award auf der IEEE Conference on Systems, Man and Cybernetics ausgezeichnet. Ihr Beitrag untersuchte menschliche Leistungsparameter der kognitiven Verarbeitung von 3-D-Informationen. Dr. Thomas Alexander, Leiter der Forschungsgruppe Human Factors (HF), und die NATO SCI-178 wurden mit dem NATO Scientific Achievement Award 2010 geehrt. Die Gruppe wurde für ihren Beitrag zur Weiterentwicklung der persönlichen Ausrüstung des Soldaten gewürdigt.

National und international vernetzt

Das Fraunhofer FKIE ist führend in der Forschung und Entwicklung zum Thema der Vernetzten Operationsführung. Dies bedeutet selbstverständlich auch, dass das Institut in vielen Gebieten national und international vernetzt ist.

Zusammenarbeit in Verbänden

Das Fraunhofer FKIE Mitglied ist im Fraunhofer-Verbund Verteidigungs- und Sicherheitsforschung VVS. In diesem Verbund koordinieren und realisieren Fraunhofer-Institute ihre Forschungsaktivitäten im Bereich »Defense and Security«. Neben der intensiven Zusammenarbeit mit dem Bundesministerium der Verteidigung und dessen Unterstützung bei der Entwicklung neuer Technologien zum Schutz der Soldaten sieht der Verbund seine Aufgabe im Sicherstellen der Dual-Use-Forschung und die strategische Ausrichtung der Mitgliedsinstitute vor dem Hintergrund einer zukünftigen europäischen Sicherheits- und Verteidigungspolitik. Weiterhin ist das Fraunhofer FKIE Mitglied im Fraunhofer-Verbund IUK-Technologie. Dieser Verbund bietet Unternehmen Unterstützung durch maßgeschneiderte Angebote für Studien, Technologieberatung und Auftragsforschung. Das Fraunhofer FKIE nutzt diese interdisziplinäre Plattform und trägt mit seinem Know-how zur Weiterentwicklung der Zusammenarbeit bei.

Veranstaltungen und Übungen

Fester Bestandteil der Institutsarbeit ist die Beteiligung an der Coalition Warrior Interoperability Demonstration (CWID) in Lillehammer, Norwegen, organisiert. Weiterhin trug das Fraunhofer FKIE, namentlich die Abteilung Kommunikationssysteme KOM, in 2010 zum Gelingen der Übung »Combined Endeavour« in Grafenwöhr bei. Im Mai 2010 fand in Hammelburg die ELROB 2010 statt. Die exzellente wissenschaftliche Planung der Forschungsgruppe Unbemannte Systeme US trug maßgeblich zum Erfolg der Veranstaltung bei.

STANDORTE



FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT

Forschen für die Praxis ist die zentrale Aufgabe der Fraunhofer-Gesellschaft. Die 1949 gegründete Forschungsorganisation betreibt anwendungsorientierte Forschung zum Nutzen der Wirtschaft und zum Vorteil der Gesellschaft. Vertragspartner und Auftraggeber sind Industrie- und Dienstleistungsunternehmen sowie die öffentliche Hand.

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt in Deutschland derzeit mehr als 80 Forschungseinrichtungen, davon 60 Institute. Mehr als 18 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, bearbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 1,65 Milliarden Euro. Davon fallen 1,40 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Zwei Drittel dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Nur ein Drittel wird von Bund und Ländern als Grundfinanzierung beigesteuert, damit die Institute Problemlösungen erarbeiten können, die erst in fünf oder zehn Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft aktuell werden.

Internationale Niederlassungen sorgen für Kontakt zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

Mit ihrer klaren Ausrichtung auf die angewandte Forschung und ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien spielt die Fraunhofer-Gesellschaft eine zentrale Rolle im

Innovationsprozess Deutschlands und Europas. Die Wirkung der angewandten Forschung geht über den direkten Nutzen für die Kunden hinaus: Mit ihrer Forschungs- und Entwicklungsarbeit tragen die Fraunhofer-Institute zur Wettbewerbsfähigkeit der Region, Deutschlands und Europas bei. Sie fördern Innovationen, stärken die technologische Leistungsfähigkeit, verbessern die Akzeptanz moderner Technik und sorgen für Aus- und Weiterbildung des dringend benötigten wissenschaftlich-technischen Nachwuchses.

