



**Fraunhofer** Institut  
Naturwissenschaftlich-  
Technische Trendanalysen



# Jahresbericht 2006



# Jahresbericht 2006

Fraunhofer-Institut für  
Naturwissenschaftlich-Technische  
Trendanalysen INT



# Vorwort des Institutsleiters

Das vergangene Jahr 2006 war für das INT erneut erfolgreich. Insbesondere konnte die Zahl der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, die über die Vertragsforschung finanziert werden können, von 14 im Jahr 2005 auf derzeit 18 gesteigert werden.

Wir sind auch für die nächsten Jahre zuversichtlich, dass dieser Trend anhält, da die grundlegende Neuausrichtung und Rollendefinition staatlicher und quasi-staatlicher Institutionen, die sich mit Sicherheit und Verteidigung befassen, auf nationaler und internationaler Ebene bei weitem nicht abgeschlossen ist. Wir erleben derzeit eindrucksvolle Verschiebungen in der politischen und öffentlichen Wahrnehmung der inneren und äußeren Sicherheit. Die Initiierung eines zivilen nationalen Sicherheitsforschungsprogramms, die enger werdende Abstimmung der Forschungsaktivitäten zwischen dem Bundesministerium der Verteidigung (BMVg) und dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und die analogen Prozesse auch auf europäischer Ebene zeigen, dass im politischen Raum die Notwendigkeit einer Anpassung erkannt worden ist. Aber auch für die Industrie gewinnt die Einbeziehung ihrer eigenen strategischen Konzeptionen in diesen Abstimmungsprozess zunehmende Bedeutung. Es ist zu erwarten, dass vor diesem Hintergrund der Bedarf an Urteilsfähigkeit und Beratung zu langfristigen Technologieentwicklungen und zu ihren Auswirkungen auf die vorsorgliche Planung steigen wird.

Die Einbindung des INT in die Unterstützung ziviler Vorsorgeinstitutionen (u. a. Bundesamt für Strahlenschutz, Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, BND, BKA,



Dr. Uwe Wiemken

Schutzkommission des BMI) hat sich vor diesem Hintergrund verstärkt. Das INT war 2006 mit dem hier entwickelten Messfahrzeug für die nukleare Gefahrenvorsorge in die Alarmpläne der Zentralen Unterstützungsgruppe des Bundes für die Fußball-Weltmeisterschaft einbezogen.

Auch die internationale Kooperation zur Einbeziehung langfristiger Technologieentwicklungen in die staatliche Verteidigungs- und Sicherheitsvorsorge hat sich weiter intensiviert (NATO, European Defence Agency, Lol6<sup>1</sup>-Kooperation). Sie hat das Ziel, den Einfluss der Technologie auf die langfristige Zielfindung herauszuarbeiten und den Prozess der Umsetzung in staatliche

Planungsvorgaben zu unterstützen. Hier ist das INT maßgeblich beteiligt.

Daneben konnte die Zusammenarbeit mit der Industrie (u. a. DaimlerChrysler, Verbände) und mit nationalen und internationalen Forschungseinrichtungen (CERN, DESY, verschiedene Hochschulen) erweitert werden.

Zum Ende des Jahres gingen dann endlich die Bauarbeiten zum Ausbau des Dachgeschosses auch real in die Schlussphase und wir werden im nächsten Jahresbericht über ein ganz neues „Institutsgefühl“ berichten können.

Ich persönlich möchte mich an dieser Stelle auch wieder beim Bundesministerium der Verteidigung, das weiterhin mit der Grundfinanzierung die wissenschaftliche Basis der Institutsarbeit sicherstellt, für die fruchtbare und freundschaftliche Zusammenarbeit bedanken. Auch danke ich allen übrigen Freunden des Institutes, insbesondere den Kuratoren für die Unterstützung in dieser weiterhin interessanten und motivierenden Phase der Instituts Geschichte. Gleichzeitig danke ich allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Institutes für das hohe Engagement in den letzten Jahren.

Dr. Uwe Wiemken

1 Kooperationsvertrag zwischen Frankreich, Großbritannien, Italien, Schweden, Spanien und Deutschland

# Inhalt

Das Institut im Profil	9
Das Institut in Zahlen	10
Organisationsstruktur	12
Das Kuratorium	13
Arbeitsgebiete und Ansprechpartner	14
Die Fraunhofer-Gesellschaft	17
Die Abteilungen	19
Technologieanalysen und -vorausschau (TAV)	19
Übergreifende Analysen und Planungsunterstützung (AP)	23
Nukleare und Elektromagnetische Effekte (NE)	27
Betriebswirtschaft und Zentrale Dienste (BZD)	31
Ausgewählte Arbeitsergebnisse	33
Trends in der Wehrtechnik	33
Explorative Technologie-Roadmaps auf Basis von Sicherheitsszenarien 2020+	39
Mit Neutronen sehen	45
Namen, Daten, Ereignisse	49
Future Security in Karlsruhe am 4. und 5. Juli 2006	49
Trilateraler Workshop im INT am 6. und 7. September 2006	50
Besuch von Ulrike Merten (MdB) im INT am 14. Oktober 2006	51
Lehrveranstaltungen	52
Internationale Zusammenarbeit 2006	53
Anhang	55
Vorträge 2006	55
Publikationen 2006	59
Seminarvorträge im INT 2006	62
Teilnahme an Normungsarbeiten	64
Impressum	65
Anfahrt	65

## Das Institut im Profil

Das Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen INT erstellt einen umfassenden Überblick über die allgemeine Forschungs- und Technologielandschaft und das gesamte Spektrum technologischer Entwicklungen sowohl national als auch international, der laufend aktualisiert wird. Auftraggeber sind Institutionen aus Staat und Wirtschaft. Vertieft wird der allgemeine Überblick durch eigene Fachanalysen und -prognosen auf ausgewählten Technologiegebieten.

Seit über 30 Jahren berät das Institut das Bundesministerium der Verteidigung (BMVg) in Technologiefragen und bei der planerischen Umsetzung neuer Entwicklungen in Forschung und Technologie (FuT). In den vergangenen Jahren wurden zunehmend Forschungsprojekte für andere Ressorts durchgeführt, die mit Sicherheitsvorsorge und langfristigen Veränderungen in der Gesellschaft befasst sind.

Ergänzend zu diesen Studien wird eigene experimentelle und theoretische Forschung zur Einwirkung ionisierender und elektromagnetischer Strahlung auf elektronische Bauelemente und Systeme betrieben.

Das INT ist mit modernster Messtechnik ausgestattet. Die wichtigsten Labor- und Großgeräte sind Strahlungsquellen und elektromagnetische Simulationseinrichtungen, die in dieser Kombination in Deutschland in keiner anderen zivilen Einrichtung vorhanden sind.

Hauptauftraggeber sind Behörden und Organisationen, die mit Sicherheits- und Vorsorgeaufgaben befasst sind und Unternehmen der Luft- und Raumfahrtindustrie und ihre Zulieferer.



Diese Aufgaben werden von den drei Fachabteilungen „Technologieanalysen und -vorausschau (TAV)“, „Übergreifende Analysen und Planungsunterstützung (AP)“ und „Nukleare und Elektromagnetische Effekte (NE)“ wahrgenommen.

Das INT ist Mitglied des Fraunhofer-Verbundes „Verteidigungs- und Sicherheitsforschung (VVS)“.

## Das Institut in Zahlen

### Personal

Im Jahr 2006 konnte bedingt durch eine Stellenkürzung in der Grundfinanzierung eine altersbedingt frei werdende Stelle leider nicht neu besetzt werden.

Durch das weitere Wachstum der Vertragsforschungsabteilung ist es dennoch gelungen, die Gesamtpersonalkapazität per Saldo um drei Stellen auf jetzt 61,5 Stellen (66 Mitarbeiter) zu erhöhen.

Hinzu kommen ständig ca. 15 weitere Mitarbeiter als wissenschaftliche oder studentische Hilfskräfte

	2005		2006	
	besetzte Stellen	Personen	besetzte Stellen	Personen
Grundfinanzierung	43	46	42	45
Projektfinanzierter Teil BMVg	3	3	3	3
Vertragsforschung	12,5	14	16,5	18
<b>Gesamt</b>	<b>58,5</b>	<b>63</b>	<b>61,5</b>	<b>66</b>

und zwei Auszubildende. Für die nächsten Jahre strebt das Institut eine stabile Personalsituation bei weiterhin moderatem Wachstum im Vertragsforschungsbereich an.

### Haushalt

Die Fraunhofer-Gesellschaft unterscheidet zwischen dem Betriebshaushalt und dem Investitionshaus-

Haushalt in 1000 €		2002	2003	2004	2005	2006
Ausgaben	Betriebshaushalt	4 683,8	5 109,3	4 859,0	5 368,0	5 379,5
	davon Personal	3 347,9	3 614,6	3 683,0	3 848,8	3 930,3
	davon Sachaufwand	1 335,9	1 494,7	1 176,0	1 519,2	1 449,2
	Investitionshaushalt	504,7	324,2	390,0	1 133,7	425,3
<b>Gesamt</b>		<b>5 188,5</b>	<b>5 433,5</b>	<b>5 249,0</b>	<b>6 501,7</b>	<b>5 804,8</b>
Finanzierung	Grundfinanzierung	3 890,0	3 830,0	3 800,0	3 910,0	3 881,0
	Projektfinanzierter Teil BMVg	668,0	668,0	766,0	668,0	668,0
	Vertragsforschung	630,5	935,5	683,0	1 923,7	1 255,8

halt. Der Betriebshaushalt umfasst alle Personal- und Sachaufwendungen, der Investitionshaushalt die Anschaffung von Investitionsgütern wie wissenschaftlichen Geräten und Computern.

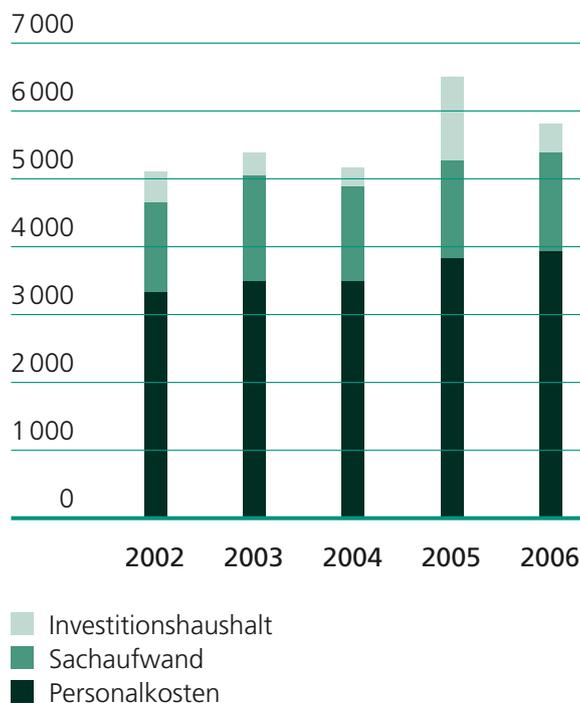
Die Finanzierung der getätigten Ausgaben erfolgt einerseits über die Grundfinanzierung durch das BMVg und andererseits über Erlöse aus Forschungsprojekten.

Trotz einer Kürzung der Grundfinanzierung gegenüber dem Vorjahr konnte die hierdurch nochmals vergrößerte Finanzierungslücke im Haushalt durch die erfolgreiche Vertragsforschung wiederum vollständig geschlossen werden. Nachdem im Vorjahr mehrere größere Anschaffungen von wissenschaftlichen Anlagen projektfinanziert durchgeführt werden konnten, erfolgten im Jahr 2006 wieder Investitionen im üblichen Maße. Hinzu kommen Ausgaben im Umfang von ca. 1 Mio. Euro für den Ausbau des Institutsgebäudes, die nicht im Investitionshaushalt des Instituts enthalten sind, sondern direkt vom Bund finanziert wurden. Hierdurch konnten wir unsere Forschungsinfrastruktur erneut ausbauen und verbessern und damit unsere Grundlage für eine auch in Zukunft erfolgreiche Forschungsarbeit stärken.

Im Jahr 2006 wurden insgesamt 37 verschiedene Vertragsforschungsprojekte bearbeitet, davon 28 für öffentliche Auftraggeber inkl. EU und neun für die Industrie. Größter Auftraggeber ist nach wie vor das Bundesministerium der Verteidigung.

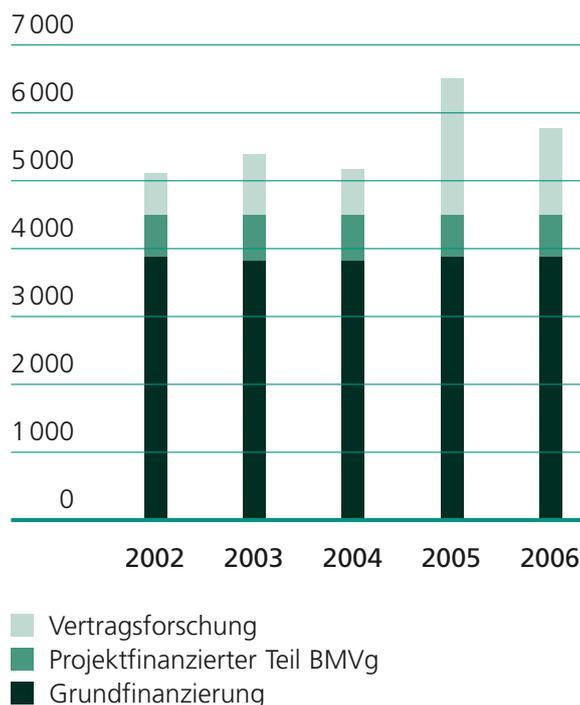
### Der Haushalt im Zeitraum von 2002 bis 2006

in 1000 €



### Die Finanzentwicklung im Zeitraum von 2002 bis 2006

in 1000 €



**Institutsleitung**

Dr. Uwe Wiemken      Telefon: +49(0)2251/18-227  
E-Mail: uwe.wiemken@int.fraunhofer.de

Stellvertretung:  
Dr. Hans-Ulrich Schmidt      Telefon: +49(0)2251/18-248  
E-Mail: hans-ulrich.schmidt@int.fraunhofer.de

Assistenz der Institutsleitung:  
Inge Loepke      Telefon: +49(0)2251/18-217  
E-Mail: inge.loepke@int.fraunhofer.de

## Technologieanalysen und -vorausschau (TAV)

Dr. Thomas Kretschmer      Telefon: +49(0)2251/18-232  
E-Mail: thomas.kretschmer@int.fraunhofer.de

Stellvertretung:  
Dipl.-Phys. Jürgen Kohlhoff      Telefon: +49(0)2251/18-220  
E-Mail: juergen.kohlhoff@int.fraunhofer.de

## Übergreifende Analysen und Planungsunterstützung (AP)

Dr. Joachim Schulze      Telefon: +49(0)2251/18-303  
E-Mail: joachim.schulze@int.fraunhofer.de

Stellvertretung:  
Dipl.-Phys. Paul Thesing      Telefon: +49(0)2251/18-261  
E-Mail: paul.thesing@int.fraunhofer.de

## Nukleare und Elektromagnetische Effekte (NE)

Dr. Hans-Ulrich Schmidt      Telefon: +49(0)2251/18-248  
E-Mail: hans-ulrich.schmidt@int.fraunhofer.de

Stellvertretung:  
Dr. Wolfgang Rosenstock      Telefon: +49(0)2251/18-249  
E-Mail: wolfgang.rosenstock@int.fraunhofer.de

## Betriebswirtschaft und Zentrale Dienste (BZD)

Dr. Harald Wirtz      Telefon: +49(0)2251/18-237  
E-Mail: harald.wirtz@int.fraunhofer.de

Stellvertretung:  
Waltraud Rasmussen      Telefon: +49(0)2251/18-236  
E-Mail: waltraud.rasmussen@int.fraunhofer.de

Dipl.-Math. Wilfried Gericke      Telefon: +49(0)2251/18-259  
E-Mail: wilfried.gericke@int.fraunhofer.de

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit:  
Dipl.-Geogr. Denise Köppen      Telefon: +49(0)2251/18-286  
E-Mail: anne-denise.koepen@int.fraunhofer.de

Bibliotheks- und Fachinformationsdienste:  
Siegrid Hecht-Veenhuis      Telefon: +49(0)2251/18-233  
E-Mail: siegrid.hecht-veenhuis@int.fraunhofer.de

## Das Kuratorium

Das Institut wird durch ein Kuratorium beraten, das sich aus Persönlichkeiten aus Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und Verwaltung zusammensetzt. Das Kuratorium des INT tagte im Berichtszeitraum einmal.

### Vorsitz bis Juni 2006:

Dr. Ralf Dornhaus *Forschungsgesellschaft für Angewandte Naturwissenschaften*

### Vorsitz ab Juni 2006:

Prof. Dr. Horst Geschka *Geschka & Partner*

### Mitglieder:

Herr Manfred Braitingner *IABG GmbH*

Prof. Dr. Bernd Staginnus *Wehrwissenschaftliches Institut für Schutztechnologien*

Prof. Dr. Wolfgang Fahrner *Fernuniversität Hagen*

Dr. Hans-Ulrich Wiese *früher: Fraunhofer-Gesellschaft*

Prof. Dr. Horst Geschka *Geschka & Partner*

Dr. Christian Klee *Diehl-BGT-Defense*

MinR Hartmut Wolff *Bundesministerium der Verteidigung*

Dr. Walter Kroy *THARSOS*

Dr. Heinz-Josef Kruse *Rheinmetall*

Dr. Dr. Axel Zweck *VDI-Technologiezentrum*

Prof. Dr. Eckard Minx *DaimlerChrysler*

Ein Mitglied des Fraunhofer Vorstands



Von links nach rechts: R. Dornhaus, H.-J. Kruse, M. Braitingner, H. Wolff, U. Wiemken, H.-U. Wiese, W. Kroy, E. Minx, H. Geschka, W. Fahrner, C. Klee, A. Zweck

# Arbeitsgebiete und Ansprechpartner

## Arbeitsgebiete und Ansprechpartner

### Technologiemonitoring

Technologietrends; Technologiefrüherkennung;  
internationale FuT-Landschaft

Dr. Thomas Kretschmer  
Telefon: +49(0)22 51/18-232  
E-Mail: thomas.kretschmer@int.fraunhofer.de

Dr. Claudia Notthoff  
Telefon: +49(0)22 51/18-288  
E-Mail: claudia.notthoff@int.fraunhofer.de

### Technologievorausschau

Technologieprognosen; Technikfolgen-  
abschätzungen; Wehrtechnische Vorausschau

Dipl.-Phys. Jürgen Kohlhoff  
Telefon: +49(0)22 51/18-220  
E-Mail: juergen.kohlhoff@int.fraunhofer.de

Dr. Ulrik Neupert  
Telefon: +49(0)22 51/18-224  
E-Mail: ulrik.neupert@int.fraunhofer.de

### Technologieanalysen

Werkstoffe; Nanotechnologie; Informations- und  
Kommunikationstechnik; Weltraumtechnik;  
Biologische Technologien; Robotik/Unbemannte  
Systeme

Dr. Matthias Grüne  
Telefon: +49(0)22 51/18-282  
E-Mail: matthias.gruene@int.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Stefan Reschke  
Telefon: +49(0)22 51/18-221  
E-Mail: stefan.reschke@int.fraunhofer.de

## Nationale und internationale Forschung und Technologie

Analysen und Beratung zu nationaler, europä-  
ischer und transatlantischer wehrtechnischer FuT,  
zur Europäischen Sicherheitsforschung, wehrtech-  
nischen Industrie und Europäischen Sicherheits-  
und Verteidigungspolitik (ESVP)

Dipl.-Wirtsch.-Inform. Dirk Thorleuchter  
Telefon: +49(0)22 51/18-305  
E-Mail: dirk.thorleuchter@int.fraunhofer.de

Dr. Sabine Müller  
Telefon: +49(0)22 51/18-283  
E-Mail: sabine.mueller@int.fraunhofer.de

## Sicherheit und Aspekte atomarer/chemischer Bedrohung

Technologische Aspekte asymmetrischer Bedroh-  
ung; Abschätzung des Bedrohungspotenzials von  
Kernwaffen; Gefahrenpotenziale von chemischen  
Kampfstoffen und toxischen Industriechemikalien.

