

*Manfred Domke*¹

DUAL-USE: Berücksichtigung militärischer Anforderungen bei der zivilen Entwicklung neuer Technologien

In der gegenwärtigen Abrüstungsphase werden zwar Soldaten und Waffensysteme wegverhandelt, Militärhaushalte gekürzt. Die Erforschung und Entwicklung (FuE) militärisch relevanter Technologien geht jedoch unvermindert weiter. Wenn künftig weniger Soldaten und weniger Waffensysteme die Verteidigungsbereitschaft sichern sollen, so müssen nach Meinung der Rüstungsstrategen Kommunikations-, Aufklärungs-, Führungs- und Waffen-Systeme intelligenter und wirksamer gemacht werden. Abrüstung im FuE-Bereich ist also nicht angesagt. FuE-Anstrengungen sollen eher verstärkt werden. Wie ist das bei reduzierten Haushalten zu schaffen? Eine Antwort auf diese Frage lautet: Noch mehr als bisher ist auf Dual-Use-Technologien zu setzen. Dahinter verbirgt sich eine zunehmende Integration militärischer und ziviler FuE-Prozesse sowie eine verstärkte zivile Nutzung neuer Technologien, die gewollt militärische Strukturelemente enthalten. Die Förderung von Dual-Use-Technologien bedeutet Förderung von Militarisierung ziviler Bereiche. Dieser Entwicklung kann nur entgegengetreten werden, wenn die Entstehungs- und Verwertungsbedingungen neuer Technologien analysiert, aufgedeckt und in Wissenschaft und Gesellschaft öffentlich debattiert werden.

Einführung

Das Militär stützt sich auf drei fundamental unterschiedliche Technologiearten:

- a) Technologien, die auf militärische Anwendungen zugeschnitten sind, für die es schon aus Kostengründen keinen kommerziellen Markt gibt.
- b) Technologien des zivilen Marktes, die auch militärisch genutzt werden.
- c) Technologien, die im Interesse der Militärs und für das Militär zivil gefördert, zivil erforscht und entwickelt werden und aus Kostengründen auch zivil genutzt werden sollen.

Im folgenden werden nur die unter c) beschriebenen „Dual-Use-Technologien“ betrachtet. Sie unterscheiden sich grundsätzlich von den unter b) genannten. Dual-Use-Technologien, die gemäß b) nur auf zivilen Bedarf zugeschnitten sind, aber dennoch vom Militär benutzt werden, sollen hier nicht weiter untersucht werden.

1) GMD – F1.P, Schloß Birlinghoven, Postfach 1240, 5205 Sankt Augustin 1

Die Bezeichnung „doppelt-verwendbare Technologien“ gehört zu den Sprachregelungen, die bestehende Verhältnisse verschleiern. Mit „Dual-Use“ wird abgelenkt von der Einflußnahme der Sicherheitspolitik auf die Forschungs-, Technologie- und Wirtschaftspolitik sowie vom Einsatz ziviler Ressourcen bei der Entwicklung von Technologien für das Militär. „Dual-Use“ suggeriert Neutralität, Wert- und Zweckfreiheit von Wissenschaft und Technologie. Dem Steuerzahler wird darüberhinaus das Gefühl vermittelt, daß seine Steuern selbst in der Rüstung gut angelegt sind. Der verdeckte Gebrauch ziviler Ressourcen für die Entwicklung neuer Informationstechnologien (IT) für das Militär und die damit einhergehende Deformierung des IT-Sektors können nur dann reduziert bzw. verhindert werden, wenn die Entstehungs- und Verwertungsbedingungen neuer IT analysiert, aufgedeckt und auch in den Bereichen von Wissenschaft und Gesellschaft öffentlich debattiert werden, die nicht am Entwicklungsprozeß beteiligt sind. Zentraler Untersuchungsgegenstand wäre also nicht die doppelte Verwendbarkeit neuer IT, sondern

- die Einflußnahme der Sicherheitspolitik auf die Forschungs-, Technologie- und Wirtschafts-Politik,
- die Unterschiede ziviler und militärischer Anforderungen an die IT,
- die Zusammenhänge zwischen den unterschiedlichen Anforderungen und den entsprechenden Forschungs-, Entwicklungs-, Produktions- und Vermarktungs-Prozessen,
- die Vorteile für Gesellschaft, Wissenschaft, Wirtschaft und Industrie bei Aufgabe der „Dual-Use-Politik“.

Militärische und zivile Geschäftsbereiche unterscheiden sich erheblich. Deutlich wird dies bei Anforderungen, Fertigungsprozessen, Erfolgsfaktoren und Spielregeln. Die Zusammenarbeit beider Geschäftsbereiche in Industrieunternehmen zielt darauf ab, maßgeschneiderte militärische IT-Produkte mit zivilen Geldern zu finanzieren. So konnte der Siemens-Bereich „Sicherheitstechnik“, der sich im wesentlichen mit Verteidigungselektronik befaßt, in der Vergangenheit durch Nutzung von Synergien ca. zwei Drittel der Entwicklungskosten unter dem Titel „bezahlt“ buchen. „Dual-Use-IT“ und sozialverträgliche IT stehen im Widerspruch (z.B. Reduzierung der menschlichen Rolle auf die Funktionstüchtigkeit vs. menschliche Entwicklungsfähigkeit). Ein Abgehen von der „Dual-Use-Politik“ im Bereich IT wäre ein Beitrag zur Entflechtung militärischer und ziviler Forschung und Entwicklung, zur dringend notwendigen „Abrüstung in der FuE“ von IT und damit zur strukturellen Abrüstung.

Dual-Use-Politik

Während über die Reduzierung von Raketen, sonstigen Waffensystemen und Kampftruppen verhandelt wird, soll die „Aufrüstung im FuE-Bereich“

eher noch verstärkt werden. Wegverhandelte militärische Geräte und Soldaten sollen durch den Einsatz sehr teurer supermoderner Technik ausgeglichen werden. Die militärische Überlegenheit bleibt untrennbar mit der Überlegenheit auf dem IT-Gebiet verbunden. Selbst wenn die Rüstungshaushalte sinken sollten, werden die FuE-Aufwendungen vermutlich weiter steigen (vgl. dazu auch den Beitrag „Informationstechnik im Forschungs- und Verteidigungsetat“ in diesem Band).

Im ressortübergreifenden Zukunftskonzept Informationstechnik (ZKI) der Bundesregierung² wird die wachsende Rolle der Informationstechnik für das Militär beschrieben:

Die Verbesserung der Verteidigungsfähigkeit der Bundeswehr durch effektive Nutzung moderner Technologien sei politisch wünschenswert und als Ziel eine große Herausforderung für Forschung und Industrie. Der Informationstechnik komme dabei eine Schlüsselrolle zu. Ihr Anteil an den Entwicklungs-, Produktions- und Nutzungskosten würde steigen. Die Bundeswehr versuche, sich weitgehend auf Entwicklungen für den zivilen Bereich abzustützen. Dies gelte insbesondere für Führungs- und Informationssysteme und Mikroelektronik.

