

Ulrich Albrecht

**Atlas der Rüstungsforschung -
die Hauptrichtungen des Wettrüstens**

AP 12 (M&R) Juli 1984

Die "Arbeitspapiere" stellen keine Äußerung der Berghof-Stiftung für Konfliktforschung GmbH oder der Mitglieder des Stiftungsrates dar; sie werden von den Autoren verantwortet, die in der Regel Mitarbeiter von im Berliner Projektverbund geförderten Projekten sind.

C bei den Autoren

Berghof-Stiftung für Konfliktforschung
Altensteinstr.48a
D-1000 Berlin (West) 33

Tel.: (030) 831 80 99 und 831 80 90

Atlas der Rüstungsforschung – die Hauptrichtungen des Wettrüstens

von Ulrich Albrecht

60 Milliarden Dollar wurden im Jahr 1983 für Rüstungsforschung ausgegeben, das sind mehr als zehn Prozent der gesamten Militärausgaben. Dies ist eines der Ergebnisse einer Studie, die auf Beschluß der Vollversammlung der UN von einer Gruppe internationaler Experten erarbeitet wurde. Der volle Text wird im September der Vollversammlung vorgelegt und veröffentlicht werden. Er enthält eine Anzahl bisher nicht bekannter Einzelheiten, welche Regierungen besonders aus der Dritten Welt der Expertengruppe zugänglich gemacht haben (in 26 Ländern der Dritten Welt gibt es nunmehr Programme für Rüstungsforschung). Der folgende Beitrag basiert zum großen Teil auf Unterlagen des Forschungsinstituts des schwedischen Verteidigungsministeriums, welche die schwedische Regierung für die UN-Studie zugänglich gemacht hat. Der Verfasser ist „Consultant“ der Expertengruppe gewesen, d. h. im UN-System vom Generalsekretariat beauftragter Schreiber des Berichtes.

Rüstungsforschung ist in wenigen Industrieländern konzentriert. Diese bestimmen die Richtung der künftigen militär-technischen Entwicklung. Auch in der Technologie „konventioneller“ Waffen, bleiben die etablierten Industriestaaten in Führung und setzen das Schrittempo für den Rest der Welt.

Die Hauptrichtungen, wie sie in der rüstungstechnischen Entwicklung der führenden Militärmächte zu finden sind, schlagen sich mit Zeitverzug auch in Programmen zweit-rangiger Mächte nieder (etwa in der Entwicklung von Unterwasserschiffen mit Nuklearantrieb in Brasilien, China und Indien). In anderen Ländern reflektieren die Programme für Rüstungsforschung eher die tagtäglichen Bedürfnisse der Streitkräfte, zum Beispiel in der Wettererkundung oder in Forschungsarbeiten über Verwundungen aufgrund neuartiger Waffen.

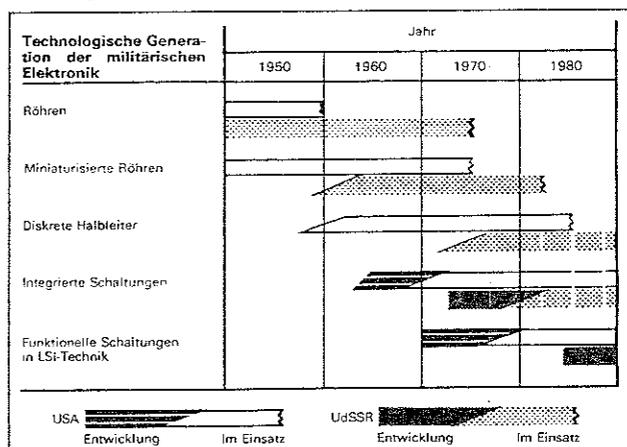
Allgemein gilt die Feststellung, daß die Rüstung von heute vielseitiger verwendbar ist, daß sie präziser gezielt und auf dem Wege ins Ziel genauer gesteuert werden kann, und daß sie insgesamt tödlicher wirkt als älteres Gerät.

Die Hauptstoßrichtung des militärischen Gebrauchs der Möglichkeiten der technologischen Entwicklung liegt zum einen in der Perfektionierung herkömmlicher Kriegsmittel durch Elektronik und zum anderen in der Konzipierung neuartiger Mittel zur Massenvernichtung. Die umfassende Verwendung neuer Mittel elektronischer Kriegführung wird Bedeutung für eine Vielzahl von Armeen haben, weswegen sie zunächst behandelt wird. Die technologische Entwicklung neuer Massenvernichtungsmittel wird auf sehr wenige Mächte beschränkt bleiben und wird an zweiter Stelle abgehandelt.