Dr. Christoph Pohl  
Telefon: +49(0)22 51/18-306  
E-Mail: christoph.pohl@int.fraunhofer.de

Dr. Sonja Grigoleit  
Telefon: +49(0)22 51/18-309  
E-Mail: sonja.grigoleit@int.fraunhofer.de

## Erweiterte Luftverteidigung und neue Technologien

Analysen zu technologischen und konzeptionellen  
Aspekten der Erweiterten Luftverteidigung;  
Machbarkeitsabschätzungen neuartiger wehrtech-  
nischer Systemansätze; die Transformation der  
Bundeswehr – Auswirkungen auf die FuT-Planung

Dipl.-Phys. Stefanie Goymann  
Telefon: +49(0)22 51/18-254  
E-Mail: stefanie.goymann@int.fraunhofer.de

Dr. Wolfgang Winkelmann  
Telefon: +49(0)22 51/18-231  
E-Mail: wolfgang.winkelmann@int.fraunhofer.de

**Informationsbeschaffung und -management**  
IT-Strategien; FuT-Informationssysteme; Methoden der Informationsstrukturierung und -darstellung; XML-Anwendungen

Dipl.-Phys. Paul Thesing  
Telefon: +49(0)22 51/18-2 61  
E-Mail: paul.thesing@int.fraunhofer.de

Dipl.-Math. Beate Becker  
Telefon: +49(0)22 51/18-2 60  
E-Mail: beate.becker@int.fraunhofer.de

**Elektromagnetische Effekte**

Einkopplung elektromagnetischer Felder; Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV, EMC); Mikrowellen-Messtechnik; High Power Microwave (HPM), elektromagnetische Bedrohung

Dr. Hans-Ulrich Schmidt  
Telefon: +49(0)22 51/18-248  
E-Mail: hans-ulrich.schmidt@int.fraunhofer.de

Dipl.-Phys. Christian Braun  
Telefon: +49(0)22 51/18-247  
E-Mail: christian.braun@int.fraunhofer.de

**Nukleare Detektionsverfahren und Sicherheitspolitik**

Nukleare Bedrohung und Risiken einschließlich Terrorismus; naturwissenschaftliche Aspekte der Sicherheitspolitik; Entwicklungsstand/Missbrauchspotenzial von Kernwaffen; Abrüstung und Proliferation; nukleare Verifikation mit zerstörungsfreien Messverfahren; mobiles Nuklear-Messsystem; Neutronenspektroskopie; aktive Neutroneninterrogation; Umweltradioaktivität; Strahlenschutz

Dr. Wolfgang Rosenstock  
Telefon: +49(0)22 51/18-249  
E-Mail: wolfgang.rosenstock@int.fraunhofer.de

Dr. Theo Köble  
Telefon: +49(0)22 51/18-271  
E-Mail: theo.koeble@int.fraunhofer.de

**Kernstrahlungseffekte in Elektronik und Optoelektronik**

Lichtwellenleiter (LWL); LWL-Dosimetrie; faser-optische Bauelemente; integrierte Optik; optische Übertragungs- und Sensorsysteme; Halbleiter-Bauelemente; Neutronenstrahlung; Röntgen- und Gammastrahlung; Protonenstrahlung; Dosimetrie; Strahlungsdetektion

Dr. Stefan Metzger  
Telefon: +49(0)22 51/18-2 14  
E-Mail: stefan.metzger@int.fraunhofer.de

Dr. Jochen Kuhnhenhenn  
Telefon: +49(0)22 51/18-200  
E-Mail: jochen.kuhnhenhenn@int.fraunhofer.de

## Die Fraunhofer-Gesellschaft

Forschung für die Praxis ist die zentrale Aufgabe der Fraunhofer-Gesellschaft. Die 1949 gegründete Forschungsorganisation betreibt anwendungsorientierte Forschung für die Wirtschaft und zum Vorteil der Gesellschaft. Vertragspartner und Auftraggeber sind Industrie- und Dienstleistungsunternehmen sowie die öffentliche Hand. Im Auftrag von Ministerien und Behörden des Bundes und der Länder werden zukunftsrelevante Forschungsprojekte durchgeführt, die zu Innovationen im öffentlichen Nachfragebereich und in der Wirtschaft beitragen.

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 Weiterentwicklung, verbessern die Akzeptanz moderner Technik und sorgen auch für Information 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, in anderen Bereichen der Wissenschaft, in Wirtschaft und Gesellschaft. Studentinnen und Studenten an Fraunhofer-Instituten eröffnen sich wegen der praxisnahen Ausbildung und Erfahrung hervorragende Einstiegs- und Entwicklungschancen in Unternehmen.

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt derzeit mehr als 80 Forschungseinrichtungen, davon 56 Institute, an 40 Standorten in ganz Deutschland. 12 500 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, bearbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 1,2 Milliarden €. Davon fallen mehr als 1 Milliarde € 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.

Niederlassungen in Europa, in den USA und in Asien sorgen für Kontakt zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.



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

# Die Abteilungen

## Technologieanalysen und -vorausschau (TAV)

### Technologieanalysen und -vorausschau (TAV)

Die Abteilung Technologieanalysen und -vorausschau (TAV) des INT hat die Aufgabe, möglichst umfassend die Entwicklung von Naturwissenschaft und Technik im In- und Ausland zu beobachten und hinsichtlich ihrer langfristigen Relevanz für Auftraggeber aus Staat und Wirtschaft zu analysieren. Das Ziel ist, Informationen über die wichtigsten Problemstellungen, Ergebnisse und Aktivitäten aus diesem Bereich zu beschaffen und auszuwerten und somit eine Basis für langfristige Technologieprognosen und Planungsprozesse zu schaffen.

Hauptauftraggeber ist das Bundesministerium der Verteidigung (BMVg). Hier hat die Abteilung die Aufgabe, die durch neue Technologien gegebenen Rahmenbedingungen so rechtzeitig zu identifizieren, dass sie mit möglichst großem Nutzen in die langfristige Planung einfließen können. Außerdem ist der Auftraggeber bei der naturwissenschaftlich-technischen Beurteilung von neuen Funktionsprinzipien und technologischen Entwicklungen zu unterstützen.

Die Arbeit der Abteilung gliedert sich in die drei Aufgabengebiete:

- **Technologiemonitoring:**  
Beobachtung und Analyse der wichtigsten Entwicklungslinien in Forschung und Technik im nationalen und internationalen Bereich,
- **Technologievorausschau:**  
Erarbeitung von Dokumentationen und Analysen zu langfristigen Technologieentwicklungen,
- **Technologieanalysen:**  
Fachlich vertiefte Untersuchungen zu speziellen technologischen Fragestellungen.

Die für den Amtsbereich des BMVg bestimmten Arbeitsergebnisse der Abteilung werden im Wesentlichen in dem Dokument „Wehrtechnische Vorausschau (WTV)“ mit einer zugehörigen Berichtsreihe „Analysen und Expertisen zur Wehrtechnischen Vorausschau“ dokumentiert. Hinzu kommen Einzelbeiträge zu bestimmten Fragestellungen sowie zu abteilungsübergreifenden Arbeiten des Instituts.



Dr. Thomas Kretschmer  
Telefon: +49(0)2251/18-232  
E-Mail: thomas.kretschmer@int.fraunhofer.de

Darüber hinaus werden allgemein zugängliche Plattformen zur Ergebnisdarstellung genutzt, wie feste Rubriken in Fachzeitschriften, Publikationen und Workshops.

### Technologiemonitoring

Dieses Aufgabengebiet hat das Ziel, einen möglichst umfassenden Überblick über alle langfristigen Technologieentwicklungen zu schaffen und zu dokumentieren. Die wesentliche Grundlage bildet hier die kontinuierliche Beobachtung und Analyse der internationalen Forschungslandschaft, um neue wissenschaftliche und technische Erkenntnisse möglichst frühzeitig zu identifizieren. Hierbei werden sowohl inhaltliche als auch institutionelle Aspekte einbezogen.

Das Technologiemonitoring stützt sich in erster Linie auf die Erfassung und Auswertung von relevanten Informationsquellen ab. Hierzu gehören technisch/wissenschaftliche Zeitschriften mit Überblickscharakter, Jahres- bzw. Ergebnisberichte und Hauszeitschriften von Institutionen mit hoher FuE-Relevanz, Beschreibungen und Ergebnisdarstellungen internationaler Forschungsprogramme sowie Publikationen über technologische Zukunftsanalysen und Prognosen. Ein immer größer werdender Teil dieser Quellen wird inzwischen über das Internet angeboten.

# Technologieanalysen und -vorausschau (TAV)

Ein weiterer Weg der Informationsbeschaffung beruht auf unmittelbaren Kontakten mit externen Wissensträgern in Forschung und Industrie. Genutzt werden sowohl Befragungen bzw. Interviews als auch die Initiierung, Vergabe und Auswertung von Analysen und Expertisen zu speziellen technologischen Themenstellungen. Das inhaltliche Spektrum der zu beobachtenden

Das herausragende Produkt bildet hier die „Wehrtechnische Vorausschau (WTV)“. Sie hat das Ziel, rüstungstechnische, militärische und sicherheitspolitische Planer im gesamten Amtsbereich des BMVg über langfristige, wehrtechnisch relevante Technologieentwicklungen zu informieren. Das Dokument erscheint in mehrjährigem Abstand. Die Erarbeitung der aus vier Teilbänden



Die Mitarbeiter der Abteilung Technologieanalysen und -vorausschau  
Von links nach rechts: T. Kretschmer, U. Neupert, W. Nätzker, A. Pichler, E. Lennartz, M. Grüne, C. Notthoff, S. Reschke, K. Ruhlig, S. Weniger, T. Euting, R. Kernchen, J. Kohlhoff, B. Weimert, H. Wessel

Informationsvielfalt umfasst derzeit ca. fünfzig naturwissenschaftlich-technologische Gebiete, die sich grob den vier Themenclustern Materie & Energie, Information & Wissen, Leben & Natur sowie Wirtschaft & Gesellschaft zuordnen lassen.

## Technologievorausschau

Ziel dieses Aufgabengebietes ist die Überführung der durch das Technologiemonitoring erfassten Informationen in Aussagen über langfristige Trends, die in ihrer Gesamtheit ein möglichst vollständiges Bild der zukünftigen Entwicklung von Wissenschaft und Technik ergeben sollen.

bestehenden aktuellen Ausgabe der WTV stellte auch im vergangenen Jahr einen wesentlichen Arbeitsschwerpunkt der Abteilung dar. Eine wichtige Grundlage der WTV bildet die Initiierung, Betreuung und Auswertung vertiefender Einzelanalysen, die durch Mitarbeiter der Abteilung sowie durch externe Fachleute erstellt werden. Diese Ergebnisse werden in der vom INT herausgegebenen Berichtsreihe „Analysen und Expertisen zur Wehrtechnischen Vorausschau“ dokumentiert.

Neben diesen in erster Linie für den Amtsbereich des BMVg bestimmten Produkten wurden in den letzten Jahren die Bemühungen verstärkt, die Ergebnisse der Abteilungsarbeit einer breiteren

Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Hier ist in erster Linie die bereits seit zehn Jahren bestehende feste Rubrik in der Monatszeitschrift „Strategie und Technik“ zu nennen, in der über aktuelle technologische Entwicklungen berichtet wird.

Ferner führt die Abteilung im Abstand von ein bis zwei Jahren in Kooperation mit der Unternehmensberatung Geschka & Partner eine Fachveranstaltung zum Thema „Technologische Trends“ durch, die sich an FuE-Führungskräfte aus der Industrie wendet. Ein weiteres wichtiges Forum bildet die im Jahre 2004 begonnene Schriftenreihe „Technologie, Verteidigung und Sicherheit“ im Report-Verlag, die vom Abteilungsleiter gemeinsam mit dem Institutsleiter herausgegeben wird.

Einen herausragenden Arbeitsschwerpunkt im vergangenen Jahr bildete die Mitwirkung an einem übergreifenden Projekt der Fraunhofer-Gesellschaft. In Form eines vom Präsidenten herausgegebenen Technologieführers, der Anfang 2007 erschienen ist, wurden die Grundlagen, Anwendungen und Haupttrends der derzeit wichtigsten Technologieentwicklungen dargestellt und erläutert. Die Autoren der ca. 100 Einzelbeiträge kommen sowohl aus der Wissenschaft als auch aus der Industrie. Von den insgesamt 13 behandelten Technologiefeldern wurden die Arbeiten in den Themenbereichen Materialien, Energie und Ressourcen, Transport und Mobilität sowie Verteidigung und Sicherheit fachlich und redaktionell betreut sowie sieben Einzelbeiträge durch Mitarbeiter der Abteilung erstellt.

## Technologieanalysen

Neben der fachlich übergreifenden Arbeit in den Aufgabengebieten Technologiemonitoring und -vorausschau werden von der Abteilung ausgewählte technologische Fragestellungen vertieft untersucht. Hierzu gehören einerseits Themenbereiche, in denen durch spezielle Studien und Analysen in der Vergangenheit bereits umfangreiche Expertise erworben wurde. Andererseits soll hier Kompetenz in Technologiefeldern erschlossen werden, für die in Zukunft mit erhöhtem Informationsbedarf durch das BMVg oder andere Auftraggeber zu rechnen ist. Dieses

Aufgabengebiet wird neben der Anfertigung fachlicher Einzelanalysen durch Mitarbeiter der Abteilung wesentlich durch die Initiierung, Steuerung, Koordinierung und Auswertung der bereits o. g. externen Studien und Expertisen bestimmt. Es umfasst derzeit acht Themenkomplexe.

Ein fachlicher Schwerpunkt, der in Form von Studienprojekten und durch viele Publikationen ausgebaut werden konnte, besteht seit langem im Bereich neuer Werkstoffe. So gestaltet die Abteilung seit Mitte der neunziger Jahre eine feste Rubrik in einer Werkstoff-Fachzeitschrift, wo in jährlich sechs Beiträgen über wichtige Werkstofftrends berichtet wird.

Eine wichtige Aufgabe im letzten Jahr bildete die Mitwirkung an dem umfangreichen EU-Forschungsprojekt SMART (Foresight Action for Knowledge Based Multifunctional Materials Technology). Im Rahmen eines multinationalen Konsortiums (D, F, GB, Slowakei) ist das INT u. a. federführend für die Identifizierung zukünftiger Forschungsthemen im Bereich multifunktionaler Werkstoffe zuständig.

Zu einem weiteren herausragenden Vertiefungsgebiet der Abteilung hat sich die Analyse der wissenschaftlichen und technologischen Grundlagen des generellen Anwendungspotenzials sowie der wehrtechnischen Implikationen der Nanotechnologie entwickelt. Hierzu wurde im letzten Jahr im IRB-Verlag ein Buch publiziert, das auf einer Studie basiert, mit der das INT durch das Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) beauftragt wurde.

Im Themenbereich Robotik/Unbemannte Systeme werden alle Aspekte untersucht, die sich mit der zukünftigen Rolle der Automatisierung insbesondere im militärischen Bereich befassen.

Ausgangspunkt der Überlegungen ist der ständig zunehmende Trend zu unbemannten, militärischen Land-, Luft- und Seesystemen, die sowohl abgesetzt eingesetzt werden als auch möglichst präzise treffen und wirken können.

Die Arbeiten im Bereich der Informationstechnik wurden in der letzten Zeit wesentlich durch Fragen im Zusammenhang mit Informationssicherheit und Informationsoperationen sowie Bildverarbeitung und Mustererkennung bestimmt.

# Technologieanalysen und -vorausschau (TAV)

Ein weiteres Vertiefungsgebiet der Abteilung umfasst den Themenkomplex Biologische Technologien und Lebenswissenschaften, der sich immer stärker als der dominierende wissenschaftlich technische Schlüsselbereich der kommenden Jahrzehnte herauskristallisiert.

Die wesentliche Aufgabe besteht hier in der Erfassung und Analyse aller Entwicklungen, bei denen biologische Technologien und Systeme (z.B. Biosensoren, -materialien, -computer) im Vordergrund stehen.

Da insbesondere der erdnahe Weltraum immer stärker als ein zukünftiges militärisches Operationsgebiet an Bedeutung gewinnt, werden die technologischen Aspekte der militärischen Nutzung des Weltraums vertieft untersucht.

Einen relativ neuen Schwerpunkt der Abteilungsarbeit bilden Fragestellungen aus dem Bereich der Energietechnik. Hier wurde im letzten Jahr im Rahmen eines Projekts für den Deutschen Bundestag eine umfassende Studie über den Stand und die Perspektiven von Energiespeichertechnologien angefertigt.

Ausgelöst durch die aktuelle nationale und internationale Interessenlage im Bereich Öffentliche Sicherheit kristallisiert sich die Untersuchung der technologischen Aspekte dieses Themenkomplexes immer stärker zu einem zukünftigen Arbeitsschwerpunkt der Abteilung heraus. Neben Einzelanalysen zu Fragen der Zugangskontrolle, Überwachung, Gefahrstoffabwehr sowie Katastrophenschutz und Rettungswesen stand hier im letzten Jahr die Erarbeitung einer technologieorientierten Taxonomie im Vordergrund.

## Übergreifende Analysen und Planungsunterstützung (AP)

Die Abteilung AP unterstützt und berät Institutionen bei der Forschungs- und Technologieplanung (FuT-Planung) und bei der Erstellung von FuT-relevanten Konzepten und Studien. Diese Aufgabe wird von Wissenschaftlern unterschiedlicher Fachrichtungen (Physik, Geophysik, Geographie, Chemie, Ingenieurwissenschaften, Wirtschaftswissenschaften und Informatik) wahrgenommen. Langjährige kontinuierliche Beobachtung der FuT-Entwicklungen, Erfahrung in Planungsprozessen, Methodenkenntnisse und naturwissenschaftlich-technisches Hintergrundwissen liefern die notwendige Grundlage für die Beurteilung technischer Machbarkeit, Realisierbarkeit von Projekten und individuelle Unterstützungs- oder Beratungsleistungen. Darüber hinaus werden vertiefende und bewertende Analysen zu wissenschaftlichen und technologischen Fragestellungen unter Einbeziehung ökonomischer und politischer Aspekte erstellt. Hierzu werden anwendungsnahe Informationssysteme unter Berücksichtigung neuer Erkenntnisse aus dem Wissens- und Informationsmanagement entwickelt und genutzt.

Die Abteilung hatte im Jahr 2006 ihre vier Arbeitsgebiete neu strukturiert:

- Nationale und Internationale Forschung und Technologie,
- Sicherheit und Aspekte atomarer/chemischer Bedrohung,
- Erweiterte Luftverteidigung und neue Technologien,
- Informationsbeschaffung und -management.