„In Zukunft wird auch verstärkt darauf hinzuwirken sein, sogenannte Dual-Use-Technologien intensiver zu nutzen, d.h. zu versuchen, militärische Forderungen bei zivilen Entwicklungen frühzeitig mitberücksichtigen zu lassen, beziehungsweise auf derartige Dual-Use-Technologien in Form von Add-On-Programmen aufzusetzen, um den militärischen Bedarf zu decken.“³

Im Gegensatz zu den USA werden in der Bundesrepublik die Grundlagenarbeiten für Mikroelektronik und Informationstechnik nicht vom Bundesminister für Verteidigung (BMVg) gefördert. Diese Aufgabe liegt beim Bundesminister für Forschung und Technologie (BMFT)⁴.

Bei der Vorstellung des Forschungs- und Technologie-Programms der Bundeswehr⁵ wurde darauf hingewiesen, daß es trotz der Abhängigkeit der Verteidigungstechnik von der Mikroelektronik kein BMVg-Programm für militärische Mikroelektronik geben würde.

Abreden zwischen dem BMVg, dem BMFT und anderen Ressorts sorgen dafür, daß die militärischen Anforderungen in der Forschungspolitik und den FuE-Programmen Berücksichtigung finden.

„Zwischen dem BMFT und dem BMVg bestehen vielfältige, enge

2) ZKI, BMFT und BMWi, 1989, S. 120 ff

3) ebd., S. 122

4) Protokoll, 1983

5) Formdran, 1985

Verbindungen auf allen Ebenen. So werden beispielsweise zwischen den Staatssekretären die Grundsatzfragen zur Forschung und Zukunftstechnologie laufend abgestimmt. Dies gilt aber nicht nur für die 'große Linie': In enger Zusammenarbeit der Fachleute beider Ressorts wird auch – und das ist notwendig – das Vorgehen im Detail koordiniert.⁶

Dual-Use-Interessen

Die Anforderungen an die IT werden vom Militär, der Atomenergie- und der Luft- und Raumfahrtindustrie ständig erhöht. Diese Schubkraft des militärisch-industriellen Komplexes bietet der kommerzielle Markt nicht. Militärische und zivile Anforderungen unterscheiden sich erheblich. Im Interesse der nationalen Sicherheit und einer gewissen Unabhängigkeit bei der Produktion von Militärtechnik greift der Staat in das Marktgeschehen ein und fördert zugleich Kooperation und Wettbewerb, die sich ergänzen. Der strategische Wert einer engen Kooperation bei der Entwicklung militärisch relevanter Technologien wiegt eventuelle Wettbewerbsnachteile im kommerziellen Bereich auf. Wettbewerb wird als treibende Kraft für ausgezeichnete Leistungen angesehen.

„Despite the commercial competition between Japan and the United States, many U.S. and Japanese experts believe that the strategic value of closer cooperation in defense and economics outweighs the drawbacks of competition.“⁷

„E. Wong (OSTP)“ (Office of Science and Technology Policy, The White House) „presented the U.S. government view. He explained that the U.S. government officials at this meeting came as observers, not participants, and were attracted by the prominence of international cooperation on the agenda. He recognized many theoretical advantages of cooperation, such as economy in the use of R&D funds that could be used for other means of promoting economic growth in a time of world-wide capital shortage. But he pointed out that the excellence is driven by competition, that Japan has learned better than the U.S. that cooperation and competition can coexist, and praised MITI for fostering both successfully.“⁸

Durch staatliche nationale und internationale FuE-Förderprogramme und erhöhten Wettbewerbsdruck soll die Leistungsfähigkeit von Industrie, Hochschulen und FuE-Einrichtungen erhöht werden. Nur so können nach

6) Rüstungsstaatssekretär Timmermann in Sadlowski (1984)

7) Chen, 1989, S. 29

8) Kahaner, 1990, S. 10

Meinung von Regierung und Industrie die FuE- und Produkt-Märkte den militärischen Bedarf bei ständig steigenden Anforderungen decken. Bezahlbar ist die permanente hochtechnische Sicherheit jedoch nur dann, wenn militärisch unmittelbar relevante Technologien auch zivil vermarktet werden.

Eine offizielle Formulierung der dargestellten Zusammenhänge am Beispiel Luftfahrttechnologie (z.B Hyperschallflugzeuge) liest sich wie folgt:

„Die Luftfahrttechnologie ist durch einen außergewöhnlich raschen Fortschritt gekennzeichnet. Dieser Fortschritt wird nicht nur durch direkte Wettbewerbsanstöße seitens der weltgrößten Firmen und der regionalen Regierungen, sondern ebenso durch die gewaltigen staatlichen Investitionen in Forschung und Technologie beeinflusst. Dies trifft besonders auf die USA zu im Bereich Verteidigung, was wiederum einen beträchtlichen Nutzen durch „Dual Use“ für Entwurf und Fertigung ziviler Produkte nach sich zieht.“⁹

Der doppelte Nutzen der Förderung militärisch relevanter Technologien ist in der Vergangenheit recht einseitig der militärischen Seite zugute gekommen. Daß dies auch so gewollt ist und auch so bleiben soll, zeigen jüngste Äußerungen aus der US-Rüstungslobby. Als die Reagan-Administration begann, die Rüstungshaushalte massiv zu erhöhen, empfahl Gansler, die Rüstungsindustrie durch Integration militärischer und ziviler Produktionsmittel sowie durch verstärkten Wettbewerb wiederzubeleben. In der Zeit reduzierter Rüstungshaushalte sollen vor allem militärisch orientierte FuE-Kapazitäten durch Dual-Use eine zivile Tarnkappe erhalten. Heute schlagen Gansler und Heilmeier (Texas Instruments Inc.) wieder die Integration des militärischen und zivilen Sektors vor, diesmal allerdings in der entgegengesetzten Richtung, um dem Department of Defense (DoD) Kosten zu sparen:

„ The emphasis will be on mobility – that is, lighter equipment –, sustainability, strategic defense, special operations capability, intelligence capability, extended-range weapons, and strong R&D. (...) Pursue commercial diversification, he says, with dual-use technology. (...) The idea of looking at civilian markets is strongly backed by Jacques S. Gansler, president of Analytic Sciences Corp. of Arlington, Va. „Competitiveness could be improved by a conscious DoD effort to integrate the military and commercial sector,“ he says. „For the DoD, this would mean lower costs, increased competition, and a

9) EG, 1988, S.3

way to gain surge capability. For the commercial sector, it would mean government dollars and increased R&D skills."

To accomplish such a marriage, says Gansler, defense would have to be „less different“. The defense department would have to move toward the civilian sector in three areas:

- The government should sponsor dual-use technology, not just fallout.
- Plants should be integrated.
- The government should use commercial specifications and standards, as well as buying practices."¹⁰

„There needs to be much closer harmony and integration between the defense and commercial industrial bases. The DoD can no longer afford to maintain its own separate technology base. It must depend on, and leverage, the commercial industrial base more heavily than at any time in the past 50 years.

The barrier to closer integration is not technology, it is DoD's business practices. These have fostered striking contrasts between the currently separate domains. Engineers and companies wishing to participate successfully in the more integrated environment that is inevitable must recognize and adapt to the differences between today's defense and commercial worlds. (...)