Die Bedeutung der Militärelektronik

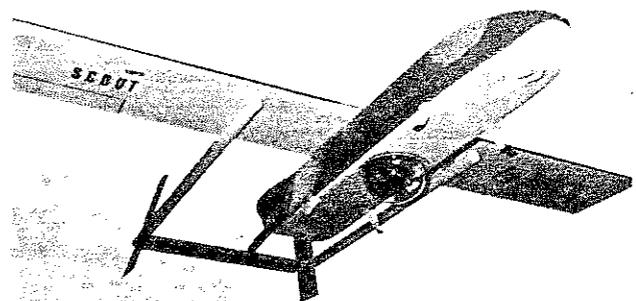
Eine Vielzahl der Waffen von heute sind elektronischer Art: Radargeräte, Laserziellapparate, computergestützte Führungsanlagen, Präzisionsanflugwaffen („schlaue“ Bomben oder PGMs, precision guided munitions), militärische Satelliten mit weitreichenden Sensoren. Die Aufrechterhaltung des Friedens zwischen den wichtigsten Militärmächten ist zum großen Teil von der Nutzung elektronischer Ausrüstungen in der einen oder anderen Form abhängig. **Der Aufstieg der Elektronik in diese Schlüsselrolle in der Militärtechnik läßt sich nunmehr über drei Jahrzehnte verfolgen.** Auch heute wird er vielerorts nicht wahrgenommen – man meint häufig noch, militärische Stärke würde durch Kanonen, Bomben, Düsenjäger, Kriegsschiffe, Raketen sowie die Soldaten, die all das einsetzen, angezeigt. Mit

der Verschiebung der Prioritäten in der Rüstungsforschung hin zur Elektronik werden überlegene militärische Fähigkeiten zunehmend von dem Vermögen abhängig, strategische und taktische Aufklärung zu treiben, und zwar weltweit, ungestörte Befehlslinien mit der Truppe – gleichfalls weltweit – aufrecht zu erhalten, zudem eine Vielzahl möglicher Ziele unter und über dem Meeresspiegel, zu Lande, in der Luft und im Weltraum zu erfassen, geeignete Zerstörungsmittel unter Gefechtsbedingungen gegen diese auf den Weg zu bringen, und obendrein Bemühungen des Gegners, ein Gleiches zu tun, ins Leere laufen zu lassen. Das Mittel, um all dieses zu bewerkstelligen, sind elektronische Kampfsysteme, die Informationen aufnehmen, weiterleiten, sie sammeln, analysieren, darstellen, vergleichen, speichern und umsetzen, um danach die verschiedenen Waffenträger in Marsch zu setzen, sie zu führen und zu kontrollieren, und schließlich, sie zum Schuß zu bringen.¹⁾



Quelle: Österr. Militärische Zeitschrift, Heft 5/1983, S. 409

Die führenden Militärmächte verwenden alle Anstrengungen darauf, ihre Arsenale dieser Entwicklung anzupassen. „Die weitere Entwicklung der elektronik-technischen Basis der USA ist gleichermaßen wichtig für deren Verteidigung heute, wie dies die Atombombe im Zweiten Weltkrieg gewesen ist“, stellt der für Forschung und Entwicklung im Pentagon zuständige Unterstaatssekretär fest.²⁾ Die künftigen Möglichkeiten elektronischer Kriegführung werden durch Berichte illustriert, nach denen der israelische Verteidigungsminister die Entfaltung der Schlacht im Libanon im Jahre 1982 im Büro am TV-Monitor verfolgen konnte.³⁾



„Scout“ ist Israels neuester Aufklärer. In der Kuppel unter dem Rumpf die Kameras. Das räderlose Mini-Flugzeug (Länge ca. 3 m) wird von Piloten, die am Boden hinter einem Fernsehschirm sitzen, gesteuert und landet in einem Fangnetz.
Quelle: „Der Stern“, Nr. 29 vom 15. 7. 1982

Es dürfte schwerfallen, in der Neuzeit eine andere Technologie zu benennen, die zu vergleichbar einschneidenden Entwicklungen geführt hat wie die Mikroelektronik. Zu betonen ist, daß die zivile Verwendung der Mikroelektronik die wirtschaftliche Grundlage für diesen Aufstieg abgibt. Weiter hat die Entwicklung der Trägheitsführung von Fernraketen sowie neuerdings der Bedarf an schnellen Rechnern in Leichtbauweise für Erdsatelliten für weiteren Schub gesorgt.