### Nationale und Internationale Forschung und Technologie

Eine der Kernkompetenzen der Abteilung ist die Fähigkeit zur Unterstützung des Bundesministeriums der Verteidigung (BMVg) bei der Planung der wehrtechnischen Forschung und Technologie (FuT). Die Abteilung erarbeitet u. a. Vorschläge für die zukünftige Gestaltung und Schwerpunktsetzung des Planungsprozesses auf nationaler und EU-Ebene und identifiziert Kooperationsmöglichkeiten mit anderen Nationen.



Dr. Joachim Schulze  
Telefon: +49(0)2251/18-303  
E-Mail: joachim.schulze@int.fraunhofer.de

Die Abteilung besitzt somit im Bereich der wehrtechnischen FuT die inhaltlichen und methodischen Voraussetzungen, um das BMVg bei der nationalen Positionsbestimmung und Schwerpunktsetzung unter Berücksichtigung der sicherheitspolitischen Entwicklungen sowohl in der EU und ihrer Länder als auch weltweit kompetent zu unterstützen.

Auf nationaler Ebene wurde das BMVg im Berichtszeitraum beispielsweise bei der Aufstellung eines umfassenden zivilen Sicherheitsforschungsprogramms unter Federführung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) mit einem Fördervolumen von 123 Mio. € im Zeitraum 2007 bis 2010 unterstützt.

Mit der Erstellung explorativer Roadmaps ist die Abteilung sowohl inhaltlich als auch methodisch in der Lage, Innovationspotentiale ausgewählter Technologien langfristig (bis etwa 2020) aufzuzeigen. Details hierzu sind in einem weiteren Artikel des aktuellen Jahresberichts erläutert.

Die Entwicklung verschiedener sicherheitsrelevanter europäischer Organisationen und Abkommen wurde bzw. wird kontinuierlich verfolgt und dokumentiert. Es wurden u. a. weitere detaillierte Berichte über Planung, Koordinierung und thematische Schwerpunkte der FuT Politiken ausgewählter Staaten verfasst.

# Übergreifende Analysen und Planungsunterstützung (AP)

Nachdem bereits 2005 Berichte zu Frankreich, Großbritannien und Spanien erstellt wurden, erfolgte dies im Jahr 2006 für die Länder China, Schweden, Italien, die russische Föderation, die Niederlande und Israel. Auf dieser Grundlage ist es möglich, das BMVg bei nationalen Vertretungen in internationalen Gremien zu unterstützen. Außerdem wurde das Knowhow der Abteilung bezüglich Internationaler Verteidigungs- und Sicherheitsforschung in einem neuen Informationssystem zusammengefasst und soll dem Auftraggeber zur Verfügung gestellt werden. Aufbauend auf der detaillierten Kenntnis von FuT-Planungsdokumenten anderer Länder kann der nationale Planungsprozess und ggf. zukünftige Kooperationen entsprechend ausgestaltet werden.

Hinsichtlich der europäischen Forschungsprojekte im Bereich Sicherheit (7. Forschungsrahmenprogramm von 2007 bis 2013) wurden Synergiepotenziale zur aktuellen wehrtechnischen FuT im Verantwortungsbereich des BMVg/BWB untersucht und ausgewertet. Die Europäische Verteidigungsagentur hat 2006 – zwei Jahre nach ihrer Gründung – ein Forschungsprogramm eingeleitet, das darauf abzielt, neue Technologien für einen besseren Schutz der Streitkräfte zu entwickeln. Die Abteilung hat in einer Veröffentlichung in der Zeitschrift Strategie und Technik (Februar 2006) analysiert, welche nationalen Chancen und Risiken sich in der politisch gewollten stärkeren europäischen Kooperation im Bereich FuT verbergen.

Im Rahmen eines Projektes der EU-Kommission (MEDI – Mapping of the European Defence Industry) ist unsere Abteilung mit der Zusammenstellung von Zahlen und Fakten der nationalen wehrtechnischen Industrie und weiterer Kennzahlen beauftragt, die in eine umfangreiche europäische Datenbank einfließen. Ziel dabei ist ein besseres Verständnis der Fähigkeiten sowie die Stärkung der globalen Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Rüstungsindustrie.

## **Sicherheit und Aspekte atomarer/chemischer Bedrohung**

Das INT beschäftigt sich seit vielen Jahren theoretisch mit der Kernwaffenproblematik, um fachliche

Expertise auf diesem Gebiet bereitzustellen. Aufgrund der globalen sicherheitspolitischen Entwicklungen bleibt dieses Thema auch in Deutschland aktuell.

Um zu einer unabhängigen Einschätzung des Leistungspotentials und der Risiken beim Einsatz so genannter Bunker brechender Waffensysteme zu gelangen, werden im INT sowohl bewertende Analysen der offen zugänglichen Literatur als auch eigene Berechnungen auf der Basis von physikalischen Modellen durchgeführt. Wie bereits in den vergangenen Jahren wurden auch 2006 die internationalen Aktivitäten zur „Vernetzten Operationsführung“ und „Transformation“ beobachtet und übergreifende Berichte der EU und der NATO ausgewertet.

## **Erweiterte Luftverteidigung (ELV) und neue Technologien**

Die ELV wird seit vielen Jahren vom INT begleitet. War es zunächst das Programm „Strategic Defense Initiative“ der USA, das die Beschäftigung mit dem Thema bewirkte, rückte nach einer Pause die ELV durch das National Missile Defense-Programm und die NATO Integrated Extended Air Defense wieder mehr in den Fokus. In den letzten Jahren lag der Schwerpunkt der Arbeit auf der Beobachtung der internationalen Programme, der Unterstützung des BMVg in nationalen Arbeitsgruppen und der technologischen Erschließung der ELV.

Die Arbeitsgruppe hat u. a. ein Lenkflugkörper-Informationssystem konzipiert, bei ELV-Roadmap und ELV-Architektur mitgearbeitet und eine Vorstudie zu Sekundärwirkungen beim Abfangen nuklearer Gefechtsköpfe erstellt. Daneben wurden neue Technologien in der ELV betrachtet, z. B. Quantendetektoren.

Die ELV umfasst fast alle Technologiebereiche und ist Teilstreitkraft-übergreifend. Daher liegen hier schon umfassende Erfahrungen in der Vernetzung vor. Sie bietet sich damit an, anhand von Beispielen aus diesem Technologiefeld Beispiele für die neuen Technologien der Transformation und der vernetzten Operationsführung zu untersuchen. Dies wurde in Grundzügen erarbeitet.

Parallel wurden neue Technologien auf ihre Machbarkeit abgeschätzt. Hierbei geht es um Fragestellungen, ob z. B. Hochleistungslaser als Effektoren einsetzbar sind und wenn ja, auf welchen Trägern.

Eine neue Frage ist, welcher Mix von bodengebundener, hochfliegender, Stratosphären- und raumgestützter Aufklärung optimale Ergebnisse erzielt.

Es ist häufig erforderlich, Informationen aus verschiedenen Blickwinkeln zu betrachten. Im Idealfall wird erreicht, dass die Realität in einem begrenzten Bereich abgebildet wird und mit den Beziehungen zwischen den einzelnen Objekten beschrieben wird (Ontologie), um diesen Informationsbereich nach eigenen Bedürfnissen erkunden zu können. Hierzu wurden Methoden in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für Informations- und Datenverarbeitung IITB



Die Mitarbeiter der Abteilung Übergreifende Analysen und Planungsunterstützung  
 Von links nach rechts: W. Winkelmann, K. Crump, S. Scheid, D. Thorleuchter, U. Blum, H.-M. Pastuszka, G. Kersten, J. Schulze, C. Pohl, P. Thesing, H. Brandt, M. Sondermann, K. Hardtke, S. Grigoleit (fehlend: B. Becker, S. Goymann, M. Jovanovic, S. Müller)

## Informationsbeschaffung und -management

Neben den klassischen Aufgaben des Informationsmanagements:

- der Bereitstellung und Verwaltung der Infrastruktur,
  - der Pflege der Anwendungen und Daten,
  - und der Erstellung und Aktualisierung des eigentlichen Informationsangebots,
- wurden auch 2006 Strategien entwickelt, um Informationen optimal aufzubereiten und zu vermitteln. Unterlegte Taxonomien und dargestellte Beziehungen zwischen Informationseinheiten erleichtern dabei den Zugang zu komplexer Informa-

tion. Ein neues Informationssystem kann seit 2006 von den Verantwortlichen für die Steuerung von FuT-Vorhaben genutzt werden. Es gibt einen guten Überblick über die Landschaft, in welche die FuT-Vorhaben eingebettet sind und wird laufend aktualisiert.

Die Datenbank PITCH (= Projekt Informationen Technologie) beinhaltet Informationen über Forschungsvorhaben im In- und Ausland. Bestehende Datensätze werden weiterhin aktualisiert. Ein Auswerteprogramm zur Identifizierung bisher nicht bekannter Vorhaben wurde weiter entwickelt.

## Nukleare und Elektromagnetische Effekte (NE)

Die Abteilung Nukleare und Elektromagnetische Effekte (NE) hat im Rahmen der Grundfinanzierung durch das Bundesministerium der Verteidigung (BMVg) folgende Aufgaben:

- Aufrechterhaltung und Weiterentwicklung der nationalen Urteilsfähigkeit auf dem Gebiet Kernwaffen und Kernwaffen-Wirkungen sowie radiologischer Waffen und den damit verbundenen asymmetrischen Bedrohungen,
- Beiträge zur Schaffung der Urteilsfähigkeit auf dem Gebiet Elektromagnetische Effekte hinsichtlich militärischer Bedrohung.

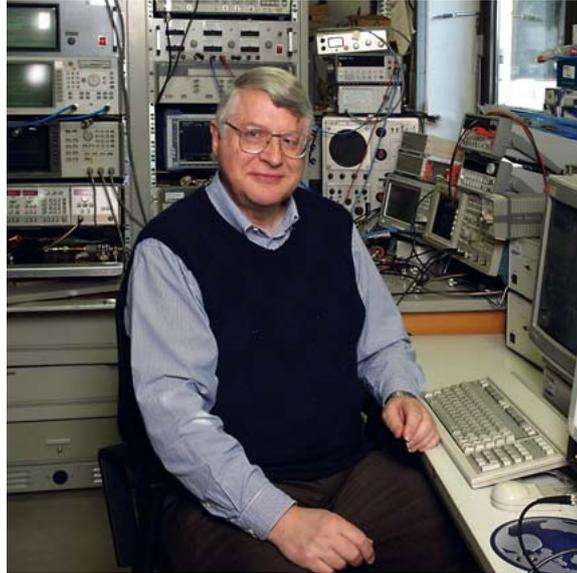
Da diese Aufgaben im nichtmilitärischen Bereich gar nicht und im militärischen Bereich nur auf kleinen Teilgebieten bearbeitet werden, betreibt das INT hierfür eigene theoretische und experimentelle Forschung, und zwar im Wesentlichen in vier Arbeitsgruppen:

- Physikalisch-technologische Aspekte der nuklearen Sicherheit,
- Nukleare Detektionsverfahren und Sicherheitspolitik,
- Kernstrahlungseffekte in Elektronik, Optoelektronik und Lichtwellenleitern,
- Elektromagnetische Effekte.

Die Gruppe „Physikalisch-technologische Aspekte der nuklearen Sicherheit“ ist sowohl in der Abteilung „Übergreifende Analysen und Planungsunterstützung (AP)“ als auch in der Abteilung „Nukleare und Elektromagnetische Effekte (NE)“ angesiedelt.

Die Gruppen „Nukleare Detektionsverfahren“ und „Kernstrahlungseffekte in Elektronik, Optoelektronik und Lichtwellenleitern“ betreiben gemeinsam mehrere Kernstrahlungs-Simulations- und Bestrahlungs-Anlagen:

- 14-MeV-Neutronengeneratoren,
- 2,5-MeV-Gamma-Blitz-Anlage für gepulste Gamma- und Elektronen-Bestrahlung,
- Co-60-Bestrahlungsanlagen,
- Protonen-Bestrahlungsplatz am Zyklotron des Forschungszentrum Jülich (FZ),
- Isotopen-Labor und Isotopen-Lageraum.



Dr. Hans-Ulrich Schmidt  
Telefon: +49(0)2251/18-248  
E-Mail: hans-ulrich.schmidt@int.fraunhofer.de

Über die grundfinanzierte Forschung hinaus werden hier auch eine Reihe von Auftragsforschungsprojekten für industrielle (Raumfahrt-Zulieferer, Kernforschung und Kerntechnik) und öffentliche Auftraggeber (hauptsächlich für Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben) durchgeführt. Wegen der vielfältigen Strahlungsquellen und des umfangreichen Radioaktivitäts-Inventars muss ein nicht zu vernachlässigender Teil der Arbeiten auf den Strahlenschutz verwendet werden. Dieser sichert aber die großen Investitionen in die Bestrahlungsanlagen, die in dieser Art in Deutschland kaum ein zweites Mal vorhanden sind und an anderer Stelle nur mit erheblichem Arbeitsaufwand zu genehmigen wären. Alle Arbeitsgruppen werden unterstützt durch ein mechanisches Labor, in dem ein Großteil der Mechanik der Experimentieranlagen hergestellt wird, und ein Elektronik-Labor, welches der Herstellung, Wartung und Reparatur der Experimentier-Elektronik dient.

### Physikalisch-technologische Aspekte der nuklearen Sicherheit

In dieser Arbeitsgruppe werden wissenschaftliche Studien und Analysen durchgeführt, die der Aufrechterhaltung nationaler Basisurteilsfähigkeit im Bereich nuklearer Sicherheitsrisiken und als

# Nukleare und Elektromagnetische Effekte (NE)

politische Entscheidungshilfe in technologischen Fragen des Nuklearschutzes dienen:

- Auswertung der offenen Literatur auf dem Gebiet der Kernwaffen, Kernwaffenwirkungen und Kernwaffenentwicklung,
- Theoretisch-physikalische Untersuchungen sowie numerische Modell-Simulationen zu grundlegenden kernwaffen-spezifischen Fragestellungen,
- Studien zur Identifikation, Bewertung und Abwehr von nuklearen Bedrohungsszenarien.

Die Gruppe betreibt ein Hydrodynamik-Neutronen-transport-Programm, das im Hinblick auf aktuelle sicherheitspolitische Fragestellungen weiterentwickelt wird. Derzeit findet in dieser Gruppe eine Promotionsarbeit zum Thema Strahlungstransport und Kernfusion statt.

## Nukleare Detektionsverfahren und Sicherheitspolitik

Die Arbeitsgruppe Nukleare Detektionsverfahren betreibt Untersuchungen und Forschungsarbeiten auf den Gebieten:

- Nukleares und radiologisches Bedrohungspotential,
- Nukleare Rüstungskontrolle und Proliferation, Safeguards,
- Nukleare Sicherheitsforschung und Sicherheitspolitik,
- Nukleare Detektionsverfahren.

Die Arbeitsgruppe beschäftigt sich derzeit schwerpunktmäßig mit der potentiellen Bedrohung durch radiologische Waffen (RDD, schmutzige Bomben), deren Einsatz sowohl im militärischen wie auch im terroristischen und kriminellen Umfeld befürchtet wird. Hierzu wurden theoretische und auch experimentelle Arbeiten zum möglichen Aufbau und zur frühzeitigen Entdeckung (vor der detonativen Umsetzung) solcher Anordnungen durchgeführt. Die Bestrebungen von Schwellen- oder Entwicklungsländern (insbesondere Iran, Nord-Korea) zum Bau von Kernwaffen sowie die Aktivitäten zur Abrüstung und Proliferation wurden umfassend beobachtet, wobei Unterlagen und Informationen der Internationalen Atomenergie-Behörde (IAEA) und des technischen Sekretariats zur Verifikation des umfassenden

Teststoppvertrages (CTBT) einbezogen wurden. Die Mitarbeit in der ESARDA-Arbeitsgruppe (European Safeguards Research and Development Association) „Neue Verifikationstechnologien und Methoden“ (VTM) erweitert dieses Spektrum.

Weiteres Schwerpunkt-Thema ist die Weiterentwicklung der Messsysteme zur Suche und zerstörungsfreien Identifizierung von Kernwaffen bzw. Spaltstoffen sowie radioaktiven Stoffen. In der transportablen Messkabine NaNu, einem mobilen Messlabor, können sämtliche Messanlagen für die unterschiedlichen Messverfahren eingerüstet werden, so dass diese im Bedarfsfall vor Ort zur Verfügung stehen. Ein mit großvolumigen Neutronen-Detektoren und empfindlichen Gamma-Detektoren ausgerüstetes Messfahrzeug (PKW-Kombi) kann zur verdeckten Suche nach Spaltmaterial und auch sonstigen radioaktiven Stoffen verwendet werden.

An diesen Messsystemen, die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik ständig weiterentwickelt werden, besteht auch außerhalb des Bundeswehr-Bereichs beim Bundesamt für Strahlenschutz, beim Bundeskriminalamt und entsprechenden Landesbehörden starkes Interesse. Daher wurde mit ihnen in Absprache mit dem BMVg an einer Reihe von Feld-Übungen zur nuklearen Gefahrenabwehr teilgenommen. Insbesondere ist hier die Mitwirkung bei der Sicherung der Fußball-Weltmeisterschaft vor Anschlägen mit so genannten „schmutzigen Bomben“ zu erwähnen. Die Fähigkeiten und Ausrüstungen im Bereich nukleare Detektionsverfahren ermöglichten auch die Bearbeitung einer Reihe von Drittmittel-Projekten, insbesondere zur Neutronenmesstechnik, für öffentliche Auftraggeber aus dem Sicherheitsbereich und für Industriefirmen sowie für die IAEA zur Qualifizierung von Safeguards-Systemen zum Einsatz in Kernstrahlungsfeldern (wie z. B. im Reaktor).

## Kernstrahlungseffekte in Elektronik, Optoelektronik und Lichtwellenleitern

Im Rahmen der grundfinanzierten Tätigkeiten wird in der NATO Radiological and Nuclear Defense Subgroup (RNDS), ehemals "AC/255/LG/ Nuclear Protection Subgroup (NPSG)", über

„Environmental Effects of Space Radiation on Satellite Electronics“ (AEP-50) mitgearbeitet. Darüber hinaus werden eigene Untersuchungen und Studien zur Kernstrahlungs-Verwundbarkeit von Satelliten und Raumfahrt-Elektronik sowie zu Kollateralschäden bei nuklearen Raketen-abwehrsystemen erstellt.

400-GeV-Protonenstrahls des CERN entwickelt, aufgebaut und betrieben. Für den im Aufbau befindlichen Undulator des Free-Electron-Lasers des MAX-Lab der Universität Lund (Schweden) wurde ein faseroptisches Dosimetriesystem mit 16 Messstellen entwickelt und die zugehörigen Sensorfasern qualifiziert.



Die Mitarbeiter der Abteilung Nukleare und Elektromagnetische Effekte  
Von links nach rechts: S. Metzger, S. Höffgen, T. Köble, H.-U. Schmidt, M. Risse, M. Suhrke, H. Wurzel-Hecker, C. Braun, G. Fuss, J. Kuhnhenh, H. Kirch, J. Engelen-Peter, U. Weinand, P. Clemens, L. Baier, W. Lennartz, C. Adami, W. Rosenstock, A. Taenzer, A. Stanjek (fehlend: W. Berky, P. Hafner, J. Fiedler, U. Weber)

Einen Schwerpunkt in der Vertragsforschung bildeten die Arbeiten zur Untersuchung der Einflüsse ionisierender Strahlung auf Lichtwellenleiter (LWL) sowie die Anwendung dieser Arbeiten in der Entwicklung LWL-basierter Strahlungssensorsysteme sowie die Untersuchung von Kernstrahlungseffekten in elektronischen und optischen Bauelementen.