Ihren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern bietet die Fraunhofer-Gesellschaft die Möglichkeit zur fachlichen und persönlichen Entwicklung für anspruchsvolle Positionen in ihren Instituten, an Hochschulen, in Wirtschaft und Gesellschaft. Studierenden eröffnen sich an Fraunhofer-Instituten wegen der praxisnahen Ausbildung und Erfahrung hervorragende Einstiegs- und Entwicklungschancen in Unternehmen.

Namensgeber der als gemeinnützig anerkannten Fraunhofer-Gesellschaft ist der Münchner Gelehrte Joseph von Fraunhofer (1787 – 1826). Er war als Forscher, Erfinder und Unternehmer gleichermaßen erfolgreich.

*Standorte der Fraunhofer-
Gesellschaft in Deutschland.*

DAS KURATORIUM



DAS KURATORIUM

Das Kuratorium begleitet unsere Forschungsarbeit und berät Institutsleiter und den Vorstand der Fraunhofer-Gesellschaft. Die Mitglieder unseres Kuratoriums aus Industrie, Wissenschaft und Ministerien sind:

Vorsitzender

Univ.-Prof. em. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Holger Luczak

RWTH Aachen
Aachen

Prof. Dr.-Ing. Gerd Ascheid

RWTH Aachen
Aachen

Prof. Dr. Armin B. Cremers

Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität
Bonn

Dipl.-Ing., MBA Thomas Dittler

Dittler & Associates International
Management Consultants GmbH
Schondorf

MinR Marion Felske

BMVg – Bundesministerium der Verteidigung
Bonn

Prof. Dr. Stefan Fischer

Universität zu Lübeck
Lübeck

Prof. Dr.-Ing. Uwe Hanebeck

Karlsruher Institut für Technologie KIT
Karlsruhe

Dr.-Ing. Hans-Joachim Kolb

MEDAV GmbH
Uttenreuth

Dipl.-Ing. Herbert Rewitzer

ROHDE & SCHWARZ GmbH & Co. KG
München

Prof. Dr.-Ing. Axel Schulte

Universität der Bundeswehr München
Neubiberg

Dr. Uwe Wacker

EADS – Deutschland GmbH
Ulm

MinR Dipl.-Ing. Norbert Michael Weber

BMVg – Bundesministerium der Verteidigung
Bonn

Prof. Dr.-Ing. Klaus Wehrle

RWTH Aachen
Aachen

Dr. Thomas H. G. G. Weise

Rheinmetall AG
Düsseldorf

WISSENSCHAFTLICHE BERICHTE

| FKIE-Bericht-Nr. | Titel | Verfassung |
|-------------------------|---|---------------------------------------|
| 190 | Schätzung der Frequenz von GSM-Signalen | Wirth, W.-D. |
| 191 | Aspekte der passiven Emitterlokalisierung durch Hyperbelortung | Kaune, R. |
| 192 | Geografische Orientierung mit egozentrischen und geozentrischen Karten auf einem Head-Mounted-Display und einem Personal Digital Assistant | Pfendler, C.; Thun, J. |
| 193 | Digitale Menschmodelle für die Ergonomische Beurteilung militärischer Arbeitsplätze | Conradi, J.; Weber, M.; Alexander, T. |
| 194 | Weiterentwicklung eines Ansatzes zur Verfolgung ausgedehnter Zielobjekte und grobstrukturierter Objektgruppen | Feldmann, M.; Fränken, D. |
| 195 | Annotation semantischer Rollen in Hunmint-Meldungen basierend auf dem statistischen Standard Parser und der lexikalischen Ressource Verbnet | Nobours, S. |
| 196 | Analyse spezifischer Probleme der tadschikischen Sprache zur multilingualen Erweiterung des Zenon-Systems | Sarmina-Baneviciene, T. |
| 197 | Luftgestützte GSM-Aufklärung | Gläsel, D.; Bogenfeld, J.; Stuch, HP. |
| 198 | Theoretische und simulationsgestützte Untersuchungen zur statistischen Effizienz der blinden Kanalschätzung und Entzerrung mit dem Constant-Modulus-Kriterium | Demissie, B.; Kreuzer, S. |
| 199 | Features and Design Parameters of Passive Localization based on GSM Base Station Illuminator | Nickel, U. |
| 200 | GMTI-Tracking mit Signalstärkeninformation | Mertens, M. |