In den folgenden Bereichen hat nunmehr die Mikroelektronik, häufig im Verbund mit der Computertechnologie, überragenden Einfluß: in der Radartechnik, Optronik (der Verbindung optischer und elektronischer Geräte), in der Navigation und Steuerung von Flugkörpern, in Anlagen zur automatischen Schiffsführung, automatisch arbeitenden Feuerleitgeräten, in der Kommunikationstechnik, bei Bildsichtgeräten (Displays), in der elektronischen Kriegführung (Störtechniken) sowie allgemein beim Erfassen, Sortieren, Speichern und Erneuern von Vielwerten.

Die Entwicklung integrierter Schaltkreise seit 1958 kann grob gefaßt beschrieben werden als Schrumpfung zweidimensionaler Silikonkreise. Laborergebnisse lassen darauf schließen, daß nunmehr der Übergang auf dreidimensionale Schaltkreise ansteht. Fortschritte in der Fertigungstechnik gestatten nunmehr die Herstellung dünner Schichten von Galliumarsenid, was die Möglichkeit zur Entwicklung neuer Transistortypen mit Schaltgeschwindigkeiten in der Größenordnung von 10 bis 20 Pikosekunden eröffnet (1 Pikosekunde sind 10^{-12} Sekunden). Militärisch angewendet wird dies in der Entwicklung von Radarantennen mit phasenverschobener Modulation von Frequenz und Amplitude, besonders für in Flugzeugen und im Weltraum operierende Geräte, bei Radarwarneinrichtungen sowie bei Störgeräten mit variabler Charakteristik. Für eine solche Radarantenne mit Phasenverschiebung werden bis zu 10 000 Schaltkreise benötigt (von denen jeder einzelne komplizierter ist als ein durchschnittlicher Fernseher ausfällt.)

Mittels der Nutzung lichtempfindlicher Teile von Schaltkreisen ist die Konstruktion mechanischer Sichtgeräte möglich geworden. Das Suchbauteil in solchen Geräten besteht aus einem Halbleiterchip mit einer Kantenlänge von 5 bis 10 mm, auf das ein Bild projiziert wird. Auf diese Weise wird ein optisches Signal generiert, welches auf einen Bildschirm oder ein anderes Sichtgerät übertragen werden kann.

Energisch betrieben wird ferner die Entwicklung von Sensoren für eine Vielzahl militärischer Verwendungsmöglichkeiten. Eine besondere Richtung der Systemtechnik sowie in der Verbesserung der Geschwindigkeit und der Kapazität von Datenverarbeitungsgeräten gilt der Entwicklung von Sensoren auf Infrarotbasis oder im Millimeterwellenbereich.

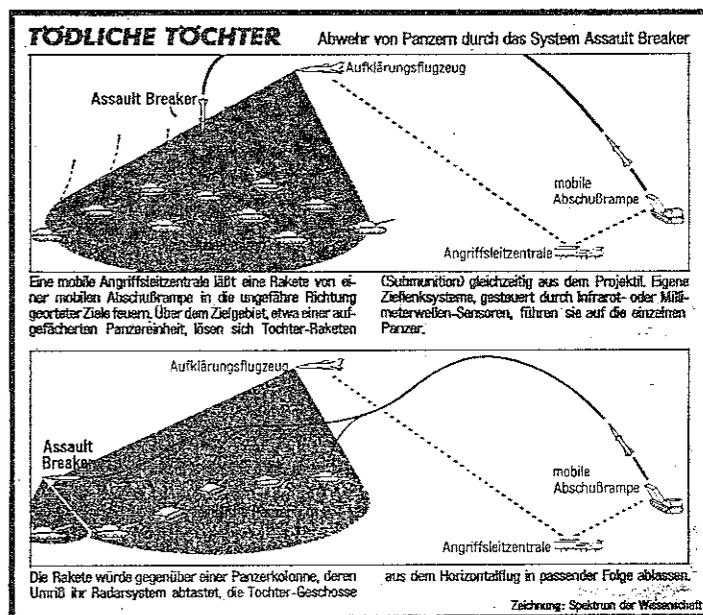
Verbesserungen in der Elektronik sowie in der Festkörperphysik gestatten nunmehr die Konstruktion von Sichtbildverstärkern und Verstärkern für Sensoren, die auf Wärmeabstrahlung ansprechen. Solche Geräte vermögen sich im Gelände abhebbende Ziele wie einzelne Panzer oder Aufbauten zu erfassen. Beim gegenwärtigen Stand der Technik können solche Geräte bei Nachtangriffen nur über geringe Entfernungen eingesetzt werden. Für Tageslichteinsätze gelten derzeit Zielentfernungen von bis zu sechs Kilometern.