There are other contrasts – in the basic infrastructures and approaches to systems design and production – that also call for adaption."¹¹

In der Bundesrepublik und in der Europäischen Gemeinschaft (EG) wurden von Anfang an militärisch relevante Technologien mit zivilen Geldern gefördert (z.B. BMFT und IT-Förderprogramm ESPRIT der EG).

Obwohl EUREKA eine politisch griffige Alternative zu SDI sein sollte, wurde in der politischen Diskussion über die Aufgabenstellung sehr schnell das Dilemma zwischen ziviltechnologischer und militärischer Nutzung dieser europäischen Technologieinitiative deutlich. Auch in der Bundesrepublik waren einzelne Regierungsstellen sowie starke Gruppen in der CDU/CSU daran interessiert, das Verteidigungsmotiv zur Stärkung der Eureka-Initiative einzusetzen. „Ja, sie wollen den Eureka-Mantel auch zur Finanzierung neuer konventioneller Rüstungstechnologie für eine europäische Verteidigung nutzen.“ Die Betonung der zivilen Aufgabenstellung war nicht zuletzt deshalb wichtig, weil damit gleichzeitig der verbreiteten öffentlichen Ablehnung des Weltraumrüstens und dem Wunsch Rechnung getragen werden sollte, „daß öffentliche Forschungsmittel direkt zur Förderung wirtschaftlich nutzbarer Technologie einge-

10) Wolff, 1990

11) Rosenblatt, 1990, S. 39-40

setzt werden.“ Diese Zitate stammen aus einer Lagenotiz¹² der international hochangesehenen Stiftung für Wissenschaft und Politik in Ebenhausen, die vor allem dem Kanzleramt, Auswärtigem Amt und Verteidigungsministerium zuarbeitet, mit dem Privileg, auch Geheimdokumente auswerten zu dürfen.

Militärisch unmittelbar relevante Technologien, die über kommerzielle Märkte allein nicht finanzierbar sind, bringen den Unternehmen auch über den Export hohe Gewinne. Das ist selbst für Länder wie Japan interessant, in denen ein generelles Waffenexportverbot existiert. Durch den Verkauf von Dual-Use-Technologien kann ein Exportverbot umgangen werden. (Das generelle Waffenexportverbot Japans aus dem Jahr 1976 wurde 1983 durch eine Vereinbarung zwischen den USA und Japan eingeschränkt. Seitdem ist der Transfer von militärischem Know-How Japans ausschließlich in die USA gestattet.)

„Yielding in part to U.S. pressure and in part to its own feeling that it would be better off depending less on the United States, Japan has increased its military budget by 5-6 percent annually during the past decade to nurture domestic weapon systems and subsystems. (...) Another charge is that Japanese companies may be eyeing the export market in military weapons. But government reversal of the current ban on arms export is unlikely to happen in the near future because the issue is politically sensitive and the Liberal Democratic Party is already weak, Nishihara said. What might happen, however, is circumvention of the export ban by selling dual-use subsystems, he said. (...)

In contrast to the U.S. technology, Japanese technology emphasizes commercial applications but even so has military applications of interest to the United States. R&D conducted at universities and industry is generally not carried out specifically with eventual military applications in mind, but may be dual-use in nature.“¹³

Dual-Use-Beispiele

Im ZKI¹⁴ heißt es, daß Mikroelektronik, Bildverarbeitung, Computer Aided Engineering, Software-Engineering, Rechnerstrukturen, Kommunikationstechnik und Künstliche Intelligenz notwendige Grundlagen für die Bundeswehr definieren, „auf denen, aufbauend auf bestehenden zivilen Ergebnissen, ressortspezifische Ausprägungen notwendig sind.“ Es sei

12) Deubner, 1985, S. 21

13) K.T. Chen, 1989, S. 28, 32

14) ZKI, S. 123

Defense Critical Technologies

1	Semiconductor Materials & Microelectronic Circuits	The production and development of ultra-small integrated electronic devices for high-speed computers, sensitive receivers, automatic control, etc.
2	Software Engineering	The generation, maintenance, and enhancement of affordable and reliable software in a timely fashion.
3	High Performance Computing	High performance computing systems having 10^3 fold improvements in computation capability and 10^2 fold improvements in communication capability by 1996.
4	Machine Intelligence & Robotics	Incorporation of aspects of human "intelligence" into computational devices which enable intelligent function of mechanical devices.
5	Simulation & Modeling	Visualization of complex processes and the testing of concepts and designs without building physical replicas.
6	Photonics	Includes ultra-low-loss fibers and optical components such as switches, couplers, and multiplexers for communications, navigation, etc.
7	Sensitive Radar	Radar sensors capable of detecting low-observable targets, or capable of non-cooperative target classification, recognition, and/or identification.
8	Passive Sensors	Sensors not needing to emit signals to detect targets, monitor the environment, or determine the status or condition of equipment.
9	Signal & Image Processing	Combination of computer architecture, algorithms, and microelectronic signal processing devices for near real-time automation of detection, classification, and tracking of targets.
10	Signature Control	The ability to control the target signature (radar, acoustic, optical, or other) and thereby enhance the survivability of vehicles and weapon systems.
11	Weapon System Environment	A detailed understanding of the natural environment (both data and models) and its influence on weapons system design and performance.
12	Data Fusion	The machine integration and/or interpretation of data and its presentation in convenient form to the human operator.
13	Computational Fluid Dynamics	The modeling of complex fluid flow to make dependable predictions by computing, thus saving time and money previously required for expensive facilities and experiments.
14	Air Breathing Propulsion	Light-weight, fuel efficient engines using atmospheric oxygen to support combustion.
15	Pulsed Power	The generation of repetitive, short-duration, high-peak power pulses with relatively light-weight, low-volume devices for weapons and sensors.
16	Hypervelocity Projectiles & Propulsion	The ability to propel projectiles to greater-than conventional velocities (over 2.0 km/sec), as well as understanding the behavior of projectiles and targets at such velocities.
17	High Energy Density Materials	Compositions of high-energy ingredients used as explosives, propellants, or pyrotechnics.
18	Composite Materials	Two or more constituent materials that are combined together in such a manner to produce a substance possessing selected properties superior to those of its individual components.
19	Superconductivity	Makes use of the zero resistance property and other unique and remarkable properties of superconductors for creation of high-performance sensors, electronic devices and subsystems, and supermagnet based systems.
20	Biotechnology	The systematic application of biology for an end use in military engineering or medicine.
21	Flexible Manufacturing	The integration of production process elements aimed at efficient, low cost operation for small, as well as high, volume part number variations, with rapidly changing requirements for end product attributes.

daran erinnert, daß diese zivilen Ergebnisse als Dual-Use-Technologien bereits bestimmte militärische Anforderungen erfüllen.

Die FuE-Schwerpunkte in der BRD, der EG, den USA und Japan unterscheiden sich nicht wesentlich. Es überrascht nicht, wenn die oben genannten Dual-Use-Technologien in der Liste der kritischen Technologien des DoD (1989) wieder zu finden sind, die langfristig die Überlegenheit der US-Waffensysteme sichern sollen. Dazu gehören u.a. auch Supraleiter, Antriebssysteme oder Biotechnologie.