| | | |
|-----|--|--|
| 201 | Einsatz geographischer Informationssysteme bei der Sensordatenfusion am Beispiel eines passiven Radarsystems | Rick, M. |
| 202 | Neuer Ansatz zur hybriden AOA-/TDOA-Positionsschätzung mittels von Mises-Verteilung | Lasslop, A. |
| 203 | TrackBefore-Detect in distributed Sensor Applications | Govaers, F. |
| 204 | Pedestrian Tracking using INS coupled with Sonar Sensors | Mokni, H. El.; Govaers, F. |
| 205 | Signalparameterschätzung mittels Zyklstationaritätsanalyse | Foerster, W.; Hermanns, F. |
| 206 | Modulare Anbindung von Geoinformationssystemen an FülInfoSys-Konzeption | Krämer, D.; Nimmerrichter, D.; Spielmann, M. |

AUSGEWÄHLTE VERÖFFENTLICHUNGEN

| Verfasser | Titel |
|---|--|
| Adrat, M.; Antweiler, M.; Schmalen, L.; Vary, P.; Clevorn, T. | On the Overshooting Effect in EXIT Charts of Iterative Source-Channel Decoding. In: Proceedings IEEE International Conference on Communications (ICC), Cape Town (South Africa), Mai 2010 |
| Alexander, T. | Funktionale Analyse und Modellierung der zielgerichteten Armbewegung. Zeitschrift für Arbeitswissenschaft (ZArbWiss) 2/2010 |
| Alexander, T., et al. (Eds) | Proceedings of the NATO HFM-169 RWS on Human Dimensions in Embedded Virtual Simulation in Orlando, FL. Neuilly-sur-Seine: NATO RTA |
| Alexander, T.; Conradi, J.; Schlick, Ch. | Applicability of human simulation for enhancing operations of dismounted soldiers. Proceedings of the NATO RTO HFM-202 Symposium on Human Modeling for Military Applications, Amsterdam, 18.-20.10.2010. Neuilly-sur-Seine: NATO RTA |
| Alexander, T.; Pfindler, C. | Serious gaming for the analysis of a tactile navigation display for the dismounted soldier. Proceedings of the 27th Army Science Conference, Orlando, FL, 29.11.-02.12.2011 |
| Bardeli, R.; Wolff, D.; Kurth, F.; Koch, M.; Tauchert, K.-H.; Frommolt, K.-H. | Detecting bird sounds in a complex acoustic environment and application to bioacoustic monitoring. In: Pattern Recognition Letters 31 (2010) 1524–1534 (Elsevier) |
| Barz, C.; Jansen, N.; Thomas, D. | Middleware for Tactical Military Networks. MCC 2010, Wroclaw, Polen |
| Berger, C. R.; Demissie, B.; Heckenbach, J.; Willett, P.; Zhou, S. | Signal Processing for Passive Radar Using {OFDM} Waveforms. In: IEEE J. Select. Topics in Signal Processing, Vol. 4, pp. 226-238 |
| Brunner, M.; Cremers, A.B.; Schulz, D. | Adhering to Terrain Characteristics for Position Estimation of Mobile Robots. In: Lecture Notes in Electrical Engineering (LNEE), Springer, 2010 |
| Chan, H. K.; Lee, H. B.; Xiao, X.; Ulmke, M. | Integrated GMTI Radar and Report Tracking for Ground Surveillance. 13th International Conference on Information Fusion, Edinburgh |
| Coote, R.; Wotzlaw, A. | Recognizing Textual Entailment with Deep-Shallow Semantic Analysis and Logical Inference. Fourth International Conference on Advances in Semantic Processing (SEMAYRO 2010), Florenz, Italien. Best Paper Award. |