Auch herkömmliche Radargeräte werden intensiv weiterentwickelt. Außer für große, klar konturierte Konstruktionen wie Brücken liefert Radar bislang auf dem Sichtschirm keine Bilder. Kleine Einzelziele wie Fahrzeuge im Gelände erscheinen auf dem Schirm als Lichtflecke; sie gestatten allenfalls die Bestimmung der Entfernung und der Richtung zum Ziel. Eine genauere Identifikation von Fahrzeugen oder anderen Geräten ist somit im allgemeinen nicht möglich.

Einen ersten Entwicklungsschritt bildete der Einbau von Zusatzgeräten im Bordradar von Jagdbombern, welche nach der Zielerfassung eine einmal abgefeuerte Rakete oder Bombe an das Ziel „anhängten“. Es gibt mehrere

Arten solcher Zielmarkierer, neben Radar auch auf Laserbasis. Allerdings mußte sich bislang ein so gesuchtes Ziel mit einer gewissen Mindestgeschwindigkeit bewegen – für stillstehende Ziele war diese Technologie nicht geeignet. Nunmehr wird vielerorts an der Beseitigung dieser Schranke gearbeitet. „Das Problem bei all diesen Konzepten“, heißt es in einer vergleichenden Untersuchung, „bleibt, daß sie nicht zielgenauer wirken als der Bombenangriff unter Sichtflugbedingungen – meistens sogar ungenauer wirken, manchmal sehr viel ungenauer.“⁴⁾

Solche Waffen werden zumeist als **präzisionsgesteuerte Munition (PGMs, precision-guided munitions)** bezeichnet. Gelegentlich heißt es, daß sie die Landkriegführung revolutioniert hätten. Bislang ist freilich der Einsatz von PGMs aus der Luft zu begrenzt gewesen, als daß solche weitreichenden Schlußfolgerungen gezogen werden könnten. Die geringe Zahl der Einsätze liegt nicht am Mangel an Gelegenheit, sondern an den hohen Stückpreisen und einer Reihe von Beschränkungen. Gegenwärtige PGMs erfordern unbeschränkte Sicht des Zieles und gute Sichtverhältnisse – schon Dunst oder Rauch bilden ernsthafte Hindernisse. Ferner profitiert der Verteidiger so wie der Angreifer vom Fortschritt der Mikroelektronik. Es könnte sein, daß die Verwundbarkeit von Jagdbombern erheblich zunimmt, wenn diese selber zu Zielen von PGMs werden.



Quelle: „Der Spiegel“, Nr. 42/1981, S. 124 nach Spektrum der Wissenschaft 10/1981

Wirkungen bei konventionellen Waffen

Die Heeresrüstung wird, sofern ihr Programm für Forschung und Entwicklung gelten, von Neuerungen auf mikroelektronischer Grundlage beherrscht. Es gibt eine Vielzahl einzelner Forschungsprogramme, um Ziele im Gelände zu erfassen, sie zu identifizieren und anzugreifen, über kurze oder größere Entfernungen, mit Betonung der Einsatzfähigkeit des Gerätes unter widrigen Bedingungen – bei schlechtem Wetter, in der Dunkelheit, gegen Abwehrwaffen und elektronische Störmaßnahmen. Eine Entwicklungsrichtung gilt „bistatischen“ Radarsätzen für Heeresgerät, d. h. die Überlebensfähigkeit der Geräte wird gesteigert, indem die Einheit von Impulssender und Empfänger aufgegeben und beide Teile getrennt voneinander aufgestellt werden. Die Entwicklung führt weiter zum voll digitalisierten Radargerät, dessen Datenverarbeitungsteil sowohl phasenverschobene Impulse abgeben wie auch die reflektierten Emissionen zwecks Steigerung des Auflösungsvermögens zergliedern kann.