Anhand von Beispielen soll im folgenden gezeigt werden, daß

- qualitative Anforderungen der Militärs durch technologiepolitische Initiativen der US-Militärs als allgemein verbindliche Standards durchgesetzt werden sollen,
- es gravierende Unterschiede zwischen militärischen und zivilen Technologie-Anforderungen gibt,
- die frühzeitige Berücksichtigung militärischer Anforderungen im Rahmen ziviler FuE sehr aufwendig sein kann, weil dazu spezifische Methoden und Fertigungstechniken erforderlich sind.

US-Initiativen

Die Förderung von CIM (Computer Integrated Manufacturing) in der BRD und EG hat seine Wurzeln in der US-Initiative zur Förderung der Modernisierung der Rüstungsindustrie. Ausgangspunkt war, daß die US-Industrie nicht in der Lage war, schnell genug auf die massiv erhöhten Rüstungshaushalte der Reagan-Administration zu reagieren. Mehr Wettbewerb (dual-sourcing), Investitionsanreize, Integration ziviler und militärischer Produktionsmittel, Einsatz neuer Technologien, Fähigkeit zu einer schnellen Umstellung in Krisen- oder Kriegssituationen waren wichtige Empfehlungen zur Wiederbelebung der Rüstungsindustrie. Sie sollte als wertvolle nationale Ressource begriffen werden ¹⁵.

Bei schrumpfenden Rüstungshaushalten wird allein die Fähigkeit zur Produktion von Rüstungsgütern zum wichtigen Abschreckungsfaktor. Wenn nicht mehr genug Geld vorhanden ist, alle möglichen modernen Waffensysteme real zu produzieren, dann wird man sich künftig auf die Realisierung computergestützter Fertigungs- und Produktionstechniken, die jederzeit auf neue Waffensysteme umgestellt werden können, und auf die Simulation von Waffensystemen beschränken. Produziert werden soll dann nur noch im Krisen- und Kriegsfall.

„Such cuts may alter the way the Pentagon arms its forces. The defense industry will have to be ready to produce, but not to make

15) Gansler, 1982

anything,' said Lieutenant Colonel Robert Latiff, a Harvard University National Security Fellow. A vigorous R&D program and the mere potential to build – 'shadow deployments' – will be a large factor in future deterrence, agreed Roger Hagengruber, vice president of Sandia National Laboratories, Albuquerque, N.M.

(...) With less money to develop prototypes, advanced simulation will become critical to the evaluation of alternatives early in the R&D cycle and to exploring the leverage of new technologies in war games, according to Eugene Gritton of the Rand Corp., Santa Monica, Calif.¹⁶

Im Rahmen von Initiativen für die Verbesserung bei der Beschaffung von weltweiten Führungs- und Entscheidungssystemen (C³I-Systemen), die aus einer Mischung von rein militärischen und öffentlichen Systemen bestehen und einer permanenten Weiterentwicklung bedürfen, wurde das Einplanen von Veränderungen im Entwurf ("Preplanned Product Improvement") zum Prinzip erhoben¹⁷.

Die US Air Force Reliability and Maintenance 2000 Initiative¹⁸ fordert, die Kampfbereitschaft durch doppelte Zuverlässigkeit und halbe Wartung der militärischen IT zu erhöhen. Eine Berücksichtigung dieser Qualitätskriterien wirkt sich sowohl auf die FuE- und Produktions-Prozesse als auch auf den Produkteinsatz aus. Dabei ist zu beachten, daß die Ausprägungen der Zuverlässigkeits- und Wartbarkeitskriterien im SDI-Kontext von völlig anderer Art sind als im zivilen Bereich. SDI-Rechner müssen z.B. atombombensicher und mindestens 10 Jahre wartungsfrei sein; Verwaltungsrechner müssen das Recht auf informationelle Selbstbestimmung gewährleisten.

Derartige Militärinitiativen sind viel zu wenig bekannt, sie werden nicht ausgewertet und ihre Wirkungen auf die FuE-Arbeit im Bereich IT werden nicht untersucht. So kann die Militarisierung der Informatik, der IT, des ZKI und letztlich auch der Gesellschaft nahezu un bemerkt erfolgen.

Supraleiter

Laut OTA¹⁹ gibt es heute auf dem Gebiet der Hochtemperatur-Supraleitung, nach dem entscheidenden Durchbruch von 1986 und dem Nobelpreis von 1987, zwar weltweit rege FuE-Aktivitäten, aber so gut wie keine ernstzunehmenden zivilen Entwicklungen, jedenfalls nicht in den USA.

16) Adam, 1990, S. 31

17) Gilmore, 1984

18) US Air Force, 1987

19) OTA, 1988

Bedingungen für eine erfolgreiche Vermarktung sind nicht gegeben. Der kritische Punkt dabei ist der enge Zusammenhang zwischen Verarbeitungs- und Fertigungsmethoden einerseits und vermarktbareren Anwendungen andererseits. Die zunehmende Divergenz zwischen militärischen und kommerziellen Technologien zeigt sich vor allem in den Anforderungen, Fertigungsprozessen und Märkten. Dabei liegen die Unterschiede nicht so sehr im Konzeptionellen, sondern bei den unterschiedlichen Anforderungen auf den Komponenten-, Geräte-, Konfigurationsebenen und im Preis/Leistungsverhältnis. Die Rüstungsindustrie, die im Gegensatz zu früher permanent präsent ist, geht abgesondert von kommerziellen Märkten ihren eigenen Weg. Divergierende militärische und zivile Zielrichtungen führen zu divergierenden Technologien.

In den USA fließen etwa 70% der Fördergelder für Supraleiter in militärische Anwendungen. Supraleiter sollen elektronische Geräte härten und störsicher machen. Supraleitende Sensoren sollen die Jagd auf gegnerische U-Boote erleichtern und im Weltraum anfliegende Raketen entdecken. Elektrische Generatoren für Schiffe oder Fahrzeuge, für die Stromerzeugung unter Kampfbedingungen sollen durch Supraleiter verbessert werden. Vorschläge im Rahmen von SDI reichen von Dünnschichten für Mikroelektronik bis zu großen Magneten für ausgeklügelte Waffensysteme. Supraleitung soll im Weltraum endlich eine Signalverarbeitung in Realzeit durch Supercomputer ermöglichen, die wesentlich geringere Energie- und Kühlanforderungen haben.

„(...) possible defense applications of superconductivity range from shielding against nuclear blasts to high-speed computers and motor-generators for ships. Conceptually, there may be little difference between military and commercial applications. But in practice, differences will be pervasive at levels all the way from devices and components (e.g. radiation hardening) to the system configuration itself (cost-performance tradeoffs much different than for commercial markets). Computing requirements for smart weapons – for example, real-time signal processing – tend to be quite different from those important in the civilian economy. Thus, as development proceeds, military uses of superconductivity will diverge in many respects from civilian applications.

Some of the military applications could be compelling. Submarine detection with SQUID-based sensors, (...) electric generators for shipboard or vehicle use, or for producing electric power under battlefield conditions (...) Superconducting coil or rail guns promise increases in projectile velocities. (...)