Für den im Aufbau befindlichen Beschleuniger LHC der Europäischen Organisation für Kernforschung (CERN) wurden geeignete strahlungsbeständige Glasfasern für die Kommunikation entlang des 27 km langen Beschleunigertunnels messtechnisch identifiziert und qualifiziert. Zu diesem Zweck wurde ein über Internet fernsteuerbarer Messplatz im Spallationsfeld des

Die Arbeiten zur Untersuchung der Effekte ionisierender Strahlung in elektronischen Schaltungen fanden ihre Fortsetzung in einer Vielzahl von Aufträgen deutscher Firmen, hauptsächlich aus der Raumfahrt-Zulieferer-Industrie und für kerntechnische Anwendungen. Hierfür wurden Untersuchungen an Bauelementen, Schaltungen und Baugruppen sowie an optischen und optoelektronischen Komponenten durchgeführt. Die Untersuchungen fanden an den weiterentwickelten Bestrahlungseinrichtungen im INT und an einem vom INT am Zyklotron des Forschungszentrums Jülich (FZ) eingerichteten Protonen-Bestrahlungsplatz statt.

Darüber hinaus wurden Einrichtungen und Messanlagen am INT-Neutronengenerator zur

# Nukleare und Elektromagnetische Effekte (NE)

Untersuchung von neutroneninduzierten Einteilchen-Effekten in Mikroelektronik aufgebaut und im Rahmen von Forschungsaufträgen eingesetzt.

Im Auftrag des deutschen Unterstützungsprogramms wurde für die Internationale Atomenergie Organisation (IAEA) in Wien eine Testprozedur entwickelt und formuliert, um elektronische Überwachungssysteme (Safeguards) gegen die Effekte ionisierender Strahlung und Neutronen zu härten und für den zuverlässigen, jahrelangen Einsatz in kerntechnischen Anlagen zu qualifizieren.

## Elektromagnetische Effekte

Die experimentellen Arbeiten der Abteilung NE des INT zur elektromagnetischen Bedrohung (insbesondere HPM-Bedrohung) werden in Absprache mit dem Bundesministerium der Verteidigung RÜ IV2 teilweise durch das „Virtuelle Kompetenz-Zentrum EME der Bundeswehr (VCC-EME)“ koordiniert. Es werden Untersuchungen zur Einkopplung elektromagnetischer Felder (z. B. von HPM) in Strukturen und konkreten Systemen, sowie Untersuchungen zur Verwundbarkeit von Elektronik durch HPM und andere elektromagnetische Felder hoher Intensität durchgeführt. Dabei werden sowohl grundsätzliche Schaltungstechniken und Bauelemente-Familien berücksichtigt als auch Effekte in konkreten Geräten und Systemen.

Schwerpunktmäßig werden zur Zeit Untersuchungen über die EME-Verwundbarkeit von IT-Geräten und Systemen auf der Basis derzeitiger Technik und insbesondere auch leitungsgebundener und drahtloser Daten-Übertragungstechnik (Netzwerk-Technik) durchgeführt.

Das INT verfügt über eine selbst entwickelte TEM-Wellenleiter-Feldsimulations-Anlage in einer abgeschirmten Halle, die den Frequenzbereich 1 MHz – 8 GHz überstreicht. Hier können sowohl lineare Einkopplungsmessungen zur Bestimmung von Transfer-Funktionen als auch Beeinflussungsmessungen mit konstanten und gepulsten Feldern mit Feldstärken bis zu mehreren kV/m an Objekten bis zu mehreren m<sup>3</sup> Größe erfolgen.

Für Messaufgaben an anderen Orten, z. B. in der EMV-Halle der Wehrtechnischen Dienststelle 81 in Greding oder auf Flugplätzen, besitzt das INT eine ebenfalls selbst entwickelte mobile HPM-Bestrahlungsanlage, mit der durch die Abstrahlung über Hornantennen im Frequenzbereich 450 MHz – 4 GHz Feldstärken bis zu 5 kV/m erzeugt werden können. Die Anlage ist in eine Bundeswehr-Fernmeldekabine eingerüstet und kann mit einem Lastwagen zum Messort gebracht werden. Ergänzt werden diese Anlagen durch einen kleinen Absorberraum bis 40 GHz und umfangreiche Hochfrequenz- und Mikrowellen-Messtechnik.

Darüber hinaus werden numerische Einkopplungs-Untersuchungen, theoretische Studien zu EME-Bedrohungsszenarien, der HPM-Quellen-Entwicklung und speziellen Fragestellungen aus dem BMVg und dem Amtsbereich erstellt. So wurde die Teilnahme an der NATO-Studien-gruppe „SCI-132, High Power Microwave Threat to Infrastructure and Military Equipment“ fortgesetzt (High Power Microwaves – Measures and Countermeasures) und grundsätzliche Studien und Berichte zur Verwendbarkeit der Terahertz-Strahlung im militärischen und Sicherheits-Bereich verfasst.

## Betriebswirtschaft und Zentrale Dienste (BZD)

Die Abteilung Betriebswirtschaft und Zentrale Dienste nimmt alle kaufmännischen und administrativen Aufgaben wahr und stellt die zentrale Infrastruktur des Instituts bereit.

Die Abteilung umfasst folgende Sachgebiete:

- Finanz- und Rechnungswesen, Einkauf,
- Controlling und Projektadministration, Prüfungswesen,
- Personalwesen,
- Reisemanagement,
- Facility-Management/Innerer Dienst,
- Marketing und Öffentlichkeitsarbeit,
- Bibliotheks- und Fachinformationsdienste,
- Zentrale IT-Dienste.



Dr. Harald Wirtz  
Telefon: +49(0)2251/18-237  
E-Mail: harald.wirtz@int.fraunhofer.de



Die Mitarbeiter der Abteilung  
Betriebswirtschaft und Zentrale Dienste  
Von links nach rechts: S. Hecht-Veenhuis, I. Loepke, S. Finger,  
U. Rector, C. Nickel, D. Köppen, W. Gericke, H. Wirtz,  
M. Laaß, P. Windeck, S. Esser, M. Artz, W. Rasmussen,  
H. Niemeyer (fehlend: E. Pichler, H.-H. Utermark)

Die Mitglieder der Abteilung haben es sich zum Ziel gesetzt, die wissenschaftliche Arbeit bestmöglich zu unterstützen und so zum Erfolg des Instituts beizutragen.

Zu diesem Zweck wurde z. B. das im Vorjahr eingeführte Projektcontrollingsystem erweitert und verfeinert. Monatliche Berichte ermöglichen eine zielgerechte Steuerung der finanziellen Ressourcen. Die IT-Sicherheit wurde erneut durch umfangreiche technische und organisatorische Verbesserungen erhöht. U. a. wurde eine unterbrechungsfreie Stromversorgung für die Server in Betrieb genommen, Netzwerkkomponenten wurden erneuert und SIGMA-Domaincontroller wurden installiert. Das Sachgebiet Marketing und Öffentlichkeitsarbeit koordinierte mehrere Institutsveröffentlichungen, z. B. diesen Jahresbericht, präsentierte die Institutsarbeit auf der Future Security Konferenz und wirkte maßgeblich an der Überarbeitung des INT-Intranets sowie des Institutsangebots im Intranet der Bundeswehr mit.

Die im Sommer 2005 begonnene Baumaßnahme zum Ausbau des Dachgeschosses wurde im Jahr 2006 weiter voran gebracht. Die Abteilung BZD nimmt die gesamte nutzerseitige Koordination der Baumaßnahmen mit Behörden und ausführenden Architekten wahr. Die Fertigstellung wird voraussichtlich im 1. Quartal 2007 erfolgen. Dann werden dem Institut ca. 20 dringend benötigte neue Arbeitsräume sowie ein Aufzug zur Verfügung stehen. Hierdurch werden die Arbeitsbedingungen deutlich verbessert und damit die Voraussetzungen für erfolgreiche wissenschaftliche Arbeit geschaffen. Eine weitere Baumaßnahme zum Neubau eines Seminar- und Bibliotheksgebäudes ist bereits in Planung.

## Trends in der Wehrtechnik<sup>2</sup>

### Ausgewählte Arbeitsergebnisse

#### Trends in der Wehrtechnik

*Dr. Thomas Kretschmer,*

*Dipl.-Phys. Jürgen Kohlhoff*

Der Wandel der sicherheitspolitischen Rahmenbedingungen nach dem Ende des Kalten Krieges hat zu starken Veränderungen bei den Anforderungen an die Fähigkeiten und damit an die Ausrüstung von modernen Streitkräften geführt.

Daraus ergeben sich auch neue Zielrichtungen für die dafür erforderlichen wehrtechnischen Entwicklungen. Dem gegenüber steht eine enorme Vielfalt an neuen Technologien im zivilen Bereich, die großen Einfluss auf die Ausrüstung der Streitkräfte bekommen werden. Insbesondere hat sich gezeigt, dass die frühere Vorreiterrolle der Wehrtechnik in vielen Technologiegebieten inzwischen auf die zivile Seite übergegangen ist. Die hier erreichten Forschungs- und Entwicklungsergebnisse lassen sich in vielen Fällen mit relativ geringem Aufwand an militärische Erfordernisse anpassen und machen wehrtechnische Spezialentwicklungen oft überflüssig.

Insgesamt wird das Wechselspiel zwischen dem Bedarf an neuen militärischen Fähigkeiten und neuen technologischen Möglichkeiten zukünftig immer stärker die Wehrtechnik beeinflussen. Die folgende Darstellung beschreibt einige besonders herausragende Trends in diesem Bereich.

#### Immer dominierendere Bedeutung des Faktors Information

Parallel zum gesamtgesellschaftlichen Übergang von einer Industrie- in eine Informationsgesellschaft werden der Faktor Information und die damit zusammenhängenden Technologien zur Gewinnung, Übertragung und Verarbeitung von Daten auch im militärischen Bereich immer dominanter. So liefern höher auflösende und auf neuen Plattformen (z. B. unbemannten Luftfahrzeugen) installierte Sensoren immer mehr und immer genauere Aufklärungsdaten.

Die Fortschritte im Bereich der Kommunikationsmittel und die Digitalisierung aller Informationsinhalte werden letztlich zur Verfügbarkeit von

jeder Art von Information an jedem Ort und zu jeder Zeit führen, was wiederum eine allumfassende Vernetzung von Aufklärungs-, Führungs- und Waffensystemen möglich macht. Dieses mit dem Begriff Network Centric Warfare bezeichnete Konzept wird zu einer erheblichen Steigerung der Leistungsfähigkeit von Streitkräften führen.

Große Auswirkungen wird auch der zunehmende Einsatz von Simulation und virtuellen Instrumentarien haben, z. B. in den Bereichen Ausbildung und Übung.

Auf der anderen Seite führt das Vordringen der Informationstechnologien auch zu neuen Bedrohungen und Konfliktbildern, wodurch insbesondere die Bedeutung der Informationssicherheit zunimmt. Neben einer Vielzahl von erforderlichen direkten Sicherheitsmaßnahmen (z. B. Firewall-Konzepte, Authentifizierungsverfahren, Anti-Virus-Programme) kristallisiert sich in diesem Zusammenhang zunehmend ein neues Kriegsbild heraus, das durch den Einsatz so genannter Informationsoperationen geprägt wird.

Hierzu gehören z. B. das gezielte Eindringen in Informationsnetze (Hacking) oder die Installation von manipulierter Software.

#### Zunehmende Nutzung intelligenter bzw. automatisierter Verfahren

Eine weitere Auswirkung der Fortschritte bei den Informationstechnologien ist die zunehmende Nutzbarmachung automatisierter intelligenter Funktionen im militärischen Bereich. So spielen z. B. automatische Systeme zur Entscheidungsunterstützung eine immer wichtigere Rolle. Auch beim direkten Waffeneinsatz führen intelligente Verfahren in Verbindung mit den erheblichen Verbesserungen der Sensorik und Navigation zu einer wesentlichen Steigerung von Effizienz und Stand-off-Fähigkeit.

Auf der anderen Seite müssen zu schützende Systeme zunehmend auf sehr spät bemerkbare Bedrohungen schnell reagieren. Dies erfordert eine Automatisierung der Einsatzverfahren des

<sup>2</sup> Der Artikel ist in der Jubiläumsschrift zum 50-jährigen Bestehen der Deutschen Wehrtechnischen Gesellschaft (DWT) erschienen.

indirekten, aber auch des ballistischen Schutzes. So sind neben Tarnmitteln konstanter Wirkung heute insbesondere adaptiv reagierende Tarnverfahren Gegenstand laufender Entwicklungsarbeiten, und zwar in allen spektralen Bereichen bis hin zur Radartarnung.

Darüber hinaus werden mechanisch wirksame abstandsaktive Schutzsysteme entwickelt, die anfliegende Projektile bzw. Flugkörper sensieren und durch den automatischen Ausstoß z. B. von Splittern oder durch Gegenfeuer vor dem Auftreffen ablenken bzw. zerstören.

## Verstärkter Einsatz unbemannter Systeme

Eine herausragende Rolle in allen Teilstreitkräften spielt heute die Realisierung unbemannter Systeme. Erst hierdurch werden Missionen möglich, für die der Mensch nicht geeignet wäre,

heterogener Umgebung nur wenige konkret einsatzfähige Systeme. Bereits eingeführte unbemannte Landfahrzeuge sind in wesentlichen Funktionen ferngesteuert und werden vor allem zur Räumung von Kampfmitteln eingesetzt. Zukünftig ist ihre Nutzung vor allem in den Aufgabengebieten Aufklärung und Transport sowie im Rettungswesen zu erwarten. Eine langfristige Option für die Bewegung von Landrobotern im unwegsamen Gelände bieten Laufmaschinen-Konzepte.

Generell lässt das Zusammenwirken der Forschung im Bereich der Künstlichen Intelligenz mit neuen Möglichkeiten aus der Nano- und Biotechnologie langfristig große Fortschritte bei der Autonomie von Robotern erwarten. Nicht zuletzt aus taktisch/operativen Gründen werden unbemannte Systeme aber letztlich immer vom Menschen kontrollierbar bleiben.

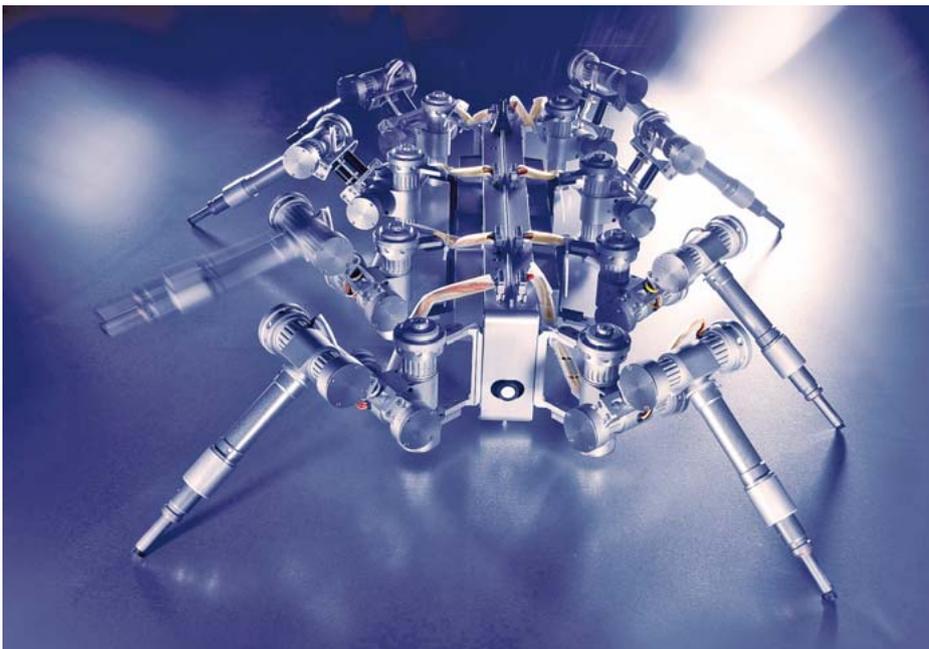


Abb. 1:  
Experimentalsystem  
einer Laufmaschine  
(Quelle: Universität  
Bremen/Arbeitsgruppe  
Robotik)

wie z. B. Langzeiteinsätze zur Luftaufklärung. Vor allem aber können unbemannte Systeme den Menschen in so genannten DDD-Aufgaben (Dirty, Dull and/or Dangerous) ersetzen.

Während im Wasser und vor allem in der Luft bereits seit geraumer Zeit unbemannte Systeme zum Einsatz kommen, gibt es derzeit im Bereich der militärischen Landroboter vor allem wegen der spezifischen Probleme bei der Bewegung in

## „System Soldat“ als neuer Entwicklungsansatz

Ein ursprünglich in den USA entwickelter ganzheitlicher Ansatz sieht den einzelnen Soldaten als Trägersystem für eine Vielzahl technischer Ausrüstungskomponenten. Die derzeitigen Entwicklungen (z. B. das deutsche Konzept „Infanterist der Zukunft“) stellen die Informationstechnische Ausstattung des Soldaten (Funk, Navigation, PC, Kamera) sowie die Verbesserung seiner Bewaffnung (z. B. integrierbare Granatpistole) in den Vordergrund. Weitergehende Überlegungen gibt es z. B. zur Unterstützung des Soldaten durch mechanisch wirksame Hilfssysteme. Dazu zählen



Abb. 2: Prototyp eines Exoskeletts als mechanische Tragehilfe  
(Quelle: University of California, Berkeley)

so genannte Exoskelette, die ähnlich wie ein Anzug angelegt werden und als Kraftverstärker zur Unterstützung der mechanischen Körperfunktionen dienen sollen. Auch an Kleinroboter wird gedacht, die in der Nähe des Soldaten operieren und ihm schwere Lasten abnehmen oder ihn ggf. im Falle einer Verletzung selbständig zur Ausgangsbasis zurücktransportieren können.

Relativ spekulativ ist der Einsatz nanoskaliger Substanzen zur Realisierung intelligenter Schutzbekleidung, die ihre Schutzwirkung bei ansonsten normalen Trageeigenschaften dynamisch zur richtigen Zeit an der richtigen Stelle entfaltet.

## Strahlwaffen zur Ergänzung konventioneller Wirkmittel

Die heute einsetzbaren konventionellen Waffenprinzipien wirken mechanisch bzw. thermisch auf ein Ziel ein. Im Gegensatz hierzu wird bei einer Strahlwaffe die zur Wirkung erforderliche Energie zunächst in Form elektromagnetischer Strahlung zum Ziel gebracht und dort in thermische bzw. elektrische Energie umgesetzt. Aufgrund der guten Fokussierbarkeit bieten sich insbesondere Laserwaffen an, die in absehbarer Zeit zur Störung bzw. Zerstörung von Sensoren, aber auch ungepanzelter Strukturen z. B. von Flugzeugen und Flugkörpern zur Verfügung stehen werden. Eine Wirkung gegen Panzerungen wird auch langfristig nicht möglich sein. Die wesentlichen Nachteile von Laserwaffen liegen in der Beeinträchtigung ihrer Wirksamkeit durch Absorption und Streuung beim Einsatz innerhalb der Atmosphäre.