Daneben stehen Entwicklungen nichtelektronischer Art. Die aus der Luftfahrttechnik bekannte Methode des Staustrahltriebwerkes (sie fand zum Beispiel in dem Flugkörper V-1 im Zweiten Weltkrieg Anwendung) wird nunmehr ernsthaft daraufhin geprüft, ob sie in der Verbindung mit

Granaten die Reichweite und Zielgenauigkeit der Artillerie massiv steigern kann. Manche Experten meinen, daß diese Waffe eines Tages das Gegenstück des Heeres zu den PGMs der Flugwaffe werden kann. – Andere Projekte gelten der grundlegenden Verbesserung der Wirkungsweise von Geschützen, indem elektromagnetische Impulse statt der Energie von Pulver benutzt werden, um Granaten zu verschießen.

Forschungsprojekte der Kriegsmarine zielen zum einen – entlang bekannten Entwicklungslinien – auf die Verbesserung der Schiffslinien, auf die mit höheren Schrauben- und Marschgeschwindigkeiten verbundenen Probleme der Kavitation und hydrodynamischer Effekte, oder die Minderung des Reibungswiderstandes etwa bei Torpedos. Zum anderen hält auch hier die Mikroelektronik ihren Einzug, besonders in der Seekriegführung gegen Unterwasserschiffe (da Unterwasserfahrzeuge nunmehr die Wasserverdrängung von Kreuzern erreichen, sprechen Fachleute nicht mehr von Unterwasser- bzw. U-Booten, sondern von „Schiffen“). Ein entscheidender Durchbruch in der Technologie der Ortung getauchter Unterwasserschiffe würde für die derzeitige Militärstrategie weitreichende Folgen haben; es würde – so der Marinejargon – „das Endspiel“ beginnen.

Die Wirkung der Elektronisierung auf den Marinealltag läßt sich an zahlreichen Beispielen illustrieren. In modernen Torpedos zum Beispiel wie dem britischen Muster **Sting Ray** sendet der Bordcomputer die Sonarreflexe eines angepeilten Zieles von den Störsignalen des Zieles aus und berechnet einen dreidimensionalen Anmarschweg für das Torpedo, welcher sogar Ausweichbewegungen des Zieles ausgleicht.?) Bedeutung haben ferner mit Mikroelektronik vollgestopfte Sonarbojen, die entweder in Linie hinter einem Unterwasserschiff geschleppt oder statisch am Meeresboden verankert werden. Netzförmig platzierte Bojensätze, durch Fieberoptische Kabel oder Telemetrieleitungen miteinander und mit einem Rechner verbunden, steigern das Auflösungsvermögen und die Präzision bisheriger Meeresüberwachungstechniken beträchtlich. Eine dritte Entwicklungsrichtung gilt der Unterdrückung von Neben- und Hintergrundgeräuschen. Auch hier werden digitalisierte Datenverarbeitungsmaschinen eingesetzt.

Schließlich erfaßt die rüstungstechnologische Forschung nunmehr die polaren Eiskappen. Diese bilden bislang eine Art letztes Refugium für Unterwasserschiffe – weder Torpedos, noch Bomben oder Raketen können ein unter dem Polareis tauchendes Schiff erreichen, ja sein Aufenthalt dort ist bisher nicht entdeckbar. Es gibt nunmehr Forschungsprojekte, wie man mit den durchdringenden akustischen Sensoren oder im Eis platzierten Hörgeräten auch diese Zufluchtsmöglichkeit enttarnen kann.

Es läßt sich behaupten, daß in der Luft- und Raumkriegstechnik die Anwendung der Militärelektronik ihren Gipfelpunkt erreicht. Forschungsarbeiten zur Datenverarbeitung im Weltraum stützen sich auf extrem fortgeschrittene Werkstofftechnologie wie die erwähnten Galliumarsenidchips. Da diese widerstandsfähiger gegen Strahlung sind, ergeben sich besonders für die Rüstung für den Kernwaffenkrieg neuartige Verbesserungsmöglichkeiten. Besondere Bedeutung hat die Mikroelektronik für die Führung fliegender Objekte, besonders für die neuartige Konzeption der Endphasensteuerung. In Verbindung mit aerodynamischen Steuermitteln (Klappen) oder künstlich erregten Gier- und Rollbewegungen können alle Arten von Gefechtsköpfen zur Erschwerung der Abwehr zum Manövrieren veranlaßt werden, bevor sie ins Ziel einschlagen. Die Wiedereintrittsflugkörper des britischen „Chevaline“-Programms (dies dient der VerMIRVung der englischen Abschreckungsstreitmacht) sind z. B. so ausgelegt, daß sie im Weltraum taumeln und alle möglichen Bewegungen ausführen, bevor sie ihren Weg in die Atmosphäre fortsetzen.