- Dalinger, E.; Motz, F. Designing a decision support system for maritime security incident response. In: Turan, O.; Bos, J.; Stark, J.; Colwell, J.L. (Eds.): International Conference on Human Performance at Sea Proceedings 181-188. University of Strathclyde, Glasgow, United Kingdom, June 2010
- Daun, M.; Kaune, R. Gaussian Mixture Initialization in Passive Tracking Applications. 13th International Conference on Information Fusion, Edinburgh.
- Demissie, B.; Kreuzer, S. Statistical efficiency study of blind identification / equalization of two-path channels with the constant-modulus-criterion. In: Proceedings of European Signal Processing Conference (EUSIPCO-2010), Aalborg, Dänemark, August 2010
- Dittrich, D.; Leder, F.; Werner, T. A Case Study in Ethical Decision Making Regarding Remote Mitigation of Botnets Proceedings of Workshop on Ethics in Computer Security Research (WECSR 2010), Tenerife, Canary Islands, Spain, Jan 28, 2010
- Dunte, M. Cycle-based Limitation for Cryptographic Keys to be used in Multimedia Subscription Services. In: Proceedings of Third International Workshop on Wireless Multimedia Computing and Security Services (WIMUCS 2010), Cebu, Philippines, August 2010
Efficient Transmission Infrastructure for Scalable Coded MPEG-4/H.264 Video. In: Proceedings of Third International Workshop on Wireless Multimedia Computing and Security Services (WIMUCS 2010), Cebu, Philippines, August 2010
- El Mokni, H.; Govaers, F.; Brötje, L.; Wieneke, M. Coupled Sonar Inertial Navigation System for Pedestrian Tracking
- Gerhards-Padilla, E.; Aschenbruck, N.; Martini, P. TOGBAD – An Approach to Detect Routing Attacks in Tactical Environments to be published in Wiley Security and Communication Networks, 2010
- Govaers, F.; Koch, W. Distributed Kalman Filter Fusion at Arbitrary Instants of Time. 13th International Conference on Information Fusion, Edinburgh.
Out-of-Sequence Processing of Cluttered Sensor Data Using Multiple Evolution Models. 13th International Conference on Information Fusion, Edinburgh
- Harwardt, C. Comparing Feature Extraction Methods for Speaker Verification with Vocal Effort Mismatch in Training and Test Data. 19th IAFPA, Trier
- Harwardt, C. Investigating the COG Ratio as Feature for Speaker Verification on High-Effort Speech. DiSS-LPSS, Tokio, Japan