In absehbarer Zeit muss auch mit der Realisierung von Hochleistungs-Mikrowellenwaffen gerechnet werden. Diese strahlen bei Wellenlängen im Millimeterwellenbereich und werden daher in der Atmosphäre nicht absorbiert. Die hochfrequente elektromagnetische Strahlung koppelt in das Leitungsnetz eines gegnerischen Systems ein und erzeugt dort genügend hohe Spannungen und Ströme, um elektronische Komponenten zu stören oder zu beschädigen. Im Prinzip sind damit alle Systeme zu bekämpfen, deren Funktion wesentlich von der eingebauten Elektronik abhängt und die nicht speziell gegen diese Einwirkung geschützt sind.

## Nichtletale Wirkmittel zur Wahrung der Verhältnismäßigkeit der Mittel

Gerade in friedenserhaltenden Einsätzen muss aus übergeordneten Gründen das Prinzip der Verhältnismäßigkeit der Mittel gewahrt werden.

Hierfür sind Soldaten bisher in der Regel nicht hinreichend ausgerüstet. Daher ist zu erwarten, dass auch im militärischen Bereich nichtletale Wirkmittel erforderlich werden, wie sie von Polizei-



Abb. 3: Elektroschockgerät Taser26. Es verschießt zwei Hakenelektroden, zu denen über dünne Drähte elektrische Impulse übertragen werden.  
(Quelle: TASER.international, www.taser.com)

kräften im Prinzip bereits verwendet werden. Sie sollen Personen möglichst ohne permanente Schädigung außer Gefecht setzen oder ihre Ausrüstung unbrauchbar machen.

Das weite Spektrum der in Betracht kommenden Wirkmittel reicht von verschießbaren Netzen über Übelkeit auslösende Geruchsstoffe bis hin zu pistolenähnlichen Systemen, die über verschossene Drähte elektrische Impulse übertragen.

Das wesentliche Problem liegt bei den meisten derartigen Systemen in der Sicherstellung der Nichtletalität im realen Einsatz.

## Weltraum als militärischer Operationsraum

Gerade mit den neuen Szenarien des weltweiten Einsatzes von Streitkräften gewinnen Unterstützungsfunktionen, wie sie von Satelliten z. B. in den Bereichen Aufklärung, Kommunikation oder Navigation geleistet werden können, weiter stark an Bedeutung. Daher ist damit zu rechnen, dass diese Systeme einer zunehmenden Bedrohung sowohl vom Boden aus als auch durch im Weltraum stationierte Waffensysteme ausgesetzt werden. Hierfür kommen im Prinzip kleine, schnelle Lenkflugkörper oder Geschosse sowie Laser oder Hochleistungs-Mikrowellenwaffen in Betracht. Auch Kampfsysteme, die sich an Satelliten anhaften, um diese mit ihrem eigenen Antrieb aus ihrer Bahn oder zum Absturz zu bringen, sind denkbar.

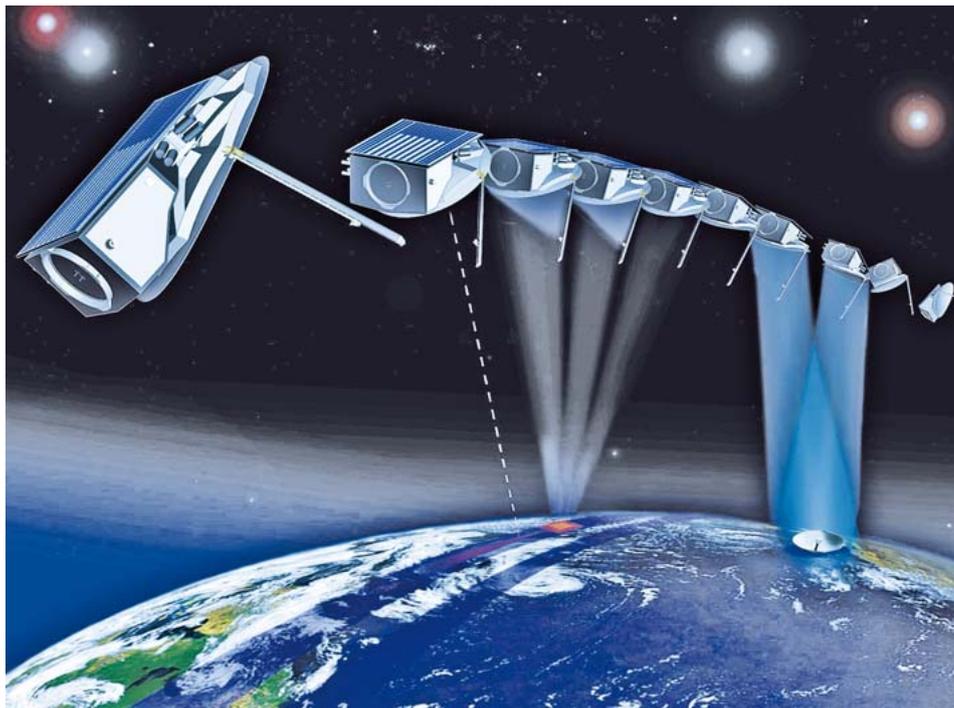


Abb. 4: Vor der Einführung stehender Aufklärungssatellit SAR-Lupe der Bundeswehr.  
(Quelle: OHB-System AG, www.ohb-system.de)

### Verstärkte Bedrohung durch nukleare, biologische und chemische Waffen

Trotz der Existenz entsprechender internationaler Abkommen nimmt die konkrete Bedrohung durch nukleare, biologische und chemische Massenvernichtungswaffen immer stärker zu. Neben der Weiterverbreitung nuklearer Waffentechnik ist insbesondere eine zunehmende

Eine immer wichtigere Rolle spielen Detektionsverfahren zur frühzeitigen Entdeckung und Spezifikation möglicherweise vorliegender Gefahren. Intensive Bemühungen gelten auch der Abwehr von möglicherweise mit Massenvernichtungswaffen bestückten Lenkflugkörpern. Dabei könnten in Zukunft insbesondere Laserwaffen oder Hochleistungs-Mikrowellenwaffen eine Rolle spielen.



Abb. 5: Möglicher Aufbau einer mobilen Hochleistungs-Mikrowelle. (Quelle: Air Force Research Laboratory)

Vereinfachung der Möglichkeiten staatlicher und nichtstaatlicher Akteure zur Herstellung und zum Einsatz von B- bzw. C-Wirkmitteln festzustellen. Darüber hinaus besteht die Gefahr, dass zunehmend moderne biotechnologische Methoden zur Wirkungsoptimierung bestehender und zur Entwicklung neuer biologischer Waffen genutzt werden.

Eine neue Art der Bedrohung insbesondere terroristischer Art bilden die so genannten Radiologischen Waffen, bei denen ohne nukleare Detonation radioaktive Substanzen mit Hilfe konventioneller Sprengstoffe freigesetzt werden. Zu ihrer Herstellung sind deshalb auch keine Kenntnisse über den Bau von Kernwaffen nötig.

Zur Abwehr dieser Bedrohungen gibt es große Anstrengungen zur Weiterentwicklung von Schutzmaßnahmen, z. B. durch geeignetes Fernhalten der Kontamination vom Menschen oder durch medizinische Prophylaxe bzw. Therapie.

# Explorative Technologie-Roadmaps auf Basis von Sicherheitsszenarien 2020+

## Explorative Technologie-Roadmaps auf Basis von Sicherheitsszenarien 2020+

*Dipl.-Wirtsch.-Inform. Dirk Thorleuchter,*

*Dr. Sabine Müller,*

*Dipl.-Phys. Stefanie Goymann,*

*Dr. Joachim Schulze,*

*Dipl.-Kauf. Martina Schwarz-Geschka*

*(Geschka und Partner Unternehmensberatung),*

*Heiko Hahnenwald*

*(Geschka und Partner Unternehmensberatung)*

Das Thema Sicherheit rückt unter verschiedenen Aspekten zunehmend in den Fokus der öffentlichen Diskussion. So bietet z. B. der hohe Technisierungsgrad der Informationsgesellschaft sowie der Infrastruktur vielfältige Angriffsmöglichkeiten. Mit der Betrachtung des Themenfelds „Sicherheit“ (engl.: Security) soll untersucht werden, wie diese Gefahren abgewehrt werden können. Das Themenfeld ist darüber hinaus nicht nur sicherheitspolitisch interessant, sondern auch attraktiv für gegenwärtige und zukünftige Forschungsaktivitäten, als Innovationspotential und Wachstumsmarkt.

Daher haben Mitarbeiter des INT gemeinsam mit der Unternehmensberatung Geschka & Partner im vergangenen Jahr 2006 aufbauend auf dem zuvor erstellten Szenario „Sicherheit 2020+ in Deutschland und Europa“ explorative Technologie-Roadmaps für zwei ausgewählte Technologiekomplexe erstellt.

Anhand der Szenarien und der explorativen Technologie-Roadmaps sollten folgende Fragen beleuchtet werden:

- Wie können wir das Bedürfnis einer hoch entwickelten Gesellschaft nach öffentlicher Sicherheit langfristig zufrieden stellen?
- Was kommt unausweichlich auf uns zu und welche Anpassungsmaßnahmen sind erforderlich bzw. technologisch machbar?
- Wie entwickeln sich für das Thema Sicherheit wichtige Technologien im Zeitverlauf?
- Wo können Entscheidungsträger insbesondere durch die Förderung der Erforschung, Entwicklung und des Einsatzes neuer Technologien Einfluss im positiven Sinne nehmen, um auf zukünftig wahrscheinliche Sicherheitsprobleme besser vorbereitet zu sein?

Für die zu entwickelnden Szenarien wurde unter Sicherheit der Schutz vor und die Abwehr von Gefahren militärischer, terroristischer/weltanschaulicher und krimineller Gewaltanwendung für Menschen und Güter in der globalen Industrie- und Informationsgesellschaft sowie deren Schutz vor den Folgen von Großschadensereignissen und Naturkatastrophen verstanden. Ein besonderes Augenmerk galt der Betrachtung so genannter kritischer Infrastrukturen. Sicherheitsaspekte des Rechts-, Wirtschafts- und Sozialsystems wurden aufgrund des Institutsprofils nicht betrachtet.

## Das Vorgehen bei der Erstellung der Szenarien und der explorativen Technologie-Roadmaps

Die Erstellung der Szenarien „Sicherheit 2020+ in Deutschland und Europa“ und darauf aufbauend der explorativen Technologie-Roadmaps erfolgte nach der Methodik der Geschka & Partner Unternehmensberatung<sup>3</sup>.

### *Phase 1: Beschreibung des Themenfelds „Sicherheit“*

In der ersten Phase wurde das zu untersuchende Themenfeld „Sicherheit“ abgegrenzt und die Ist-Situation beschrieben. Betrachtet wurde hierbei u. a. die Organisation von Sicherheit in Deutschland, der Stand der Forschung und Entwicklung im Themenfeld, Grenzen und Barrieren der erwartbaren weiteren Entwicklung (z. B. von relevanten Technologien).

Das Thema wird wesentlich durch exogene Einflussfaktoren geprägt. Es wurden sowohl gesellschaftliche, politische und wirtschaftliche Entwicklungen als auch technologische Entwicklungen betrachtet und die für das Thema relevantesten Einflussfaktoren identifiziert.

<sup>3</sup> Zur Methodik vgl.: H. Geschka: Stichwort „Szenariotechnik“. In: D. Specht; M. G. Möhrle (Hrsg.): Gabler Lexikon Technologie Management. Wiesbaden (Gabler) 2002, S.318-321; Geschka, H., Schaufele, J., Zimmer, C.: Explorative Technologie-Roadmaps, In: Möhrle, M.G., Isenmann R. (Hrsg.): Technologie-Roadmapping Zukunftsstrategien für Technologieunternehmen. Berlin, Heidelberg, New York (Springer) 2002, S. 105-128

# Explorative Technologie-Roadmaps auf Basis von Sicherheitsszenarien 2020+

## Phase 2: Szenarien für das Themenfeld „Sicherheit“

Für das Themenfeld wurden nun Szenarien (alternative Zukunftsbilder) auf Basis der einwirkenden Faktoren erstellt. Für die Erstellung der explorativen Technologie-Roadmaps wurde ein Szenario ausgewählt, das in den meisten Faktoren als optimistische Variante interpretiert werden kann.

Das ausgewählte Szenario stellt eine allgemein gute wirtschaftliche Situation in Deutschland dar mit steigender Eigenverantwortung in der Bevölkerung und innenpolitischer Stabilität. Sowohl in Deutschland als auch in Europa gibt es eine geregelte Zuwanderung (begrenzte Abschottung), die politischen Koalitionen in Europa sind stabil, es gibt globale kooperative Sicherheitsstrukturen über internationale Organisationen/Abkommen. Konflikte entstehen durch die „Islamistische Revolution“ im Nahen Osten, Nordafrika und Asien und den weitergehenden Zerfall Russlands.

Die technologische Entwicklung im Bereich Sicherheit in Deutschland und der EU konzentriert sich auf die Automatisierung und Miniaturisierung von

Sensoren und Effektoren. Konzepte zum Bevölkerungsschutz werden erstellt. Gefahren entstehen durch zunehmende Proliferation, wachsende Bedrohung durch Massenvernichtungswaffen und neue Bedrohungsformen.

Weiterhin wurden Trendbruchereignisse beschrieben; diese zeichnen sich durch eine geringe Eintrittswahrscheinlichkeit aber eine hohe Auswirkungsintensität oder -reichweite aus. Die Terroranschläge des 11. September 2001 sind ein typisches Trendbruchereignis. Zwar kann es nicht gelingen, solche Ereignisse genau vorherzusagen, aber es werden Risiken und Schwachstellen oder Trendwenden aufgezeigt. Betrachtete Trendbruchereignisse waren Erntekatastrophen, Seuchen, Weltwirtschaftskrise und ein Terroranschlag in Deutschland.

## Phase 3: Technologie-Beschreibung und Umfeldanalyse

Unter einer explorativen Technologie-Roadmap ist die Beschreibung einer technologischen Entwicklung im Zeitverlauf unter gegebenen Rahmenbedingungen zu verstehen.

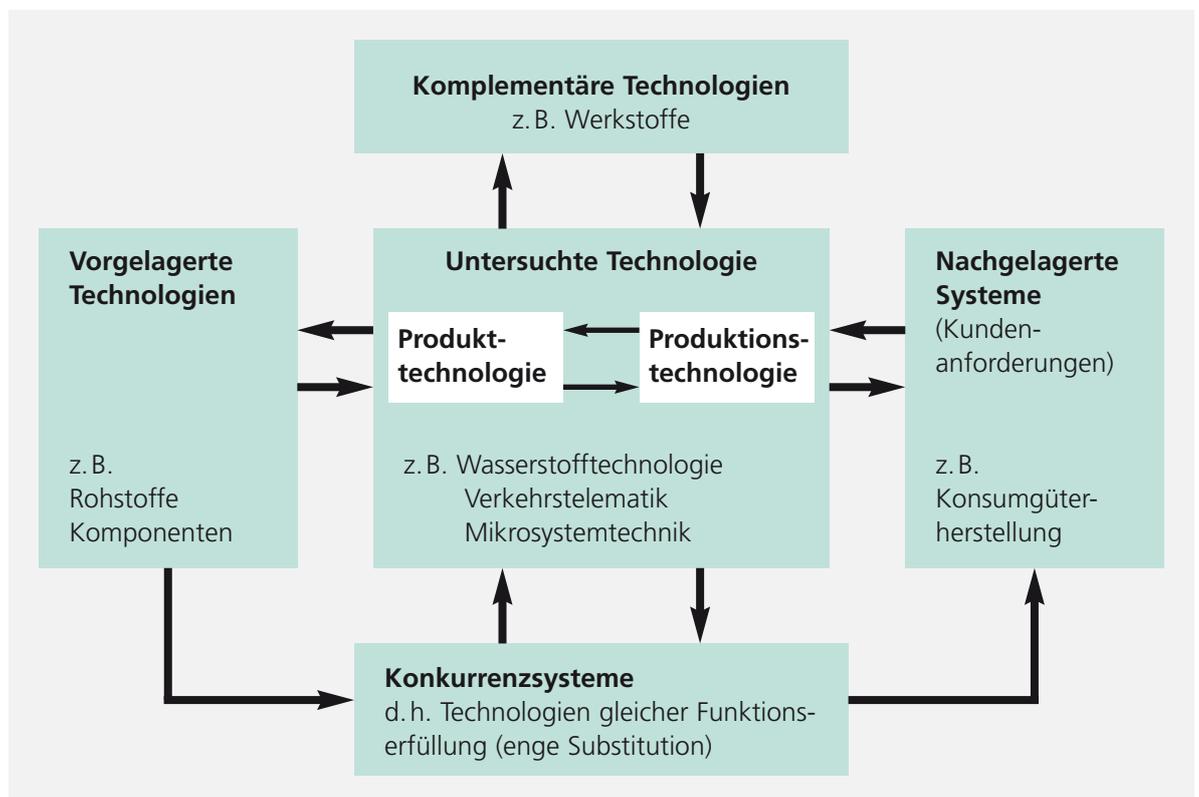


Abb. 6: Der Technologiekomplex

Ausgehend von den Ergebnissen der Szenarien wurden zwei Technologie-Bereiche zur weiteren Analyse ausgewählt:

Für die Themen „Robuste Intelligente Logistiksysteme“ und „Vernetzte Autonome Systeme“ wurde durch Literaturstudium, Internetrecherchen und hausinterne Berichte zunächst jeweils eine Technologiebeschreibung erarbeitet.

Damit waren die Rahmenbedingungen für die weiteren Arbeitsschritte zur Entwicklung der eigentlichen Roadmaps geschaffen.

*Phase 4: Entwicklung der explorativen Technologie-Roadmaps in Expertenworkshops*

Für den nächsten Arbeitsschritt, das Aufzeigen der technologischen Entwicklungspfade in Zeit-

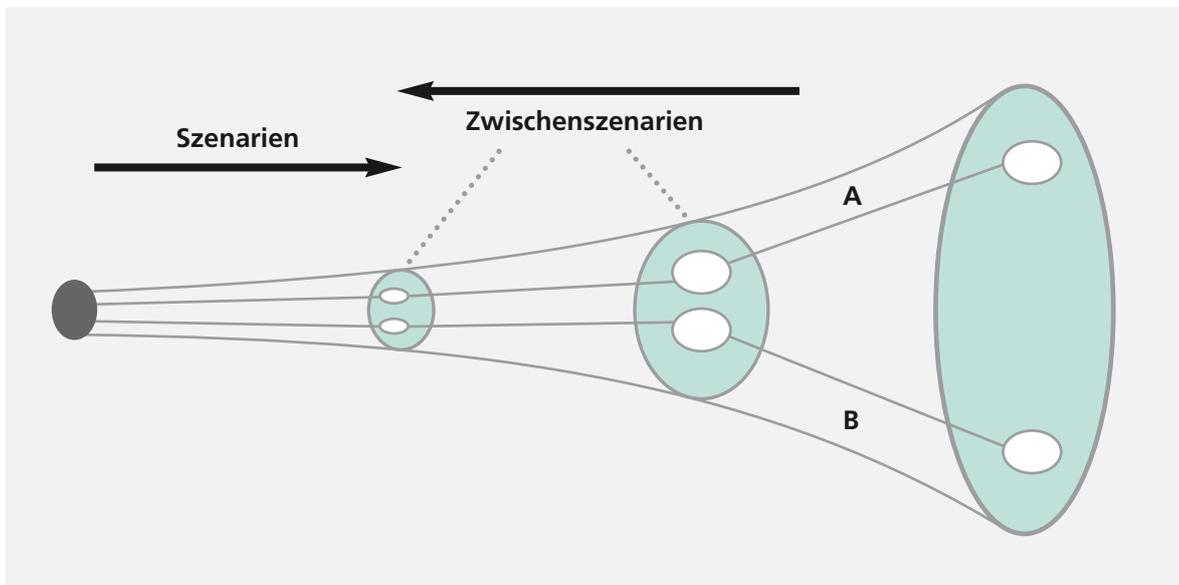


Abb. 7: Aufstellen der Umfeldszenarien für den Zielzeitpunkt 2020 und die Zwischenzeitpunkte 2010 und 2015

Hierbei wurde jede Technologie abgegrenzt, vorgelagerte und komplementäre Technologien benannt sowie nachgelagerte Systeme und mögliche Konkurrenzsysteme betrachtet, die einen maßgeblichen Einfluss auf die weitere Entwicklung haben können (siehe Abb. 6). Auch rechtliche, politische und finanzielle Rahmenbedingungen (z. B. geplante Fördermittel) wurden aufgezeigt.