Flugabwehrsysteme haben eine gewisse Priorität. Gegenwärtig wird an Raketen gearbeitet, die über größere Ent-

fernungen Bomber im Flug angreifen können. Diese Technologie dürfte zur Bekämpfung von Marschflugkörpern weiterentwickelt werden.

Nachdruck liegt weiter auf der Entwicklung von Frühwarnsystemen. Hier konzentrieren sich die Bemühungen auf eine frühzeitige Erfassung und Identifizierung der zahlreichen Objekte, die sich im Luft- und Weltraum bewegen (ihre Zahl wird im Krieg enorm zunehmen). Eine Forschungsrichtung befaßt sich mit der Bestimmung der Infrarotcharakteristika bestimmter Waffen (etwa von Interkontinentalraketen) über große Entfernungen. Von Satelliten aus sollen künftig derartige „Images“ aus dem allgemeinen Signalwirrwarr herausgefiltert und vermessen werden. Die bislang übliche einfache Messung von Infrarotwerten wird durch die Berechnung von Flugbahnen ergänzt und zu unabhängigen Satellitenaufklärungssystemen führen, die bei der Datenauswertung von Bodenanlagen unabhängig sind.

Die Gegentechnologien bestehen in der Minderung der Radarquerschnitte von Flugzeugen und Marschflugkörpern (durch eine besondere geometrische Auslegung der Konstruktion, sowie durch die Verwendung von Kunststoffbeschichtungen). Die Elektronik von Marschflugkörpern wird mit der Absicht optimiert, ihr Eindringvermögen in heftig verteidigte Regionen zu verbessern, und ihre Anfälligkeit für elektronische Gegenmaßnahmen zu mindern (daneben sind Hauptrichtungen der Marschflugkörperentwicklung die Verbesserung des Produktes aus Reichweite und Zuladung, z. B. durch die Konstruktion neuartiger Düsentriebwerke, die Hochenergiebrennstoffe benutzen und zur Gewichtersparnis sowie zur Minderung des Radarechos Karbonfasern als Werkstoff benutzen).

Im Vordergrund der Aufmerksamkeit stehen nunmehr neuartige Waffen, die auf dem Prinzip gebündelter Energiestrahlung basieren. Diese lassen sich unterteilen in zwei Kategorien:

– Hochenergielaser, als Waffensystem bestehend aus einer Laseroptik im Kurzwellenbereich sowie Zusatzeinrichtungen zur Zielerfassung und Zielverfolgung.

– Teilchenstrahlenwaffen. Die Waffeneignung dieser Technologie ist nach wie vor Gegenstand von Kontroversen. Die Befürworter dieser Rüstung versprechen sich eine Waffe, die mit Lichtgeschwindigkeit ihr Ziel angreift (alle bisherigen Anfluggeschwindigkeiten sind demgegenüber denkbar gering), die rasch nachladbar ist, und die unvergleichbare Zerstörungskräfte ins Ziel bringt. Die Hauptprobleme in der Entwicklung solcher Waffen liegen wiederum in den minimalen Toleranzen bei der Genauigkeit des Zieles sowie in der Bündelung der Energie des Strahls über große Entfernungen.