ANHANG

STATISTIK AUSGEWÄHLTE VERÖFFENTLICHUNGEN

| Verfasser | Titel |
|----------------------------------|--|
| Hecking, M. & Baneviciene, T. | A Tajik Extension of the Multilingual Information Extraction System ZENON. 15th International Command and Control Research and Technology Symposium. Santa Monica, CA, USA, June 2010 |
| Höckel, S.; Motz, F. | Determination of User Needs for Future Shipboard Systems in the Framework of the IMO e-Navigation Strategy. In: Turan, O.; Bos, J.; Stark, J.; Colwell, J.L. (Eds.): International Conference on Human Performance at Sea Proceedings 535-544. University of Strathclyde, Glasgow, United Kingdom, June 2010 |
| Hunke, S. | Workshoporganisation und Sessionleitung (Session Chair) der Session »Kollaborative Intrusion Detection« auf dem 5. GI Graduierten Workshop über Reaktive Sicherheit (SPRING), Bonn |
| Jahnke, M. | Realisierung von Paketverlusten in IP-basierten Emulationsumgebungen für Mobile Ad-hoc-Netzwerke, J. Hommen, Masterarbeit Fachhochschule Köln, Institut für Nachrichtentechnik. |
| Jahnke, M. | Tagungsorganisation und -leitung (General Chair) der GI-Konferenz „Detection of Intrusions and Malware, and Vulnerability Assessment“ (DIMVA2010), Bonn |
| Käppler WD., et al. (Eds.) | Human Behavior Representation in Constructive Simulation. HFM 128/RTG TR AC/323/TP/250. Neuilly-sur-Seine: NATO RTA |
| Käppler, WD., et al. (Eds.) | VDI 4006 – Blatt 3 Menschliche Zuverlässigkeit – Methoden zur Ereignisanalyse. München: VDI |
| Kaster, J. | Combined Knowledge Management and Workflow Management in C2 Systems – a user centered approach. 15th International Command and Control Research and Technology Symposium. Santa Monica, CA, USA, June 2010 |
| Kaune, R.; Musicki, D.; Koch, W. | On Passive Emitter Tracking in Sensor Networks. In: C. Thomas (Ed.), Sensor Fusion and its Applications, sciyo, ISBN 978-953-307-101-5, pp. 293-318 |
| Kleiber, M.; Winkelholz, C. | Usability of approximated 3D target objects for mission preparation. In: Halimahtun Khalid, Alan Hedge, and Tareq Ahram, editors, Advances in Ergonomics Modeling & Usability Evaluation, Volume 7 of Advances in Human Factors and Ergonomics Series, Miami, USA, July 2010. Taylor & Francis Inc. |
| Klein, G.; Hunke, S.; Jahnke, M. | Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben MANET IA/SA – MANET Information Assurance Situational Awareness Paket 1 (EIB2G/AA045/7F012,,) , Dezember. |

- Klein, G.; Ojamaa, A.; Grigorenko, P.; Jahnke, M.; Tyugu, E. Enhancing Response Selection in Impact Estimation Approaches. In: Proceedings of the MCC2010 Military Communications and Information Systems Conference, Wroclaw, Poland, September 27-28, 2010
- Klein, G.; Rogge, H.; Schneider, F.; Jahnke, M.; Tölle, J.; Karsch, S. Response Initiation for Distributed Intrusion Response Systems in Tactical MANETs. In: Proceedings of the European Conference on Computer Network Defense (EC2ND). Berlin, Germany, October 28-29, 2010
- Klein, G.; Ruckert, C.; Kleiber, M.; Jahnke, M.; Tölle, J. Towards a Model-Based Cyber Defense Situational Awareness Visualization Environment. RTO Workshop »Visualising Networks: Coping with Chance and Uncertainty«. Rome, NY, USA, Oct. 2010
- Klein, G.; Ruckert, C.; Kleiber, M.; Jahnke, M.; Tölle, J. Towards a Model-Based Cyber Defense Situational Awareness Visualization Environment. In: Proceedings of the RTO Workshop »Visualising Networks: Coping with Chance and Uncertainty«. Rome, NY, USA, October 19-21, 2010
- Kreibich, C., Jahnke, M. (Eds.) Detection of Intrusions and Malware, and Vulnerability Assessment Proceedings of the 7th International Conference DIMVA2010, Bonn. Springer-Verlag, Lecture Notes in Computer Science, July 2010
- Leduc, J.; Adrat, M.; Antweiler, M.; Elders-Boll, H. »Is one-to-one Porting of PHY-functionalities from Legacy Waveforms to SDR appropriate?«. In: Proceedings of SDR-Forum 2010 European Reconfigurable Radio Technologies Workshop, Mainz (Germany), June 2010
- Motz, F.; Baldauf, M.; Höckel, S. Concept for Bridge Alert Management. In: Turan, O.; Bos, J.; Stark, J.; Colwell, J.L. (Eds.): International Conference on Human Performance at Sea Proceedings 413-420. University of Strathclyde, Glasgow, United Kingdom, June 2010
- Musicki, D.; Kaune, R.; Koch, W. Mobile Emitter Geolocation and Tracking using TDOA and FDOA Measurements. In: IEEE Trans. on Signal Processing, Vol. 58, No. 3, pp. 1863-1874
- Nickel, U. Design of Generalised 2D Adaptive Sidelobe Blanking Detectors Using the Detection Margin. EURASIP Journal on Advances in Signal Processing 90 (2010), pp. 1357-1372
- Nickel, U. System Considerations for Passive Radar with GSM Illuminators. IEEE Int. Symp. On Phased Array Systems and Technology. Boston, USA 2010.