Der nächste Schritt beinhaltete die Auswahl derjenigen Einflussfaktoren aus dem Gesamtszenario, die einen maßgeblichen Einfluss auf die weitere Entwicklung der jeweiligen Technologie haben. Sie erfolgte auf Basis der Wirkungsanalyse, die für die Erstellung des Gesamtszenarios durchgeführt wurde. Weiterhin wurden spezifische Einflussfaktoren für die jeweilige Technologie ergänzt.

Ausgehend von der Zukunftsbeschreibung (2020) wurde nun das Umfeld im Zeitablauf konkretisiert. Es wurden für definierte Zeitpunkte (2010, 2015) Zwischenszenarien erstellt (siehe Abb. 7).

abschnitte, wurde für beide Themen je ein eintägiger Workshop durchgeführt. Zu diesen Workshops wurden zusätzlich externe Experten eingeladen, die bestimmte Teilbereiche der zu untersuchenden Technologien abdeckten.

Jeder dieser Experten erhielt vorbereitend für den Workshop die Technologiebeschreibung sowie eine vorgefertigte Tabelle, in der die wesentlichen Faktoren für die Technologieentwicklung und -verbreitung zu den Betrachtungszeitpunkten (2010, 2015, 2020) dargestellt waren.

In den Workshops wurden zunächst die Zwischenszenarien als Rahmenbedingung für die zukünftige Entwicklung vorgestellt, daran anschließend entwickelten die Projektmitarbeiter gemeinsam mit den Experten im Diskurs die für die Zwischenszenarien 2010 und 2015 und 2020 erforderlichen Entwicklungsschritte der Technologien und deren wichtigsten Kenngrößen.

# Explorative Technologie-Roadmaps auf Basis von Sicherheitsszenarien 2020+

Ebenso wurden ergänzende Technologien sowie politische und organisatorische Maßnahmen betrachtet.

Als Ergebnis des Workshops liegen Informationen darüber vor, wie sich diese Technologien in der Anwendung durchsetzen werden, welche Entscheidungen bei den verschiedenen Akteuren getroffen, welche Voraussetzungen geschaffen und welche Entwicklungsstufen durchlaufen werden müssen.

## *Phase 5: Erstellung der explorativen Technologie-Roadmaps*

Die Aufbereitung der Ergebnisse und das Aufstellen der Roadmaps werden von den Projektmitarbeitern des INT vorgenommen, sind aber zum Zeitpunkt der Texterstellung noch in Bearbeitung. Die Ergebnisse der Workshops werden zu diesem Zweck nach Themengebieten zusammengefasst. Daran anschließend werden die einzelnen Teilaspekte und deren Wirkungsbeziehungen untereinander tabellarisch für die Zeitpunkte 2006 (Ist-Zustand), 2010, 2015 und 2020 aufbereitet. Auf Basis dieser Darstellung werden dann die Roadmaps ausformuliert und die wichtigsten Entscheidungsschritte und Entscheidungsträger herausgearbeitet.

Ebenso wie das zugrunde gelegte Sicherheits-szenario zeigen die Roadmaps keine determinierten Entwicklungen auf, sondern beschreiben einen möglichen Entwicklungspfad, der im Rahmen von zahlreichen Diskussionen mit und ohne Experten entstanden ist. Dass der Entwicklungsverlauf nicht eindeutig vorhersehbar ist, wurde immer wieder deutlich.

Ein Ziel dieses Verfahrens ist, dass verschiedene Sichtweisen deutlicher als sonst üblich herausgearbeitet werden können, da bewusst nicht nur die Positionen verschiedener Interessensgruppen und Lobbyisten ausgetauscht werden sollten.

## **Roadmap**

### **„Robuste Intelligente Logistiksysteme“**

Ein „Robustes Intelligentes Logistiksystem“ soll die sichere Versorgung mit lebensnotwendigen Gütern (Wasser, Energie, Rohstoffe, Medikamente etc.) im unsicheren Umfeld (im Fall von Katastrophe, Krise und Krieg) gewährleisten.

Da ein solches System für den Einsatz im unsicheren Umfeld konzipiert wird, ist die Eigenschaft der „Robustheit“ gegen äußere Einflüsse eine Grundvoraussetzung. Denkbare Szenarien bei Ausbruch einer Katastrophe, Krise oder einem Krieg sind z. B. die Zerstörung der Infrastrukturen für den Transport oder der Transportmittel. In der Regel führt dies zur Unterbrechung der Logistikkette in herkömmlichen Logistiksystemen. Ein robustes Logistiksystem soll dagegen in diesem Umfeld funktionsfähig bleiben.

Dies geht mit der Eigenschaft der „Intelligenz“ einher. Hiernach ist dem System die Möglichkeit gegeben, auf unerwartete Problemstellungen mit eigenen Lösungsmöglichkeiten flexibel zu reagieren.

Ausgewählte Ergebnisse dieser Roadmap sind:

1. Im Bereich Wasserversorgung ist eine Online-Überwachung mit erweiterten Sensoren bzw. Analysemöglichkeiten denkbar, und bei Detektion einer Verseuchung kann der Einsatz von Nanofiltern ein sehr wirksames und preiswertes Mittel der Versorgungssicherheit sein.
2. Im Katastrophenfall ist aufgrund der Vielzahl an Patienten mit einer sehr hohen Auslastung medizinischer Kapazitäten zu rechnen. Systeme zur Selbsthilfe, die dem Patienten Diagnose und Handlungsempfehlungen automatisiert mitteilen, schaffen hier Entlastung für das medizinische System.

## Roadmap

### „Vernetzte Autonome Systeme“

Betrachtungsgegenstand ist hier die Lösung komplexer Aufgaben durch die Vernetzung mehrerer autonomer Objekte, die Daten oder Informationen erfassen, austauschen oder weiterleiten. Je nach Aufgabe können das wenige größere und komplexe Systeme sein (Beispiel: Kampfdrohnen-schwarm), aber auch mehrere Tausend sehr kleine einfache Systeme. Begriffe wie „Intelligenter Staub“, Mobile Ad-Hoc-Netzwerke oder Schwarmintelligenz deuten auf einige gegenwärtige und zukünftige Anwendungspotenziale hin.

Ausgewählte Ergebnisse dieser Roadmap sind:

1. Die Hauptprobleme liegen in der autonomen Energieversorgung über längere Zeiträume hinweg sowie in der Mobilität der einzelnen Systeme. Sicherheitsrelevante Anwendungen erfordern zudem den Schutz vor störenden Einflüssen und vor möglichen Angriffen.
2. In Konfliktformen mit hohem Gefährdungspotenzial für Menschen werden vernetzte autonome Systeme zunehmend Verwendung finden, ebenso in der Überwachung komplexer industrieller Prozesse und bei der Suche und Identifizierung von Objekten aller Art.
3. Zu bedenken ist, dass die Möglichkeiten des Missbrauchs mit der erwartbaren Miniaturisierung der Einzelsysteme steigen.

## Ausblick

Nachdem bisher am INT die Methodik und deren Erarbeitung im Vordergrund stand, sollen nun aufbauend auf den gewonnenen Erfahrungen weitere sicherheitsrelevante Technologien untersucht und in solchen explorativen Technologie-Roadmaps dargestellt werden.

## Mit Neutronen sehen

Dr. Theo Köble

Normalerweise sehen wir mit unseren Augen. Vieles jedoch, was nicht offen sichtlich ist, bleibt uns verborgen. Die Wissenschaft hat verschiedene Methoden entwickelt, um auch das nicht Offensichtliche sehen zu können. So werden in der Medizin Röntgenstrahlen eingesetzt, um in den menschlichen Körper schauen zu können, ohne ihn dafür zu öffnen. Röntgenstrahlen werden auch in der Technik angewandt, um zerstörungsfrei Materialfehler in Werkstücken festzustellen. Eine andere, teilweise zur Röntgendiagnostik komplementäre Methode, benutzt Neutronenstrahlung, eine Strahlung aus ungeladenen Teilchen mit der gleichen Masse wie Wasserstoff. Unter anderem für diese Experimente ersetzt das Fraunhofer-INT derzeit seine Neutronengeneratoren. Dieser Artikel gibt einen Überblick über die Aktivitäten zu Untersuchungen mit Neutronen am Fraunhofer-INT.

## Einführung

Seit den Anfängen des Fraunhofer-Instituts für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen zu Ende der 1960er Jahre, damals noch in Kiel, beschäftigt sich das Institut mit Experimenten mit



Abb. 8: Untersuchungen am früheren Neutronengenerator SAMES des INT zur Neutronenradiographie: Ein Testobjekt aus Plastik mit Glasröhrchen wird mit Neutronen durchstrahlt und eine Dysprosium-Folie aktiviert. Anschließend wird die Folie auf einer Bildplatte autoradiographiert. Die Bildplatte wird mit einem speziellen Scanner ausgelesen.

Neutronen. Ursprünglich war das Ziel, im Auftrag des Bundesministeriums der Verteidigung Grundlagenuntersuchungen zu Ausbreitung, Nachweis und Wirkung der Neutronen- und Gammastrahlung von Kernwaffen durchzuführen.

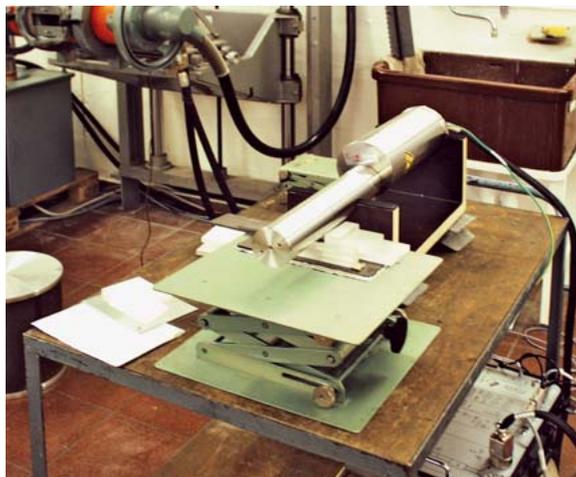


Abb. 9: Testmessung mit dem kleinen, mobilen Neutronengenerator GENIE16c des INT in Berlin: Der Neutronengenerator besteht nur aus der silbrigen Neutronenröhre und dem unter dem Tisch stehenden Steuerkoffer. Ein Kabel verbindet den Steuerkoffer mit dem außerhalb des Raumes stehenden Laptop zur Steuerung. Der Neutronengenerator kann auch mit einer Autobatterie betrieben werden.

Anlass dafür gaben gemeinsame Rüstungsvorhaben der Bundesrepublik Deutschland mit ihren Verbündeten, insbesondere den USA, bei denen Schutzmaßnahmen gegen die Wirkungen von Kernwaffen realisiert werden sollten. Für diese Untersuchungen wurde am Institut in Kiel ein 14 MeV Neutronengenerator verwendet.

Auch als das Institut dann Ende der 1970er Jahre nach Euskirchen zog wurde wieder ein Neutronengenerator aufgebaut, der von der Universität Gießen übernommen wurde. Nach über 20 Jahren Experimenten mit dem Neutronengenerator SAMES wurde im Jahre 2004 beschlossen, den Neutronengenerator durch einen neuen zu ersetzen.

Parallel dazu wurde Anfang der 1990er Jahre damit begonnen, Neutronen am INT auch im Rahmen der Sicherheitsforschung einzusetzen. Hierfür wurde ein zweiter, kleinerer, dafür jedoch transportabler Neutronengenerator beschafft. Dieser Neutronengenerator diente zunächst dazu, grundlegende Untersuchungen zur Möglichkeit

der berührungs- und zerstörungsfreien Verifikation von Kernsprengkörpern im Rahmen von kooperativen Abrüstungsverträgen durchzuführen. Ziel der Untersuchungen war es, die physikalisch-technischen Bedingungen für einen erfolgreichen Nachweis nuklearer Materialien in einem Kernsprengkopf festzustellen, um echte Sprengköpfe von Attrappen unterscheiden zu können. Auf Grund der bei diesen Untersuchungen gewonnenen Erkenntnisse wurden die Experimente später auf den Nachweis nuklearer Materialien in anderen Zusammenhängen, beispielsweise Nuklearschmuggel und nuklearer Terrorismus, ausgeweitet.

## Nachweis von nuklearem Material

Die einfacheren Methoden zum Nachweis von Nuklearmaterial aus einer gewissen Entfernung sind passive Nachweismethoden. Hierzu wird die Eigenstrahlung des Materials ausgenutzt. In Frage kommen im Wesentlichen zwei Strahlungsarten: Die Gammastrahlung und die Neutronenstrahlung. Während die Gammastrahlung mit der Röntgenstrahlung, wie sie in der Medizin verwendet wird, verwandt ist und sich nur in ihrer Energie unterscheidet, ist die Neutronenstrahlung

eine sehr viel weniger bekannte Strahlenart. Viele Hand-Messgeräte messen nur die Gammastrahlung, einige spezielle haben zusätzlich die Möglichkeit, Neutronen zu erfassen.

Es gibt jedoch auch Nuklearmaterial, dessen Eigenstrahlung so gering ist, dass sie mit den üblichen Geräten nicht erfasst werden kann. Hier kommen Neutronengeneratoren ins Spiel. Die Verfahren werden als „aktive Verfahren“ bezeichnet. Im Prinzip werden mit dem Neutronengenerator Neutronen erzeugt, die auf das zu bestimmende Material treffen und dort Kernreaktionen bewirken. Die Produkte dieser Kernreaktionen werden dann gemessen und geben Auskunft über das Material.

In unserem Institut sind drei Verfahren untersucht worden. Zum einen kann man, vereinfacht gesprochen, die Schwächung des Neutronenstrahls durch das Material bestimmen. Hierzu wird die Intensität des Neutronenstrahls nach dem Durchgang durch das Material bestimmt und mit der Ausgangsintensität verglichen. Es werden also Neutronen gemessen. Das Verhalten von Neutronen in Material ist jedoch so komplex, dass auch Reaktionen auftreten können, bei denen zusätzliche Neutronen entstehen, so dass statt einer Schwächung sogar eine Verstärkung eintreten kann. Dies tritt insbesondere bei Materialien auf, in denen Kernspaltung auftreten kann, also Nuklearmaterial.

Eine zweite Möglichkeit ist die Messung von Gammastrahlung, die bei den im Material von den Neutronen induzierten Reaktionen entsteht. Mit Hilfe dieser Gammastrahlung lässt sich sehr viel über das Material sagen, da jedes Element, genauer gesagt, jedes Isotop, charakteristische Gammaenergien hat. Es ist hiermit also im Prinzip möglich, die Elementzusammensetzung eines Objekts zu bestimmen.

Eine dritte Möglichkeit besteht darin, Neutronen zu messen, die von Spaltprodukten emittiert werden, die entstanden sind, als die Neutronen des Neutronengenerators Spaltungen im Material ausgelöst haben. Das hört sich recht kompliziert an und ist auch nicht ganz einfach. Dieses Verfahren ist jedoch, wie sich schon aus der Beschreibung ergibt, sehr charakteristisch für



Abb. 10: Komponenten des neuen Neutronengenerators D-711: Die Neutronen werden in dem silbrigen Neutronendom erzeugt, der die eigentliche Neutronenröhre enthält, auf dem Bild zu finden hinter dem großen blauen Zylinder, der Hochspannungskaskade. Die Geräte rechts im Bild sind Kühl- und Steuergeräte.

Nuklearmaterial, da Spaltungen nur in spaltbarem Material auftreten. Das Verfahren ist eigentlich eine Art Aktivierung. Zuerst werden durch die Neutronen des Neutronengenerators Spaltungen im Material ausgelöst. Viele Spaltfragmente, die dabei entstehen, sind radioaktive Isotope. Einige von diesen haben einen so hohen Neutronenüberschuss, dass sie über die Aussendung von Neutronen zerfallen. Diese kann man nach Abschalten des Neutronengenerators messen. Da die Neutronen nicht direkt mit der Spaltung, sondern erst später emittiert werden, nennt man sie auch „verzögerte Neutronen“, im Gegensatz zu den „prompten Neutronen“, die unmittelbar bei der Spaltung auftreten.

### Abbildende Verfahren

Im Gegensatz zu den im vorhergehenden Abschnitt erwähnten Verfahren, die Ereignisse zählen und möglicherweise noch eine gewisse Energiediskriminierung durchführen, aber nicht orts aufgelöst arbeiten, zielen abbildende Verfahren darauf ab, die räumliche Struktur eines verborgenen Objekts offen zu legen.

Typische Beispiele hierfür sind das Durchleuchtungsbild des Gepäcks an einer Sicherheitskontrolle im Flughafen mit einem Röntgenscanner

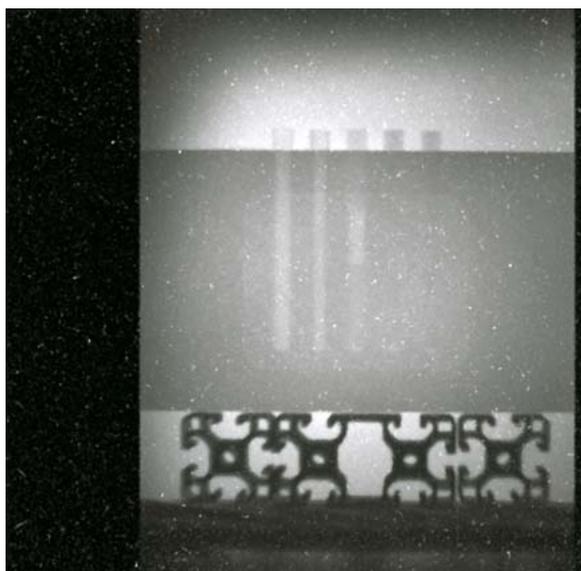


Abb. 11: Neutronenradiographie eines Testobjekts aus Polyethylen mit Röhren unterschiedlichen Materials, die von Blei verdeckt sind, aufgenommen am Neutronenstrahl des Forschungsreaktors FRMII in Garching.

oder die Ermittlung von Haarrissen im Innern eines Bauteils mit einem Gammascanner.