For SDI, HTS shielding, waveguides, and sensors (for use in space) hold obvious attractions (...) in 1988 (...) began an SDI-funded

design competition on LTS magnetic energy storage for powering ground-based free-electron lasers. SDI has also targeted very high-frequency communication systems. (...)

DoD has also renewed its attention to two of the prospective high-field, high-power applications – ship propulsion, and coil/rail guns. (...) With the advent of SDI, much of the DoD work has been redirected toward higher velocity systems, capable of launching a projectile into space.“²⁰

„Superconducting applications (...) include more compact, higher-efficiency electric drive systems for ships (and possibly land vehicles and aircraft), electric generators, electric energy storage systems for direct energy weapons, superconducting cavity particle accelerator directed energy weapons, electromagnetic guns, magnetic and electromagnetic shields, supermagnets for microwave and millimeter-wave generating tubes, magnetic and electromagnetic sensors from dc through infrared, infrared focal plane arrays, ultra-high-speed, ultra-compact signal processors and computers, high-performance low-noise communications and surveillance systems, superconducting antennas, and superconducting gyroscopes, inertial sensors, and gravimeters. (...) Many of these systems are unique with no normal-conductor counterparts, e.g. superconducting magnetic storage systems. In other instances new capabilities can be brought to platforms incapable of supporting conventional semiconductor counterparts, e.g., with superconducting electronics technology it should be feasible to place ultra-high speed supercomputing capabilities on-board aircraft and spacecraft, a capability not feasible with semiconductor technology because of its large input power requirements (200 kilowatts) and associated massive cooling system requirements.“²¹

Im ZKI²² werden den neuen supraleitenden Materialien auch in der Mikroelektronik langfristige bis mittelfristige Chancen eingeräumt. Während der OTA-Bericht die wachsende Spezialisierung militärisch unmittelbar relevanter Technologien sowie die Divergenz militärischer und ziviler Technologien unterstreicht, abstrahiert das BMFT bei der Darstellung der Zielrichtung von Hochtemperatur-Supraleitern vom speziellen Anwendungskontext. Wer denkt schon an militärische Anwendungen, wenn im BMFT-Journal²³ nahezu die gleichen Anwendungen wie oben folgendermaßen „dual-use-neutral“ beschrieben werden:

20) OTA, 1988, S. 162-163

21) DoD, 1989, S. A85-A86

22) ZKI, S. 96

- Energie (Generatoren, Transformatoren, Kabelnetze, Speicher)
- Transport und Verkehr (Magnetbahn, Antriebe, Energiespeicher)
- Informationsverarbeitung (Schnelle Schaltkreise)
- Forschung und Entwicklung (Beschleuniger, Speicherringe, Meßtechnik)
- Gesundheit (Kernspintomographie, Diagnostik)
- Weltraum-, Meeresforschung (Sensortechnik)

Im Juni 1986 erhielt die Siemens-Tochter Interatom in Bergisch-Gladbach einen SDI-Auftrag für Komponenten eines Teilchenbeschleunigers (Röntgenlaser) im Wert von ca. 1.6 Millionen \$. Mit der Verpflichtung zur Geheimhaltung schienen dem Interatom-Management „die Chancen zur Vermarktung vertan.“ Nur über ein trickreiches Geschäft gelang es, die Komponenten im Unterauftrag auch an den US-Konzern TRW zu liefern, der ebenfalls an SDI-Projekten beteiligt war²⁴.

Mikroelektronik

Mikroelektronik wird nicht nur für die Unterhaltungselektronik weiterentwickelt. Die Maßstäbe und Dimensionen werden von Weltraum-, Raketen- und Waffensystem-Anwendungen gesetzt. Radikal neue Waffenkonzepte (z.B. „brilliant“ weapons) wurden auf der Basis von Mikroelektronik entwickelt. Anforderungen für diese Art von Elektronik sind: geringes Gewicht, wenig Raumbedarf und Energieverbrauch, gutes Zeitverhalten, Unempfindlichkeit gegen Strahlung und extreme Temperaturschwankungen, hohe Zuverlässigkeit, leichte Änderbar- und Wartbarkeit.

Vor 25 Jahren wurden noch 95 % aller in den USA produzierten integrierten Schaltkreise vom Militär aufgekauft. Heute sind es noch gerade 7-10%²⁵. Dieser Verlust an Marktanteilen kommt den Militärs sehr gelegen, weil er den Verteidigungsetat entlastet. Die Einflußnahme der Sicherheitspolitik auf die Mikroelektronik ist jedoch geblieben.

Wenn im Zusammenhang mit dem EUREKA-Projekt JESSI (Joint European Submicron Silicon), eine Acht-Milliarden-Initiative der Länder Frankreich, England, Italien, Niederlande und Bundesrepublik, herausgestellt wird, daß Chips Energie sparen, da sie z.B. in Verbrennungsprozessen von Heizungen und in Automotoren zur drastischen Senkung des Kraftstoffverbrauchs und des Schadstoffausstoßes beitragen²⁶, so ist zuerst zu fragen, ob dazu unbedingt 64 Mega-Chips (Mega = Millionen) oder gar

23) BMFT-Journal, 1987, S. 8

24) Dahlem, 1990, S. 108-109

25) Santo and Wollard, 1988, S. 30; DoD, 1989, S. A-5

26) Riesenhuber, 1990

Giga-Chips (Giga = Milliarden) benötigt werden, ob dafür nicht auch schon 1, 2, 4, 8, 16, 32 Mega-Chips ausreichen würden.

Im Jahr 1988 verwies Barrett von der Firma Intel auf eine brandneue komplexe Motorsteuerung auf der Basis von 16 Bit-Prozessoren, die mit 4 Bit-Prozessoren nicht realisierbar gewesen wäre²⁷. In JANEWS²⁸ wird berichtet, daß Toshiba und Motorola in Kooperation für den Autohersteller Toyota Motor eine Motorsteuerung entwickeln, die ebenfalls mit 16 Bit-Prozessoren (16 bit engine controlling microcontroller) auskommen. Mit einem 16 Bit-Prozessor läßt sich in der Regel aber nur ein Speichervolumen von 64 Kilo-Wörtern, also von etwas mehr als 1 Mega-Bit (64 K x 16), direkt adressieren. Für 16 Bit-Mikroprozessoren sind also schon 2 Mega-Speicher-Chips überdimensioniert. Aber bei der Entwicklung neuer Kampfflugzeuge (z.B. Advanced Tactical Fighter (ATF) der USA oder Rafale Fighter der Franzosen) ist das Militär gerade dabei, vom 1750A Chip (Common Avionics Processor 16), dem Cadillac der 16 Bit-Prozessoren, auf den 32 Bit-Prozessor 68020 von Motorola überzugehen. Ergebnisse der vom Pentagon finanzierten VHSIC (Very High Speed Integrated Circuits)-Forschung haben zu einer Leistungssteigerung dieses Motorola-Prozessors beigetragen. Die Tartan Laboratories Inc., Pittsburgh, arbeiten seit langem im Auftrag des Ada Joint Program Office an einer 32 Bit-Architektur. Dabei orientieren sie sich am Motorola-Prozessor 68000.