| Verfasser | Titel |
|---|---|
| Oispuu, M.; Hörst, J. | Azimuth-only Localization and Accuracy Study for Piecewise Curvilinearly Moving Targets. 13th International Conference on Information Fusion, Edinburgh |
| Oispuu, M.; Nickel, U. | Direct Detection and Position Determination of Multiple Sources with Intermittent Emission. In: Elsevier Journal on Advances in Signal Processing, Vol. 90, pp. 3056-3064 |
| Pullen, M., et al.; (Schade, U.) | An Expanded C2-Simulation Experimental Environment Based on BML. Spring 2010 SIW, Orlando, FL |
| Ramakrishnan, V.; Ascheid, G.; Adrat, M.; Antweiler M. | Enabling Glue Code Generation in a Library Based Waveform Development. In: Proceedings of 6th Karlsruhe Workshop on Software Radio, Karlsruhe (Germany), Mar. 2010 |
| Rein, K.; Schade, U.; Frey, M.; Kawaletz, S. | ALARM for Early Warning: A Lightweight Analysis for Recognition of Menace. 13th International Conference on Information Fusion. Edinburgh, UK |
| Rein, K.; Schade, U.; Kawaletz, S. | Uncertainty Estimation in the Fusion of Text-Based Information for Situation Awareness. 13th International Conference on Information Processing and Management of Uncertainty in Knowledge-Based Systems, Dortmund |
| Remmersmann, T.; Brüggemann, B.; Frey, M. | Robots to the Ground. MCC 2010, Wroclaw, Polen |
| Schikora, M.; Bender, D.; Cremers, D; Koch, W. | Passive Multi-Object Localization and Tracking Using Bearing Data. 13th International Conference on Information Fusion, Edinburgh |
| Schmalen, L.; Vary, P.; Clevorn, T.; Adrat, M. | Turbo Source Compression with Jointly Optimized Inner Irregular and Outer Irregular Codes. In: Proceedings of IEEE VTC-10/Fall, Ottawa (Canada), Sept. 2010 |
| Schmidt, H.; Tölle, J. | Reliable Service Availability using Anycast. In: Proceedings of the MCC2010 Military Communications and Information Systems Conference, Wroclaw, Poland, September 27-28, 2010 |
| Singh, S.; Adrat, M.; Antweiler, M.; Ulversoy, T.; Mjelde, T.M.O.; Hanssen, L.; Özer, H.; Zümbül, A. | NATO RTO/IST RTG on SDR: Acquiring and sharing knowledge for developing SCA based Waveforms on SDRs. In: Proceedings of NATO RTO Information Systems Technology Panel Symposium (IST - 092 / RSY - 022), Breslau (Poland), Sept. 2010 |
| Svensson, D.; Ulmke, M.; Danielsson, L. | Joint Probabilistic Data Association Filter for Partially Unresolved Target Groups. 13th International Conference on Information Fusion, Edinburgh |