In beiden Fällen wird die unterschiedliche Schwächung der Strahlung durch verschiedene Materialien mit einem ortsauflösenden Detektorsystem aufgezeichnet. Dieses kann ein Röntgenfilm, eine Bildplatte (engl.: image plate, IP) oder ein Szintillator mit anschließendem Kamerasensor (CCD) sein. Im Röntgen- und Gammabild bilden sich Metalle und schwere Elemente sehr gut ab, leichte Elemente, wie zum Beispiel Plastik, jedoch recht schlecht. Außerdem ist die Durchdringungsfähigkeit von Röntgenstrahlung nicht sehr groß, so dass Objekte innerhalb dicker und schwerer Materialien, also beispielsweise solche, die sich in dicken Behältern befinden, schlecht oder gar nicht abgebildet werden.

### Mit Neutronen sehen

Neutronen haben andere Eigenschaften als Gammas. Neutronen werden vor allem von leichten Materialien gestreut, schwere Materialien können sie hingegen ohne viel Streuung passieren. Dieses gegensätzliche Verhalten zur Gammastrahlung ermöglicht es, mit Neutronen dicke Abschirmungen zu durchdringen und leichte Materialien wie zum Beispiel Plastik sichtbar zu machen.

Von den physikalischen Prinzipien her ist es somit möglich, das, was mit Röntgen- und Gammastrahlung schlecht zu sehen ist, mit Neutronen zu sehen. Leider ist jedoch die Neutronenerzeugung aufwändig und teuer. Während man sehr intensive Röntgenstrahlung mit Elektronen erzeugen kann, die auf einige hundert tausend Volt beschleunigt werden und auf ein Metall treffen, lassen sich Neutronen nur über Kernreaktionen erzeugen. Die Ausbeute ist um viele Größenordnungen geringer als bei der Erzeugung von Röntgenstrahlen. Entsprechend sind die Geräte bei geringerer Leistung viel größer.

Auch der Nachweis ist aufwändiger, denn Neutronen können nur über Kernreaktionen nachgewiesen werden. Da die Masse des Neutrons in etwa der eines Wasserstoffatoms entspricht, ist ein effektives Nachweisverfahren für schnelle

Neutronen die Verwendung eines wasserstoffhaltigen Szintillators. Eine andere Möglichkeit ist die Aktivierung einer Metallfolie.

Das Verfahren, mit Neutronen eine Abbildung zu erzeugen, nennt sich Neutronenradiographie. Mit den neuen Neutronengeneratoren des INT soll untersucht werden, wie Verfahren der Neutronenradiographie, die am Neutronenstrahl eines Reaktors schon effektiv zur Erzeugung eines „Neutronenbilds“ eingesetzt werden, in einer mobilen Anordnung mit einem Neutronengenerator und einem für mobile Anwendung geeigneten Detektorsystem für Untersuchungen vor Ort verwendet werden können.

## Future Security in Karlsruhe am 4. und 5. Juli 2006

### Namen, Daten, Ereignisse

#### Future Security in Karlsruhe am 4. und 5. Juli 2006

Mit neuen Technologien den Schutz vor Terror und Verbrechen verbessern

Fragen der inneren und äußeren Sicherheit bewegen die Bürger in Europa nicht erst seit dem 11. September 2001. Ab 2007 wird die EU Kommission mit erheblichen finanziellen Mitteln die Sicherheitsforschung in Europa unterstützen.

In Deutschland haben sich mehrere Ministerien unter Federführung des BMBF abgestimmt, auch auf nationaler Ebene die Forschung für die Sicherheit voranzutreiben und die dafür nötigen Mittel bereit zu stellen.

Der Fraunhofer-Verbund Verteidigungs- und Sicherheitsforschung (VVS) hat unter dem Motto »FUTURE SECURITY« die 1. Sicherheitsforschungskonferenz organisiert, die Plattform und Treffpunkt für alle war, die zukünftig in der Sicherheitstechnik und Sicherheitsforschung mitwirken wollen. Auf der Tagung, die am 4. und 5. Juli in Karlsruhe stattfand, erläuterte die Bundesministerin für Bildung und Forschung Annette Schavan in einem Grundsatzreferat, was die Ziele der Sicherheitsforschung sein sollen und welche Themenschwerpunkte angegangen werden müssen.

Der neue Forschungs-Vorstand der Fraunhofer-Gesellschaft Dr. Ulrich Buller stellte eine Fülle



von neuen technischen Ansätzen vor mit denen die Fraunhofer-Institute die Sicherheitsforschung voranbringen können.

Fraunhofer-Forscher entwickeln neue Werkstoffe wie schusssichere Gläser, stoßabsorbierende Metallschäume und reißfeste Fasern, die der Gewalteinwirkung besser widerstehen. Die Ergebnisse der Forschung wurden am Gemeinschaftsstand der VVS Institute vorgestellt.

Zum ersten Mal diskutierten auf diesem Symposium drei Ministerien (BMBF, BMI und BMVg) zusammen mit den Forschern und der Industrie über die zukünftige Ausrichtung der Sicherheitsforschung in Deutschland.



# Trilateraler Workshop in INT am 6. und 7. September 2006

Trilateraler Workshop between the  
countries of the Netherlands, Sweden and  
Germany: Nanotechnology in Defence  
im INT am 6. und 7. September 2006



Von links nach rechts:  
H. Norinder,  
W. Pelt,  
C. Wijayawardhana,  
S. Schilthuizen,  
M. Grüne,  
P. Holmström,  
I. Tuinman,  
M. Rademaker,  
L. Stenmark,  
E. Rönnberg,  
W. Kreuzer,  
S. Savage,  
H. Dinnebier,  
C. Schepens,  
M. Sondermann,  
N. Eisenreich,  
J. Altmann,  
U. Wiemken

Die Teilnehmer diskutierten in diesem Workshop eine Auswahl verschiedener aktueller Technologiethemata in Bezug auf militärische Anwendungen der Nanotechnologie.

Als Ergebnis wurden Schlussfolgerungen und Empfehlungen für verschiedene wehrtechnische Anwendungsbereiche der Nanotechnologie erarbeitet und anschließend veröffentlicht.

**Besuch der Bundestagsabgeordneten  
Ulrike Merten (SPD)  
im INT am 14. Oktober 2006**



Von links nach rechts:  
H.-U. Schmidt,  
U. Merten,  
U. Wiemken,  
H.-J. Schaprian

Die Vorsitzende des Verteidigungsausschusses im Deutschen Bundestag besuchte gemeinsam mit Herrn Oberst a. D. Hans-Joachim Schaprian, Geschäftsführer der GSW (Gesellschaft der Sicherheits- und Wehrtechnischen Wirtschaft in NRW e. V.) das Institut. Die Besucher besichtigten die Labor- und Großgeräte und erhielten einen Einblick in die aktuellen Forschungsbereiche des Instituts.



## Lehrveranstaltungen

Wiemken, U.: **Einführung in die Technik**  
(zweisemestrig seit Wintersemester 1997)  
Fachhochschule Köln, Fakultät für Informations-  
und Kommunikationswissenschaft

Wirtz, H.: **Investition und Finanzierung**,  
Sommersemester 2006, FOM Fachhochschule für  
Oekonomie & Management, Essen

Wirtz, H.: **Handelsbilanzen**, Wintersemester  
2006/2007, FOM Fachhochschule für Oekonomie  
& Management, Essen

Wirtz, H.: **BWL II – Bilanzanalyse**, Winter-  
semester 2006/2007, FOM Fachhochschule für  
Oekonomie & Management, Essen

## Internationale Review-Tätigkeiten

Kuhnhenh, J.; **The 2006 Radiation Effects on Components and Systems (RADECS) Workshop**, Athens, Greece

Kuhnhenh, J.; **IEEE Transactions on Nuclear Science Journal**

Schmidt, H.-U.; Suhrke, M.; **IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility**

## Internationale Zusammenarbeit 2006

Köble, T.; Rosenstock, W.:

- Mit Prof. Vadim L. Romodanov, Experimental Reactor Physics Institute, MEPhI, 115409, Moscow, Kashirskoe Shosse 31, Russian Federation, und seiner Arbeitsgruppe wurde im Rahmen des kanadisch-europäischen Projekts ISTC 2978 „Digital technology for the control of fissile materials in devices with pulsed sources“ Detektionsverfahren für Spalt- und Explosivstoffe in Koffern an Flughäfen diskutiert. Weitere Kooperationspartner sind Università Degli Studi di Bari/Dipartimento Interateneo di Fisica, Italien und Bubble Technology Industries Inc., Canada

Kuhnhenh, J.:

- IEEE Subcommittee on Qualification, IEEE/NPEC/SC 2
- IEEE P1682 Working Group
- SCK-CEN (Belgian Nuclear Research Centre): Studiecentrum voor Kernenergie – Centre d'étude de l'Énergie Nucléaire, Belgien
- Commissariat à l'Énergie Atomique (CEA), Frankreich

Metzger, S.:

- NATO Joint Radiological and Nuclear Defense Subgroup (ehemals Nuclear Protection Subgroup)
- Erstellung des NATO AEP50: „Space and Nuclear Radiation Hardening Guidelines for Military Satellites: Electronics and Photonics“

Rosenstock, W.:

- Prater Reaktor, Wien, Österreich: Diskussion und Planung von den Meßverfahren zur Qualifizierung von Safeguardsystemen an dem Triga Mark II Reaktor, 22.02.2006
- Teilnahme an zwei Sitzungen der Working Group on Verification Technologies and Methodologies (VTM), die von der Non Proliferation and Nuclear Safeguards Unit im Joint Research Centre in Ispra, Italien, organisiert wird. Das Gebiet Verifikation (allgemein, nicht nur nuklear) wird dort permanent für die ESARDA (European Safeguards Research and Development Association) bearbeitet, Luxemburg, Mai/Juni 2006

Rosenstock, W.; Risse, M.; Metzger, S.:

- Mit der IAEA (International Atomic Energy Agency) – Division of Technical Support wurde über notwendige Prozeduren zur Qualifikation von neu entwickelten Safeguardsystemen hinsichtlich des Routineeinsatzes in erhöhter Strahlungsumgebung (wie in Kernkraftwerken, Anreicherungsanlagen sowie Brennelementlagern) diskutiert, Okt. und Nov. 2006

Schulze, J.:

- Mitarbeit in der EARTO EuroTech-Gruppe

Schulze, J.; Sondermann, M.:

- Mitarbeit in der POC-Gruppe im Rahmen der Kooperation der LO16-Länder

Schulze, J.; Rosenstock, W.:

- Besprechung zu Wiederaufnahme des TESTNET Vorhabens am 21. Februar 2006, im Hofburg Congress Center, Wien, Österreich.  
Diskussion über Straffung des Proposals sowie Reduzierung der Kosten und deutlich präziserer Formulierung des Ziels (TESTNET = Structured approach towards an european NETWORK of TEST facilities applicable to integrated border management), 21.02.2006

Suhrke, M.:

- Mitarbeit Lol6 Action Group Disruptive Technology als deutsche Kontaktperson zu Terahertz-Technologien
- Mitarbeit in der NATO RTO SCI-132 Task Group High Power Microwave Threat to Infrastructure and Military Equipment

Im Rahmen dieser Gruppe wurden HPM-Untersuchungen (HPM – High Power Microwaves) am taktischen Kommunikationssystem TALANFA (Tactical Local Area Network FACility) der niederländischen Armee abgeschlossen.

Wiemken, U.:

- Mitarbeit in der PoC-Gruppe im Rahmen der Kooperation der Lol6-Länder
- Mitglied der Subgroup für Informationsaustausch im Rahmen der Kooperation der Lol6-Länder
- Mitglied der Subgroup für „Disruptive Technologies“ im Rahmen der Kooperation der Lol6-Länder
- Member at large im IMC (Information Management Committee) der NATO RTO

Wiemken, U.; Neupert, U.:

- Deutsche Vertreter in der NATO Task Group SAS 062 „Assessment of Possible Disruptive Technologies for Defence and Security“

Wiemken, U.; Sondermann, M.:

- Mitarbeit in der trilateralen Kooperation mit Schweden und den Niederlanden zu langfristigen Technologieentwicklungen


**Vorträge 2006**

Rosenstock, W.: **Untersuchungen und Studien zu Risiken durch Terrorismus mit nuklearen und radioaktiven Stoffen – Zerlegungsverhalten umschlossener Quellen**, Koordinierungssitzung „Radiologische Bomben“, im BMVg – Rü IV 5, Bonn, 10.01.2006

Köble, T.: **Untersuchungen und Studien zu Risiken durch Terrorismus mit nuklearen und radioaktiven Stoffen – Ausbreitungsprogramme**, Koordinierungssitzung „Radiologische Bomben“, im BMVg – Rü IV 5, Bonn, 10.01.2006

Suhrke, M.: **TALANFA-Tests am Fraunhofer INT**, NAG HPM, Röthenbach, 16.-18.01.2006

Schmidt, H.-U.: **Netzwerk-Analyse im Hochfrequenzbereich**, Fachhochschule Bonn-Rhein-Sieg, Sankt Augustin, 19.01.2006

Schmidt, H.-U.: **Gefährdungspotential von Hochleistungs-Mikrowellen (HPM) für Rechenzentren**, Seminar Sicherheit und Höchstverfügbarkeit von Serverparks, Rechenzentren und IT-Räumen, Simedia-Fachseminar, München, 26.01.2006

Braun, Ch.: **Störfestigkeits-Untersuchungen von WLAN-Funkübertragungssystemen**, EMV 2006, Internationale Fachmesse und Kongress für Elektromagnetische Verträglichkeit, Düsseldorf, 07.-09.03.2006

Kuhnenn, J.: **Einfluss von Manteldicke, Coating- und Kernmaterial auf die Strahlungsempfindlichkeit von Reinstquarz Stufen-Index Fasern**, Vortrag zum Jahrestreffen des Impuls- und Vernetzungsfonds der HGF, VH-FZ-006, Hamburg, 07.03.2006

Kuhnenn, J.: **Radiation Hard Optical Fibres for LHC: Project Status and Outlook**, Zwischenbericht und Projektvorschlag für Zusammenarbeit mit CERN, Genf, 13.03.2006

Kretschmer, T.: **Langfristige Technologieentwicklung im Bereich „Wirkung und Schutz“**, BakWVT, Berlin, 22.03.2006

Metzger, S.: **Anforderungen an eine nukleare Waffe zur Abwehr ballistischer Flugkörper außerhalb der Erdatmosphäre**, Vortrag des Arbeitskreises Physik und Abrüstung während der DPG-Tagung 2006, München, 23.03.2006

Metzger, S.: **Strahlungseffekte in Quarzen**, Vortrag bei der Firma Jauch Quartz GmbH, Villingen-Schwenningen, 11.04.2006

Rosenstock, W.: **Terrorismus: Nukleare und radiologische Gefahren**, Nationale Arbeitsgruppe „Radiologische Bombe“, AG Bedrohungsanalyse, BWB Koblenz, 25.04.2006

Goymann, S.: **Quantendetektoren im IR – Stand der Arbeiten**, Nationale Technische AG TBM-Bekämpfung, Koblenz, 25.-26.04.2006

Goymann, S.: **Lasertechnik zur Datenübertragung in größeren Strukturen – Technologische Möglichkeiten und Grenzen**, Nationale Technische AG TBM-Bekämpfung, Koblenz, 25.-26.04.2006

Suhrke, M.: **Aktuelle Möglichkeiten der Flugkörperbekämpfung mit Hochleistungsmikrowellen**, NAG TBM-Bekämpfung, Koblenz, 25.04.2006

Köble, T.: **Terrorismus: Wirkungsweise radioaktiver Stoffe in einer schmutzigen Bombe**, Nationale Arbeitsgruppe „Radiologische Bombe“, AG Wirkung, WIS Munster 02.-03.05.2006

Rosenstock, W.: **Techniken zur Nuklearen Gefahrenabwehr**, FhG (VVS) – BAM Security Workshop, BAM (Bundesanstalt für Materialprüfung), Berlin, 02.-03.05.2006

Suhrke, M.: **TALANFA Tests at Fraunhofer INT – II**, DGA, Centre d'Études de Gramat, Frankreich, 10.-12.05.2006

Grüne, M.: **Beitrag der Raumfahrt zu Sicherheit und Verteidigung – Heute und in Zukunft**, Konferenz „Nutzungspotenziale der Raumfahrt für Sicherheit und Verteidigung“, ILA 2006, Berlin, 17.05.2006

Schmidt, H.-U.: **Personensicherheit bei EMV-Arbeiten im Hochfrequenzbereich**, Fachhochschule Bonn-Rhein-Sieg, Sankt Augustin, 19.05.2006

Grüne, M.: **Beitrag der Raumfahrt zu Sicherheit und Verteidigung – Heute und in Zukunft**, Runder Tisch „Nutzung des Weltraums für gesamtstaatliche Sicherheitsvorsorge“, LwA-ZWELW, Köln-Wahn, 24.05.2006

Schmidt, H.-U.: **Gefährdungspotential von Hochleistungs-Mikrowellen (HPM) für Rechenzentren**, Seminar Sicherheit und Höchstverfügbarkeit von Serverparks, Rechenzentren und IT-Räumen, Simedia-Fachseminar, Frankfurt/Main, 31.05.2006

Risse, M.: **Messungen unter Wasser – die Tauchsonde IdentiSPEC**, Kuratoriumssitzung im Fraunhofer INT, Euskirchen, 22.06.2006

Risse, M.: **Detection and Identification of Radioactive Sources Covert Under Water**, Conference Nuclear Material Management, Nashville, Tennessee, USA, 16.-20.07.2006

Grüne, M.: **Nanotechnology in Defence – An Overview**, Trilateraler Workshop, „Nanotechnology in Defence“, Euskirchen, 06.-07.09.2006

Ruhlig, K.: **Informationsverarbeitung – vom PC zum Quantencomputer**, DIFI-Tagung „Langfristige Technologietrends“, Euskirchen, 14.-15.09.2006

Neupert, U.: **Energiesparende Technologien als neue „Energiequelle“**, DIFI-Tagung „Langfristige Technologietrends“, Euskirchen, 14.-15.09.2006

Euting, T.: **Informationssicherheit – Antworten auf neue Bedrohungen**, DIFI-Tagung „Langfristige Technologietrends“, Euskirchen, 14.-15.09.2006

Grüne, M.: **Nanotechnologie – Querschnittstechnologie des 21. Jahrhunderts**, DIFI-Tagung „Langfristige Technologietrends“, Euskirchen, 14.-15.09.2006

Kohlhoff, J.: **Robotik – Vom Handhabungsautomaten zum Personal Robot**, DIFI-Tagung „Langfristige Technologietrends“, Euskirchen, 14.-15.09.2006

Reschke, S.: **Smart Materials – Ein neues Werkstoffkonzept**, DIFI-Tagung „Langfristige Technologietrends“, Euskirchen, 14.-15.09.2006

Kretschmer, T.: **Technogiefelder der Zukunft – Gesamtbild und Megatrends**, DIFI-Tagung „Langfristige Technologietrends“, Euskirchen, 14.-15.09.2006

Gericke, W., Thorleuchter, D., Winkelmann, W.: **Geheimchutz in der Sicherheitsforschung**, Fraunhofer Arbeitskreis „Praktische IT-Sicherheit“, Euskirchen, 21.09.2006