„A prime example of commercial fallout is Motorola Inc.'s 32-bit 68020 microprocessor. VHSIC research in Motorola's Semiconductor Products Sector led to significantly increased performance, says a Motorola executive.“²⁹

„Tartan's proposed architecture, dubbed the V32, used the Army's MIL-STD-1862B 32-bit ISA „(instruction-set architecture) „as a starting point. MIL-STD-1862B was intended to be implemented as a chip set for the Army's Military Computer Family program, but the hardware never got off the ground, reportedly because of its complexity and expense.“³⁰

Für neue Waffensysteme, so wird behauptet, ist der Übergang zu einer einheitlichen militärischen 32 Bit-Architektur notwendig. Das wird 6-7 Jahre dauern. Dann werden die Mega- und Giga-Speicher-Chips beim Militär zum Einsatz kommen.

27) Santo and Wollard, 1988, S. 32

28) JANEWS, Vol.3, Nr.49, 20.12.1990, S. 2

29) Waller, 1987, S. 85

30) Wolfe, 1986, S. 24

„The U.S. military now has no standard 32-bit microprocessor architecture. But the lengthy, complex code needed to provide the many capabilities built into new weapons and aircraft demands far more than 64K words of directly addressable memory – the limit for 16-bit chips. Thus 32-bit architecture is a virtual necessity for new weapon systems whose mission-critical software is written in the high-level language ADA, mandated by the DoD in June 1983. (...)

To develop a unique military 32-bit architecture, said Boggess, would probably take six to seven years: three to fund a development proposal, one to let the contract, and two or three to develop it. Commercial processor companies, meanwhile, introduce a new generation of processors every two or three years.

Boggess acknowledged that the ATF will need 32-bit processing as well as the 16-bit 1750A; it has been estimated to require 5 million line of source code, versus perhaps 50000 in today's F-16. He even wondered whether the military should already be looking at 64-bit architectures.“³¹

Es ist nützlich, wenn JESSI-Chips die Sicherheit technischer Produkte, z.B. in der Flugsicherung, erhöhen und Zeit und Material sparen helfen, indem sie Simulationen hochkomplizierter Prozesse ermöglichen. Leider sind keine Studien bekannt, die einen Zusammenhang zwischen den genannten Anwendungen und der Notwendigkeit dieser 64 Mega-Initiative herstellen. Der zivile Bedarf wird im Gegensatz zum militärischen nicht erhoben und auch nicht als Zielsetzung formuliert. Der Markt soll diesen Bedarf bestimmen.

Gigantische Speicheranforderungen von 10 Giga-Wörtern für die Zeit nach 1996 sind nur von Supercomputer-Herstellern bekannt, die von den Militärs, der Luft- und Raumfahrt-Industrie³² und von den Genomanalyse-Projekten in den Teraflop-Bereich (Trillionen Gleitkomma-Operationen pro Sekunde) getrieben werden. IBM setzt dabei auf die eigene Mikrotechnologie (die inzwischen auch aus JESSI gespeist wird) und Steve Chens SSI-Maschine aus 64 Prozessoren, die mit Silicon-Chips ausgestattet werden sollen³³. 10 Giga-Wörter aufgeteilt auf 64 Prozessoren ergäbe 156 Mega-Wörter pro Prozessor. Ein 32 Bit-Prozessor wäre dann gerade mit der Verwaltung von 320 16 Mega-Bit-Chips beschäftigt. Warum lassen sich nicht auch schon auf der Basis von 16 Mega-Chips massiv parallele Supercomputer bauen, die im gewünschten Giga-flop- und Tera-flop-Leistungsbereich liegen?

31) Voelcker, 1988, S. 57

32) Domke, 1988

33) Sanders and Mitchel, 1990

Bei der Mikroelektronik gibt es wie bei der Supraleitung sehr enge Abhängigkeiten zwischen den Anwendungsanforderungen und der Fertigungstechnologie. Das gilt sowohl für die Silizium- als auch für die Gallium-Arsenid-Technologie. Militärische Forderungen bezüglich Temperaturschwankungen und Härtung erfordern beispielsweise spezielle Fertigungstechniken.

Die Zuverlässigkeit von Geräten mit Halbleiter-Komponenten hängt sehr von den thermischen Eigenschaften dieser Komponenten ab. Im Einsatz verändern sich wichtige elektrische Parameter bis zu 40%. Mit steigenden Temperaturen wächst die Unzuverlässigkeit dieser Geräte. Während im zivilen Bereich die Kunden eine Zuverlässigkeit elektronischen Geräts im Temperaturbereich von etwa 0 Grad C bis +70 Grad C verlangen, fordert das Militär Zuverlässigkeit im Temperaturintervall von -55 Grad C bis +125 Grad C. Zur Fertigung hochintegrierter (Very Large Scale Integration, d.h. 20 000 oder mehr Schaltungen) Gallium-Arsenid-Chips wird die spezielle Technologie DCFL (direct-coupled FET logic) benötigt. Der Nachteil dieser Technik liegt darin, daß es während der Fertigung für militärisch zuverlässige Chips sehr große Probleme mit der Steuerung der Schwellwertspannungen von Transistoren gibt. Die Ursache liegt an der Verwendung von Gold als Gattermaterial. Die Chiphersteller, die das Militär beliefern wollen, müssen zusätzlich ein teures und aufwendiges Verfahren zur Lösung dieses Problems haben. Bei den geringeren Temperaturanforderungen ziviler Kunden treten diese Probleme nicht auf. Weil Chip-Hersteller in der Regel aus Kostengründen den zivilen und militärischen Markt bedienen wollen, scheiden Produzenten ohne die erforderliche Fertigungstechnik aus diesem Produktionssektor aus³⁴.

Temperaturen beeinflussen auch das Zeitverhalten der Signale. Ein digitaler Schaltkreis arbeitet nur dann korrekt, wenn Zeitverzögerungen nicht von einem vorgegebenen Wert abweichen. Transistoren, die in einem Fertigungsschritt hergestellt werden, haben meist ein gleichmäßiges Verhalten, die aus verschiedenen Schritten aber nicht. Problematisch wird das bei anwendungsspezifischen integrierten Schaltkreisen (ASIC), weil da Transistoren aus verschiedenen Fertigungsprozeß-Schritten kombiniert werden. Über Simulation läßt sich zwar das funktionale Verhalten von Chips recht gut überprüfen, Zeitprobleme sind jedoch extrem schwer zu erkennen³⁵.

Die Fertigungstechnologie für ASIC's, die auch im Rahmen von JESSI entwickelt wird, ist für das Militär ideal. Sie soll in relativ kurzer Zeit kleine Chipmengen zu günstigen Kosten produzieren³⁶.