- Ulmke, M.; Erdinc, O.; Willet, P. GMTI Tracking via the Gaussian Mixture Cardinalized Probability Hypothesis Density Filter. *IEEE Trans. Aerospace and Electronic Systems*, 46 (4), pp.1821-1833
- v. Zeddelmann, D.; Kurth, F.; Müller, M. Perceptual Audio Features for Unsupervised Key-Phrase Detection. In: *Proceedings – ICASSP, IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing 2010, Dallas (TX), USA*
- Welle, J.; Schulz, D.; Bachran, T.; Cremers, A. B. Optimization Techniques for Laser-Based 3D Particle Filter SLAM. In: *Proceedings of the Int. Conf. On Robotics and Automation (ICRA 2010), Anchorage, USA*
- Winkelholz, C.; Kleiber, M.; Schlick, Ch. A Framework for Modeling Human Spatial Information Processing in Command and Control Systems. In: *Proceedings NATO HFM-202 Symposium on Human Modelling for Military Application, 2010, Amsterdam*
 Analysis of the Variability of Three-Dimensional Spatial Relations in Visual Short-Term Memory. In: *Proceedings of the 32nd Annual Conference of the Cognitive Science Society, August 11-14, 2010 in Portland, Oregon, USA, Hrsg.: Ohlsson, S.; Catrambone, R., Austin, TX 2010, S. 1679-1694*
 Modeling the cognitive representation of basic three-dimensional spatial relations in visual short-term memory, In: *IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, 10-13 October 2010, Istanbul, Turkey, Istanbul 2010, ISBN 978-1-4244-6587-3, S. 1838-1845*
- Wollermann (U BN); Schade; Fisseni; Accentuation, Uncertainty and Exhaustivity. *Fourth International Conference on Speech Prosody, Chicago, IL*
- Wotzlaw, A.; Coote, R. Recognizing Textual Entailment with Deep-Shallow Semantic Analysis and Logical Inference, *Fourth International Conference on Advances in Semantic Processing (SEMAPRO), Florenz, Italien*
- Wunder, M., et. al. Semantic Interoperability RTO Scientific Report, AC/323(IST-075)TP/315

TÄTIGKEIT IN GREMIEN DER NATO

| Beitragende | Tätigkeit |
|---|---|
| Adrat, M. | NATO RTO IST-080 Research Task Group on Software Defined Radio NATO C3B Software Defined Radio Users Group Coalition Wideband Networking Waveform (COALWNW) |
| Adrat, M.; Couturier, S.; Liedtke, F. | NATO RTO SCI-222 Research Task Group on »Electronic Warfare Issues of Software Defined Radio« |
| Alexander, T. | EDA: CAPTECH ESM 04 (Human Factors & CBR Protection), Government Expert EDA: Advanced Helmet and Devices for individual Protection (AHEAD), Executive Management Group (EMG) NATO RTO HFM-165 / RTG on Improving Human Effectiveness through Embedded Virtual Simulation, Chairman NATO RTO HFM-216 / RTG on Synthetic Environments for HSI Application, Assessment and Improvement, German Member |
| Antweiler, M. | Wissenschaftliche Leitung des NATO/RTO Symposiums »Military Communication and Networks« (IST-092/ RSY-022), Breslau |
| Barz, C. | NATO RTO IST-090 on »SOA-Challenges for Real-Time and Disadvantaged Grids« |
| Biermann, J. | NATO-RTO IST Task Group on Information Fusion in Asymmetric Operations (RTGonIFAO), IST-065/RTG-028, Januar – Dezember |
| Couturier, S.; Leduc, J. | EDA Project Team Software Defined Radio |
| Demissie, B. | Robots to the Ground. MCC 2010, Wroclaw, Polen |
| Schikora, M.; Bender, D.; Cremers, D; Koch, W. | Member in the Editorial Board of the International Journal of Electronics and Communication (AEÜ- Archiv für Elektronik und Übertragungstechnik), seit März 2010, März – Dezember |
| Gerz, M.; Huy, S.; Schüller, H. | Deutsche Arbeitsgruppe im Rahmen des internationalen Coalition Warrior Interoperability Exercise (CWIX 2010) |
| Ginzler, T. | NATO RTO IST-ET061 Exploratory Task on Interconnected networks and security |
| Grosche, J. | NATO-RTO Information Systems Technology Panel (IST), Chairman |
| Hecking, M. | NATO IST-078/RTG-036 Machine Translation for Coalition Operations |