Gericke, W., Thorleuchter, D., Winkelmann, W.: **VS-NfD Bearbeitung von Dokumenten**, Fraunhofer Arbeitskreis „Praktische IT-Sicherheit“, Euskirchen, 21.09.2006

Gericke, W., Thorleuchter, D., Winkelmann, W.: **Bearbeitung von VS-Vertraulich, Geheim und Streng Geheim**, Fraunhofer Arbeitskreis „Praktische IT-Sicherheit“, Euskirchen, 21.09.2006

Gericke, W., Winkelmann, W.: **Praktische Umsetzung im Geheimchutz**, Fraunhofer Arbeitskreis „Praktische IT-Sicherheit“, Euskirchen, 21.09.2006

Rosenstock, W.: **Analyse von Unfällen mit radioaktiven Stoffen in Hinblick auf Terrorgefahren**, NAG Radiologische Bombe – 2. Sitzung der AG 1 – Bedrohungsanalyse, Gesellschaft für Reaktorsicherheit, Köln, 21.09.2006

S. Metzger: **Strahlungseffekte in Quarzoszillatoren**, Vortrag bei der Firma FOQ Piezo Technik GmbH, Bad Rappenau, 10.10.2006

Grüne, M.: **Erweiterte Sicherheit**, Besuch des Bundeskriminalamtes (BKA-KI21-TM), Euskirchen, 11.10.2006

Metzger, S.: **Nuclear Radiation Test Procedures for IAEA Safeguards Systems – NRTP 1.0**, Präsentation des Abschlussberichts 17/06 des Projekts 100765 bei der IAEA, Wien, 02.11.2006

Rosenstock, W.: **Nuclear Radiation Test Procedures for IAEA Safeguards Systems – NRTP 1.0**, at IAEA, Vienna, Austria, 02.- 03.11.2006

Risse, M.: **Radiation Hardness Assurance Documentation**, at IAEA, Vienna, Austria, 02.-03.11.2006

Gericke, W., Thorleuchter, D.: **IT-Grundlagen des Geheimschutzes**, 7. Rheinlandtreffen – Konferenz zur IT-Sicherheit und Netzwerk der Gesellschaft für Informatik und der DECUS München e.V., Birlinghoven, 07.11.2006

Thorleuchter, D.: **Knowledge discovery from text im Bereich der IT-Sicherheit**, 7. Rheinlandtreffen – Konferenz zur IT-Sicherheit und Netzwerk der Gesellschaft für Informatik und der DECUS München e.V., Birlinghoven, 07.11.2006

Kuhnhehn, J.: **Faseroptische Dosimetriesysteme für MAX-lab**, Bessy Berlin, 09.11.2006

Rosenstock, W.: **Präsentation einer möglichen Messübung im Universitätsklinikum Münster zur Suche – Detektion von radioaktiven Stoffen**, ZD 37 ABC-Kriminalität, BKA Meckenheim, 16.11.2006

Wiemken, U.: **„Utopien und Planung“ – der steinige Weg zur Wirklichkeit**, RWTH Aachen, 29.11.2006

Kretschmer, T.: **Technologiefelder der Zukunft – Gesamtbild und Megatrends**, 4. Tiroler Innovationstag, Innsbruck, 30.11.2006

Schmidt, H.-U.: **Personensicherheit bei EMV-Arbeiten im Hochfrequenzbereich**, Fachhochschule Bonn-Rhein-Sieg, Sankt Augustin, 04.12.2006

## Publikationen 2006

Beerlage, I.; Clausen, L.; Dombrowsky, W.R.; Domres, B.; Engelhard, N.; Geenen, E.M.; Gerber, G.; Haseborg, I.L. ter ; Knobloch, J.; Matz, G.; Miska, H.; Rosen, K.H.; Schulze, J.; Thoma, K.; Weidringer, J.W.; Weiss, W.; Wilken, R.-D.; Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe -BBK-, Bonn; Schutzkommission beim Bundesminister des Innern: **Dritter Gefahrenbericht der Schutzkommission beim Bundesminister des Innern : Bericht über mögliche Gefahren für die Bevölkerung bei Großkatastrophen und im Verteidigungsfall**, Bonn, 2006

Braun, C.; Clemens, P.; Schmidt, H.U.; Taenzer, A.: **Störfestigkeits-Untersuchungen von WLAN-Funkübertragungssystemen**. (Internationale Fachmesse und Kongress für Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) <12, 2006, Düsseldorf>), In: Gonschorek, K.-H.; Mesago-Messe-Frankfurt GmbH, Stuttgart: Elektromagnetische Verträglichkeit, EMV 2006: Internationale Fachmesse und Kongress für Elektromagnetische Verträglichkeit, 7.-9. März 2006, Messe Düsseldorf, Berlin, 2006, S.471-480

Euting, T.: **Intelligente Antennen**, Strategie und Technik 49 (2006), Nr.9, S. 50

Fuss, G.; Köble, T.; Metzger, S.; Risse, M.; Rosenstock, W.; Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen -INT-, Euskirchen: **Nuclear radiation test procedures for IAEA safeguards systems – NRTP 1.0: Joint Programme on the Technical Development and Further Improvement of IAEA Safeguards between the Government of the Federal Republic of Germany and the International Atomic Energy Agency**. TASK D.27/E0994, Euskirchen, 2006

Grigoleit, S.; Kersten, G.; Müller, S.; Schulze, J.; Sondermann, M.: **Forschung und Technologie europaweit**, Strategie und Technik 49 (2006), Nr.2, S.25-29

Grigoleit, S.: Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen -INT-, Euskirchen: **Die verteidigungsbezogene Forschung und Technologie in Schweden**, Euskirchen, INT, 2006 (Bericht – Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen 196)

Grigoleit, S.: Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen -INT-, Euskirchen: **Die verteidigungsbezogene Forschung und Technologie in China**, Euskirchen, INT, 2006 (Bericht – Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen 197)

Grigoleit, S.: Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen -INT-, Euskirchen: **Die verteidigungsbezogene Forschung und Technologie in Israel**, Euskirchen, INT, 2006 (Bericht – Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen 201)

Grüne, M.; Kernchen, R.; Kohlhoff, J.; Kretschmer, T.; Neupert, U.; Notthoff, C.; Reschke, S.; Ruhlig, K.; Wessel, H.; Zach, H.-G.: **Grundlagen und militärische Anwendungen der Nanotechnologie**, Bonn, 2006, (Schriftenreihe „Technologie, Verteidigung und Sicherheit“ 2)

Grüne, M.: **Kleinstsatelliten**, Strategie und Technik 49 (2006), Nr. 11, S. 23

Henschel, H.; Kuhnenn, J.; Weinand, U.: **High radiation hardness of a hollow core photonic bandgap fibre: Preprint submitted to RADECS 2005 Proceedings**, 8<sup>th</sup> european conference on radiation and its effects on components and systems – RADECS 2005, 19<sup>th</sup> to 23<sup>rd</sup> September 2005. (European Conference on Radiation and its Effects on Components and Systems (RADECS) <8, 2005, Le Cap d'Adge, France>), Euskirchen, 2006

Kernchen, R.: **Tissue Engineering**, Strategie und Technik 49 (2006), Nr.6, S.35

Kohlhoff, J.: **Magnesiumwerkstoffe**, Strategie und Technik 49 (2006), Nr.5, S.62

Kohlhoff, J.; Reschke, S.; Notthoff, C.: **Werkstofftrends: Kupferwerkstoffe**, Werkstoffe in der Fertigung (2006), Nr. 2, S. 3

Krebber, K.; Henschel, H.; Weinand, U.: **Fibre bragg gratings as high dose radiation sensors?**, Measurement Science and Technology 17 (2006), Nr.5, S.1095-1102

Kuhnhenh, J.; Henschel, H.; Weinand, U.: **Influence of coating material, cladding thickness, and core material on gamma radiation sensitivity of pure silica core-step-index fibres: Preprint submitted to RADECS 2005 Proceedings, 8<sup>th</sup> european conference on radiation and its effects on components and systems – RADECS 2005, 19<sup>th</sup> to 23<sup>rd</sup> September 2005. (European Conference on Radiation and its Effects on Components and Systems (RADECS) <8, 2005, Le Cap d'Adge, France>), Euskirchen, 2006**

Müller, S.; Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen -INT-, Euskirchen: **Die verteidigungsbezogene Forschung und Technologie in Italien**, Euskirchen: Fraunhofer INT, 2006, (Bericht – Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen 198)

Neupert, U.: **Geothermische Energie**, Strategie und Technik 49 (2006), Nr. 1, S. 35

Notthoff, C.: **Flachbildschirme**, Strategie und Technik 49 (2006), Nr. 7, S. 59

Notthoff, C.; Reschke, S.; Kohlhoff, J.: **Werkstofftrends: Phasenwechselmaterialien**, Werkstoffe in der Fertigung (2006), Nr. 5, S. 3

Notthoff, C.; Reschke, S.; Kohlhoff, J.: **Werkstofftrends: Beton**, Werkstoffe in der Fertigung (2006), Nr. 6, S. 3

Notthoff, C.; Reschke, S.; Kohlhoff, J.: **Werkstofftrends: Chromogene Materialien**, Werkstoffe in der Fertigung (2006), Nr. 1, S. 3

Notthoff, C.; Reschke, S.; Kohlhoff, J.: **Werkstofftrends: Kupferwerkstoffe**, Werkstoffe in der Fertigung (2006), Nr. 2, S. 3

Notthoff, C.; Reschke, S.; Kohlhoff, J.: **Werkstofftrends: Funktionale Fluide**, Werkstoffe in der Fertigung (2006), Nr. 3, S. 3

Notthoff, C.; Reschke, S.; Kohlhoff, J.: **Werkstofftrends: Kombinatorische Werkstoffsynthese**, Werkstoffe in der Fertigung (2006), Nr. 4, S. 3

Risse, M.; Berky, W.; Köble, T.; Rosenstock, W.; Kronholz, H.-L.: **Detection and identification of radioactive sources covert under water.** (Institute of Nuclear Materials Management (Annual Meeting) <47, 2006, Nashville/Tenn.>), In: Institute of Nuclear Materials Management -INMM-: INMM 47<sup>th</sup> Annual Meeting 2006. CD-ROM: Proceedings of the Institute of Nuclear Materials Management, July 16-20, 2006, Nashville Convention Center & Renaissance Hotel, Madison, Wisconsin: Omnipress, 2006, 8 S.

Rosenstock, W.: **Emerging verification technologies**, In: Avenhaus, R.: Verifying Treaty Compliance: Limiting Weapons of Mass Destruction and Monitoring Kyoto Protocol Provisions, Berlin, 2006, S. 547-557

Rosenstock, W.; Köble, T.: **Transportables Messsystem zur Detektion und Identifizierung von nuklearem Material**, In: Bundesministerium der Verteidigung -BMVg-, Unterabteilung Rü IV, Bonn: Forschung & Technologie. Jahresbericht 2006: Wehrtechnische Forschung für deutsche Streitkräfte in der Transformation, Bonn, 2006, S. 48-49

Ruhlig, K.: **Augmented Reality**, Strategie und Technik 49 (2006), Nr. 4, S. 61

Ruhlig, K.: **Neue Halbleiter**, Strategie und Technik 49 (2006), Nr. 10, S. 51

Sondermann, M.: Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen -INT-, Euskirchen: **Die verteidigungsbezogene Forschung und Technologie in den Niederlanden**, Euskirchen: Fraunhofer INT, 2006, (Bericht – Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen 195)

Sondermann, M.: Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen -INT-, Euskirchen: **Die verteidigungsbezogene Forschung und Technologie in der Russischen Förderung**, Euskirchen: Fraunhofer INT, 2006, (Bericht – Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen 200)

Thorleuchter, D.: **Geheimchutz in der Sicherheitsforschung: Aktuelle Entwicklungen und Trends im Geheimchutz**, In: DECUS-Bulletin, Online unter <http://www.decus.de/decus/bulletin/> (2006), Nr. 98, S. 24-25

Weimert, B.: **Medienkonvergenz**, Strategie und Technik 49 (2006), Nr. 3, S. 52

Wiemken, U.: **Hochtechnologien in der Wehrtechnik**, In: Spur, G.; Stiftung Brandenburger Tor; Konvent für Technikwissenschaften der Union der Deutschen Akademien der Wissenschaften -Acatech-: Wachstum durch technologische Innovationen: Beiträge aus Wissenschaft und Wirtschaft, Stuttgart, 2006, S.123-129

Wiemken, U.: **Betrachtungen zur äußeren und inneren Sicherheit: Gedanken zu einer „Robusten Gesellschaft“**, In: Europäische Sicherheit 55 (2006), Nr. 12, S. 26-29

## Seminarvorträge im INT 2006

Wascher, Prof. Dr. E. (IfA-WLZ Uni Dortmund):  
**Kognitive Ergonomie**, Euskirchen, 11.01.2006

Schirmer, Dr. A. (Strahlenmessstelle Munster):  
**Technische und radiologische Aspekte der Verwendung Ra-226-haltiger Leuchtfarbmarkierungen**, Euskirchen, 18.01.2006

Sauer, Oberst W. (ZinFü Koblenz): **Mensch in der Transformation**, Euskirchen, 25.01.2006

Kuhnhenh, Dr. J. (INT Euskirchen): **Anwendungsmöglichkeiten neuer strahlungsresistenter und strahlungsempfindlicher Glasfasern**, Euskirchen, 01.02.2006

Wiemken, Dr. U. (INT Euskirchen): **Technologieprognosen für die Planung, national und international**, Euskirchen, 15.02.2006

Wiedemann, C. (TU-Braunschweig): **RORSAT – Russische Kernreaktoren im All**, Euskirchen, 22.02.2006

Höffgen, S. (INT Euskirchen): **Erste Experimente am CB-ELSA-Detektor in Bonn**, Euskirchen, 08.03.2006

Wiebe, Dr.-Ing. P. (Fraunhofer-IMS Duisburg): **Brain-Computer-Interfaces (BCIs) – aktueller Stand und künftige Entwicklungslinien**, Euskirchen, 29.03.2006

Thielecke, Dr. H. (Fraunhofer-IBMT Sankt Ingbert): **Für das Human-Biomonitoring relevante technologische Entwicklungen**, Euskirchen, 05.04.2006

Metzger, Dr. S. (INT Euskirchen): **Abwehr ballistischer Flugkörper mit Kernwaffen**, Euskirchen, 26.04.2006

Ruhlig, Dr. K. (INT Euskirchen): **Trends der Computertechnologie**, Euskirchen, 03.05.2006

Küchle, Dr. H. (BICC Bonn): **Die deutschen Rüstungsunternehmen zwischen Konversion und strategischer Industriepolitik**, Euskirchen, 10.05.2006

Pillukat, Dr. A. (Jena-Optronik GmbH Jena): **Hyperspektrale Aufklärung**, Euskirchen, 24.05.2006

Thesing, P. (INT Euskirchen): **Informationstechnologische Verfahren der Wissensrepräsentation**, Euskirchen, 31.05.2006

Mett, Dr. W. (DLR Köln): **Integriertes Erdbeobachtungssystem Helmholtz-EOS**, Euskirchen, 07.06.2006

Söhn, Dr. A.: **Überlegung zur Zukunft der Windenergie**, Euskirchen, 14.06.2006

Horn, P. (EADS SPACE Services München): **Kommunikation als Flaschenhals der NetOpFü**, Euskirchen, 21.06.2006

Herrchen, M. (Fraunhofer-IME Schmallenberg): **Die Methodik der Prioritätensetzung in verschiedenen Regelwerken des Umweltschutzes**, Euskirchen, 30.08.2006

Bügel, U. (Fraunhofer-IITB Karlsruhe): **Intelligente Klassifizierung und Suche**, Euskirchen, 13.09.2006

Franzke, Prof. H. (TU Berlin): **Evolution durch und mit Technik**, Euskirchen, 27.09.2006

Fiedler, J. (INT Euskirchen): **Einblicke in Schwerionenkollisionen**, Euskirchen, 18.10.2006

Gericke, W. (INT Euskirchen): **Die perfekte Personal Firewall, gibt es sie?**, Euskirchen, 25.10.2006

Risse, Dr. M. (INT Euskirchen): **Das INT-Messfahrzeug – Rufbereitschaft WM 2006**, Euskirchen, 08.11.2006

Dragon, D. (EADS Astrium GmbH München):  
**Sicherheitsanwendungen der Satelliten-  
navigation – Möglichkeiten und Grenzen  
von GPS und Galileo im Vergleich,**  
Euskirchen, 15.11.2006

Pastuszka, H.-M. (INT Euskirchen):  
**MEDI-Mapping of European Defence  
Industries: Sachstand deutscher Beitrag,**  
Euskirchen, 29.11.2006

Schadt, D.: **Kritische Infrastruktur,** Euskirchen,  
06.12.2006

Weinheimer, Oberst a. D. H.-P.: **Asymmetrische  
Kriegsführung und gesamtstaatliche Sicher-  
heitsvorsorge,** Euskirchen, 13.12.2006



## Teilnahme an Normungsarbeiten

Mitarbeiter der Abteilung NE nahmen im Berichtszeitraum an einer Reihe von Normungsarbeiten des VDE/DIN teil:

DIN/Normenstelle Elektrotechnik:

- NEA 760 Erstellung der VG-Normen VG96900-96907, NEMP- und Blitzschutz (H.-U. Schmidt)
- NEA 760.3 Erstellung der VG-Normenteile Grenzwerte für Geräte (H.-U. Schmidt)
- NEA 760.3.1 Arbeitsgruppe Einkopplung von Feldern in Leitungen (H.-U. Schmidt)
- NEA 763.2 Erstellung der VG-Normen VG95370 ff., Elektromagnetische Verträglichkeit (H.-U. Schmidt)

VDE/DIN (Deutsche Elektrotechnische Kommission):

- DKE 767.4.4 TEM-Wellenleiter (VDE/DIN-EMV-Normen) (H.-U. Schmidt)

## Anfahrt

## Impressum

Fraunhofer-Institut für  
Naturwissenschaftlich-Technische  
Trendanalysen INT

Postanschrift:  
Postfach 14 19  
53864 Euskirchen

Appelsgarten 2  
53879 Euskirchen  
Telefon: +49(0)22 51/18-1  
Fax: +49(0)22 51/18-277  
E-Mail: [info@int.fraunhofer.de](mailto:info@int.fraunhofer.de)  
Internet: [www.int.fraunhofer.de](http://www.int.fraunhofer.de)

## Redaktion

Dipl.-Geogr. Denise Köppen  
Silvia Weniger

## Bildnachweis

Ralf Hürten, Bad Münstereifel  
Dr. Ulrik Neupert, INT  
Sylvia Scheid, INT  
Hans-Joachim Taenzer, INT

## Gestaltung &amp; Realisation

Konzeptbüro Horst Schneider, Erftstadt

Druck: DP Druckpartner Moser, Rheinbach

## Anfahrt

## Mit dem Auto:

Aus Richtung Köln:

A1: Ausfahrt 110 „Euskirchen/Zülpich“  
oder

A61: Ausfahrt 26 „Swisttal-Heimerzheim“

Aus Richtung Koblenz:

A61: Ausfahrt 26 „Swisttal-Heimerzheim“

## Mit der Bahn:

Nächste Intercity-Stationen: Bonn-Hauptbahnhof  
oder Köln-Hauptbahnhof mit regelmäßigen  
Zugverbindungen nach Euskirchen.

## Mit dem Flugzeug:

Nächste Verkehrsflughäfen: Köln/Bonn (60 km)  
oder Düsseldorf (100 km)