34) Cates, 1990

35) Lathrop et al., 1990

36) Domke, 1990

Die Härigungsanforderungen im zivilen Bereich unterscheiden sich gravierend von den militärischen. Bestimmte militärische Geräte, Kommunikationsverbindungen und Computer müssen auch nach Atombomben-Explosionen noch zuverlässig arbeiten, fordern die Abschreckungsstrategen. Mikroelektronik wird gegen Hochenergie-Elektronen, Neutronen, Protonen, Röntgen- und Gammastrahlen gehärtet. Wegen der komplexen Beziehungen zwischen den charakteristischen Eigenschaften des Halbleitermaterials und dem Schaltkreisentwurf liegen auch hier die großen Probleme wieder bei der Fertigung.

„Many special manufacturing problems remain from a military point of view, however. The most important of them involves microcircuit reliability in hostile (i.e., combat) environments. Reliability problems caused by hostile environments often demand specialized manufacturing solutions that may not be available from US industry.“³⁷

Gehärtete Chips müssen einer Kombination von 4 Parametern standhalten:

- maximale Dosis, die permanent ohne Schaden ertragen werden kann,
- maximale Dosis, die über eine bestimmte Zeit ohne Schaden bleibt,
- maximaler Neutronen-Beschuß, den die Chip-Oberfläche ohne Schaden überstehen kann,
- Unempfindlichkeit gegenüber einer plötzlich auftretenden Strahlung, z.B. Gammastrahlung der Sonne.

Unterschiedliche Anwendungen (je nach Auftrag, Weltraumbahn, Lebensdauer, erwartete Strahlungstärke) erfordern unterschiedliche Parameterwerte.

Gewöhnliche CMOS-Chips (Silizium) haben bereits eine gewisse Härtung. In Fällen geringer Anforderungen reicht es dem Militär auch schon aus, über Stress Screening (Temperatur, Vibration), d.h. über eine Realisierung von Einsatzbedingungen in der Fabrik, eine Auswahl zu treffen. Aber nukleare Waffen und SDI-Waffen erfordern höhere Toleranzen. Deshalb wurde in den letzten Jahren im Rahmen von SDI viel Geld für Härtungstechnologien ausgegeben (vom Pentagon ca. 300 Mio.\$). Es gibt keine genaue Aufstellung darüber, wieviele gehärtete Chips das Militär kauft. Die Schätzungen liegen bei 5% des militärischen Chip-Marktes von ca. 3 Mrd. \$ pro Jahr oder 150 Mio \$ pro Jahr.

Im Rahmen von SDI wurde wegen der guten Härtungseigenschaften primär Gallium-Arsenid gefördert. Die MOS-Silizium-Chips waren für Weltraum und Raketenanwendungen nicht geeignet. Bei Silizium führten jedoch die Übergänge von MOS zu CMOS und zu immer kleineren Geometrien inzwischen zu gut gehärteten Silicon-Chips. Konsequenter-

37) DoD, 1989, S. A3

weise gehört Gallium-Arsenid in SDI inzwischen zu den großen Verlierern. Auch die Europäer setzen mit JESSI auf Silizium mit sehr kleinen Geometrien. IBM und Honeywell sehen in CMOS eine Lösung für die drängendsten Härtungsprobleme. Zwei wichtige Härtungstechnologien von heute sind SOI (silicon-on-insulator) und SOS (silicon-on-sapphire). SOS hat sich als einzige Silizium-Technologie in militärischen Systemen bewährt, hat aber ein miserables Preis/Leistungsverhältnis und daher keine Zukunft. SOI soll dagegen auch für den kommerziellen Markt geeignet sein.

Die ganz große Hoffnung setzt man allerdings auf Diamanten-Chips. Sie wären härter, schneller und für Temperaturen bis 600 Grad C geeignet. Gedacht sind sie für Nuklear- und Weltraumanwendungen, zur Leistungskontrolle in Atomraketen und Flugzeugmotoren. Naturdiamant steht nur für Forschungszwecke zur Verfügung. Um zu synthetischen Diamanten zu kommen, ist noch viel Materialforschung nötig. Bis 1989 wurden in SDI bereits 13 Mio \$ in diese neue Härtungstechnologie investiert³⁸.

Wenn die Öffentlichkeit über die Ergebnisse dieser Forschungsarbeiten informiert wird, ist ein militärischer Bezug nicht mehr zu erkennen:

„Diamant: Die US-Firma General Electrics hat gestern in New York einen „perfekten“ synthetischen Diamanten vorgestellt. Er soll wegen seiner extremen Hitzeleitfähigkeit entscheidende Fortschritte in der Industrie bringen.“³⁹

Zusammenfassung

Technischer Fortschritt, orientiert am alten Prinzip, daß der Krieg der Vater aller Dinge sei, dominiert weiterhin den sozialen und menschlichen Fortschritt. Die Entstehungsprozesse neuer Technologien werden in ihrer politischen, wirtschaftlichen, wissenschaftlichen und technischen Dimension nicht transparent gemacht. Die dahinterliegenden Interessen- und Machtstrukturen, die allenfalls exemplarisch erkennbar sind, müssen aufgedeckt werden. Deshalb sollten alternative Projekte vorrangig die Zusammenhänge zwischen Sicherheits-, Forschungs-, Technologie- und Wirtschaftspolitik einerseits und den Forschungs- und Entwicklungsprozessen andererseits zum Untersuchungsgegenstand machen. Dabei sind insbesondere die Beziehungen zwischen militärischen und zivilen Anforderungen an die IT und den Fertigungsmethoden, Fertigungstechniken und Fertigungsprozessen zu untersuchen. Dringend erforderlich sind Analysen zur Dimensionierung der neuen IT. Es ist zu fragen, ob und

38) Naegels, 1989

39) dpa-Meldung aus dem Generalanzeiger – Kurz notiert – vom 12.7.1990

inwieweit die Mega- und Giga-Dimensionen im Chipbereich oder die Teraflop-Dimension im Supercomputerbereich zur Lösung der drängenden gesellschaftlichen Probleme, wie z.B. Klima, Luft, Wasser, Boden, Nahrung, Abfall, Drogen, Arbeitslosigkeit, Grundrechte und Demokratie, beitragen. Umfassende Anforderungsanalysen an eine IT, die orientiert ist an der Wiederherstellung, am Erhalt und an der Verbesserung menschlicher Lebensgrundlagen, müssen erarbeitet werden. Vom Dual-Use-Konzept ist radikal Abschied zu nehmen. Ziel muß es sein, über eine Abrüstung im FuE-Bereich zu einer Richtungsänderung in der Forschungs- und Technologiepolitik zu gelangen. Statt IT, die militärisch sehr relevant ist, muß eine sozialförderliche IT erforscht und entwickelt werden. Ohne eine in der Öffentlichkeit geführte Diskussion wird dieses Ziel nicht erreicht werden können. Die Technologiedebatte muß über den Kreis technikorientierter Experten hinausgehen.