| | |
|--|---|
| Jansen, N. | NATO IST-090/RTG-043 Service Oriented Architecture (SOA) Challenges for Real Time and Disadvantaged Grid |
| Kaster, A. | EDA: CAPTECH ESM 04 (Human Factors & CBR Protection), CGE |
| Kleiber, M. | NATO IST-085, RTG-041: Interactive Visualisation of Network Dynamics, NATO-Arbeitsgruppe |
| Koch, W. | Lecture Series SET-157, Multisensor Data Fusion: Methods and Applications. Wachtberg, La Spezia (Italien), Reston (USA), Halifax (Kanada), April – Mai |
| Leduc, J.; Adrat, M. | JCGUAV Support Team »Interoperable Command & Control Data Link for UAV« (IC2DL), STANAG 4660 |
| Leduc, J.; Liedtke, F. | NATO C3B SC/6 Ad-Hoc Working Group/2 on V/UHF Communications, mit 2 Meetings/Jahr; NATO-AHWG/2-Expertenteam zur Entwicklung von Schmalbandwellenformen mit 2 Meetings/Jahr |
| Nitsche, T. | NATO IST-079/RTG-037 Decision Support in the Context of an Integrated C2 |
| Özyurt, E.; Witt, O.; Kaster, A. | EDA National Government Expert ESM-04 Human Factors, EDA-Projektgruppe »Demographic Change and Recruitment« |
| Schade, U. | NATO RTO MSG-079 2010 Coalition Battle Management Workshop, Farnborough, UK |
| Schade, U.; Frey, M.; Rein, K. | NATO RTO MSG-048 Coalition Battle Management Language |
| Schade, U.; Rein, K.; Remmersmann, T. | NATO RTO MSG-085 Standardization of C2-Simulation Interoperability (Nachfolgegruppe der MSG-048) |
| Schlick, C. | Human Factors and Medicine Panel (HFM), Member |
| Schneider, F. E. | German Representative and Chair of the Core Group on European Robotics. Deutscher Vertreter (Chairman) in der RTO-IST-032/RTG-014: »Multi-robot systems in military domains« Deutscher Vertreter in der CEPA 15 für »Networked Multi-robot Systems« Deutscher Vertreter in LOI 6 im Bereich Roboti |
| Sevenich, P. | National Expert für EDA CapTec IAP 4 |
| Wunder, M. | Panel Member NATO IST IST-094/RTG-044 Framework for Semantic Interoperability (Nachfolgegruppe der IST-075), Chairman |

IMPRESSUM

Herausgeber

Fraunhofer-Institut für Kommunikation,
Informationsverarbeitung und Ergonomie FKIE
Neuenahrer Str. 20
53343 Wachtberg

Tel.: +49 (0)228 9435-287

Fax: +49 (0)228 9435-685

fkie@fkie.fraunhofer.de

www.fkie.fraunhofer.de

Redaktion

Dr. Michael Gerharz
Bernhard Kleß

Redaktion, Layout, Satz, Lektorat

TEMA Technologie Marketing AG
info@tema.de
www.tema.de

Bildquellen

Bilder © Fraunhofer FKIE, außer:

Titel: 2 Abb. Bundeswehr/Mediendatenbank

S.14, S.18 Abb. 1: Bundeswehr/Mediendatenbank

S.20-21 Abb. 1-2: Bundeswehr/Mediendatenbank

S.26 Abb. 1: Giancarlo Shibayama/Danish Red Cross
(p-PER0059)

S.39 Abb. 2: Bundeswehr/Mediendatenbank

S.40 Abb. 1: Bundeswehr/Mediendatenbank

S.47, S.51 Abb. 2: Bundeswehr/Mediendatenbank

S.53 Abb. 1: Bundeswehr/Mediendatenbank

Alle Rechte vorbehalten.

Vervielfältigung und Verbreitung nur mit Genehmigung
der Redaktion.

Wachtberg, Mai 2011