Literatur

- Adam, J.A. (1990): Toward smaller, more deployable forces, as lethal as can be, in: Special Report DEFENSE: How much is enough?, IEEE Spectrum, November, S. 30-41.
- BMFT-Journal (1987): Durchbruch bei der Supraleitung, Nr.4/August, S. 8.
- Cates, R. (1990): Gallium arsenide finds a new niche, IEEE Spectrum, April, S. 25-28.
- Chen, K.T. (1989): The state of Japan's military art, IEEE Spectrum, September, S. 28-33.
- Dahlem, P. (1990): Aufträge in den Stemen, high-Tech 4/90, S. 106-109.
- Deubner, C. (1985): Kritische Überlegungen zu Eureka, Stiftung Wissenschaft und Politik, Ebenhausen, SWP-LN 2446, August.
- DOD (1989): The Department of Defense Critical Technologies Plan for the Committees on Armed Services United States Congress, 15 March.
- Domke, M. (1988): Einflußnahme von Politik, Militär und Industrie auf die Informatik am Beispiel Supercomputer, in: Rudolf Kitzing u.a. (Hrsg.) Schöne neue Computerwelt, Zur gesellschaftlichen Verantwortung der Informatiker, Verlag für Ausbildung und Studium in der Elefantentpress Berlin, S. 136-163.
- Domke, M. (1990): Janusgesicht der zivilen Forschung (JESSI und Dual-Use), die computer zeitung, 11. Juli, S. 21-22.
- Domke, M. (1990): JESSI und Dual-Use, Beispiel für Großindustrie-Subventionen und verdeckte Rüstungs-Haushalte, Informatik Forum, 4. Jahrgang, Heft 3, September, S. 147-151.
- EG (1988): Strategisches Forschungs- und Technologieprogramm im Bereich Luftfahrt, Mitteilung der Kommission an den Rat und an das Europäische Parlament, Technologie-Nachrichten, Programm-Informationen, Nr. 434-2.November, S. 1-16.

- Fomdran, D. (1985): Das Forschungs- und Technologiekonzept der Bundeswehr, 58. Arbeitstagung der Deutschen Gesellschaft für Wehrtechnik e.V., 24.-25. April, Bonn-Bad Godesberg.
- Gansler, J.S. (1982): Can the Defense Industry Respond to the Reagan Initiatives? *International Security*, Spring, Vol.6, No.4, S. 102-121.
- Gilmore, H.L. (1984): R&M Implications of the DoD Acquisition Improvement Program, *IEEE Transactions on Reliability*, Vol.R-33, No.2, June, S. 138-144.
- Kahner, D.K. (1990): New Information Processing Technology (NIPT) Workshop, held in Hakone / Japan, 1-2 December, e-mail report 26 Dec, gmd-news vom 15.1.1991.
- Lathrop, R.H. et al. (1990): „Functional abstraction“ anticipates timing glitches, *IEEE Spectrum*, April, S. 41-42.
- Naegele, T. (1989): Hard Times in Rad-Hard, *Electronics/May*, S. 82-87.
- OTA (1988): Commercializing High-Temperature Superconductivity, Congress of the United States, Office of Technology Assessment, OTA-ITE-388, Washington, U.S. Printing Office, June.
- Protokoll (1983): Über ein Gespräch von BMFT und BMVg mit Vertretern aus Wissenschaft und Industrie über verteidigungsrelevante Informationstechnik am 17./18. November 1983, Bonn, BMFT/413, 1. Dezember.
- Riesenhuber, H. (1990): Zum Stand der Durchführungsphase des Eureka-Programms für Mikroelektronik JESSI (Joint European Submicron Silicon), Pressemitteilung Nr.43/90, BMFT-Pressereferat Bonn, 19. April.
- Rosenblatt, A. (1990): Expert observers: defining national technology options, *IEEE Spectrum*, Volume 27, Number 11, November, S. 37-41.
- Sadlowski, M. (1984): Innovationsfreundliche Beschaffungspolitik, wt-Gespräch mit dem Rüstungsstaatssekretär, wt 11/84, S. 14-16.
- Sanders, J. and Mitchel, A. (1990): Dateline 1995!, *Parallelogram*, November, S. 8-9.
- Santo, B. and Wollard, K. (1988): The world of silicon: it's dog eat dog, *IEEE Spectrum*, September, S. 30-39.
- US Air Force (1987): The US Air Force R&M 2000 Initiative, *IEEE Transactions on Reliability*, Vol.R-36, No.3, August, S. 277-381.
- Voelcker, J. (1988): Flex in specs: A license to innovate?, *IEEE Spectrum*, Volume 25, Number 12, November, S. 55-60.
- Waller, L. (1987): VHSIC finally builds a head of steam, *Electronics*, April 16, S. 84-86.
- Wolfe, A. (1986): DoD seeks a standard 32-bit instruction set, *Electronics*, February 24, p. 24.
- Wolff, H. (1990): As defense costs face the ax, the scenarios fly thick and fast, How to get by in hard times, letter from the Pentagon, *Electronics* June, S. 8-13.
- ZKI (1989): Zukunftskonzept Informationstechnik, BMFT und BMWi, Bonn, August.

Quellenangabe:

Domke, M. (1991):
DUAL-USE: Berücksichtigung militärischer Anforderungen
bei der zivilen Entwicklung neuer Technologien.
In: Bernhardt, U.; Ruhmann, I. (Hrsg.):
Ein sauberer Tod. Informatik und Krieg.
Schriftenreihe Wissenschaft und Frieden (Band 15).
Bonn: BdWi/FlfF, S. 172-191.

Ein sauberer Tod Informatik und Krieg

Die Schriftenreihe *Wissenschaft und Frieden*

In der Schriftenreihe *Wissenschaft und Frieden* werden wissenschaftliche und populärwissenschaftliche Beiträge zur Kriegs- bzw. Friedenthematik aus unterschiedlichen Disziplinen und Wissenschaftsrichtungen publiziert. Die Reihe bringt Analysen und Materialien zur Friedenswissenschaft, zur Militarisierung der Wissenschaft und zu zentralen Diskussionsthemen, Vorhaben und Veranstaltungen der Friedensbewegung im Wissenschaftsbereich. Sie unterstützt die Friedensbewegung durch die Bereitstellung wissenschaftlicher Untersuchungen und neuer Forschungsergebnisse.

Herausgeber der Schriftenreihe

Bund demokratischer Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler
Geschäftsstelle: 3550 Marburg, Gisselbergerstr.7, Tel.: 06421/21395;
Büro Bonn: 5300 Bonn 1, Reuterstr.44, Tel.: 0228/219946

Forum InformatikerInnen für Frieden und gesellschaftliche Verantwortung, 5300 Bonn 1, Reuterstr.44, Tel.: 0228/219546

Informationsstelle Wissenschaft und Frieden, 5300 Bonn 1,
Reuterstr.44, Tel.: 0228/210744

Naturwissenschaftler-Initiative Verantwortung für den Frieden
Prof.Dr.H.Kneser, Institut für Genetik, Weyertal 121, 5000 Köln 41,
Tel.: 0221/470-3815

Impressum

Schriftenreihe Wissenschaft und Frieden

Nr.15, November 1991

HerausgeberInnen: Ute Bernhardt, Ingo Ruhmann für das Forum

InformatikerInnen für Frieden und gesellschaftliche Verantwortung e.V. (FIF)

Unkostenbeitrag: 20.- DM + Portokosten

Satz und Layout: Stefan Knaab, BdWI -Marburg

Druck: Mauersberger, Marburg

Auflage: 1000

ISBN 3-924684-30-8