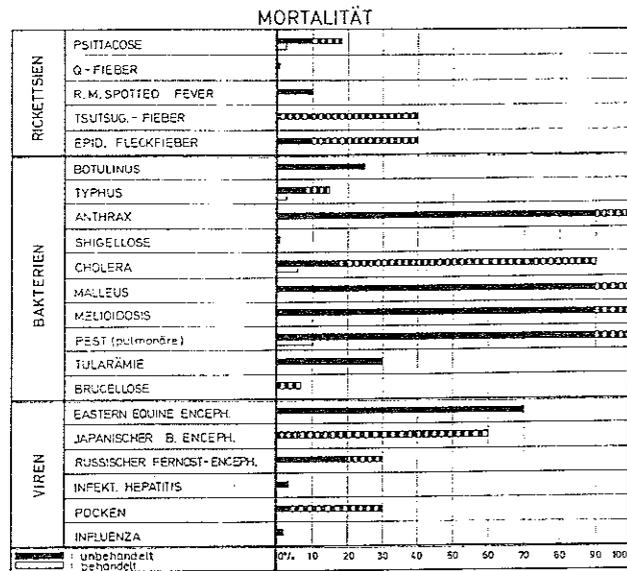
Biologische und chemische Waffen

Der Vertrag von 1975, welcher die Entwicklung, Herstellung und Lagerung von biologischen Waffen und Toxinen verbietet, hat augenscheinlich nicht verhindert, daß auf diesem Felde intensiv geforscht wird. Man kann nur hoffen, daß diese Projekte mehr zur Entwicklung von Schutzmaßnahmen als zur Konzipierung neuer Kampfstoffe dienen. Die Grundlagenforschung schafft fortlaufend neuartige Waffemöglichkeiten, die von dem Verbot nicht erfaßt werden:

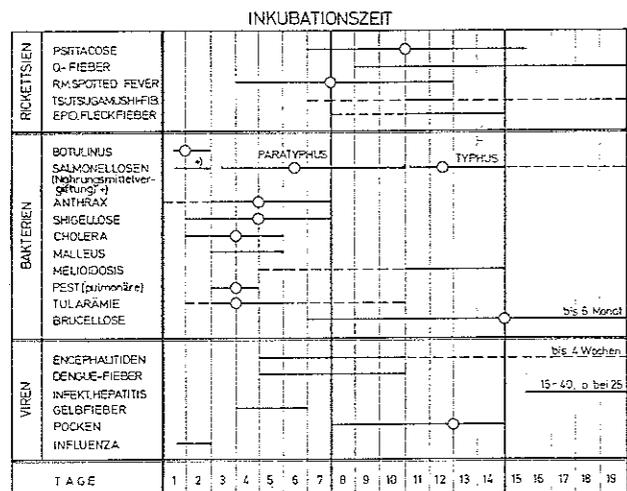
– Die Entwicklung neuer hybrider DNA (Makromolekularverbindungen) eröffnet die Möglichkeit, Eigenschaften von Mikroorganismen zu verändern, etwa ihre Widerstandskraft gegen Antibiotika zu schwächen oder ihre pathogenen Eigenschaften zu stärken. So können biologische Kampfstoffe entwickelt werden, die gegen Desinfektionsmittel resistenter sind.

– Andere Forschungsgebiete, in denen gehäuft Neuerungen zu verzeichnen sind, die militärische Nutzungen nahelegen, sind in der Fertigungstechnik von Vakzinen zu sehen (die Massenfertigung solcher Mikroorganismen ist bald für jedermann erschwinglich und macht solche Kampfstoffe zur Waffe des kleinen Mannes), in Methoden zur Einkapselung von Mikroorganismen, um sie vor Ge-

genmaßnahmen zu schützen, in der Erschaffung neuartiger Insektizide (Mikroorganismen, die Insekten befallen können, welche wiederum als Keimträger auf Menschen wirken, können als Aerosole versprüht werden und so chemische Mittel zur Insektenbekämpfung ablösen) sowie in der militärischen Nutzung von Krankheiten, die infolge der Urbanisierung auftreten.



Quelle: Österr. Militärische Zeitschrift, Heft 2/1971, S. 98/101



In den Möglichkeiten der chemischen Kriegführung zeigt die Forschung gleichfalls mannigfache Methoden auf. Die Vereinten Nationen klassifizieren diese aufgrund ihrer Wirkung als tödliche, kampfunfähig machende und behindernde Kampfstoffe. Eine Priorität liegt auf der Steigerung des Vermögens solcher Kampfstoffe, Gegenmaßnahmen zu überwinden. Da die Atemwege nunmehr durch verschiedene Arten von Masken wirksam geschützt werden, wird nach Stoffen gesucht, die über die Hautoberfläche in den menschlichen Körper eindringen können. Eine andere Priorität gilt der Steigerung der Wirkung bekannter Kampfstoffe, vor allem bei den Nervengasen. Hier spielt die Binärtechnik eine besondere Rolle – der tödliche Stoff wird in zwei ungefährliche chemische Komponenten gespalten, die erst im Ziel zu ihrer brisanten Mischung vereinigt werden. Spezielle Forschungsprogramme gelten der Verlängerung der Lagerfähigkeit solcher Kampfstoffe – etwa indem sie wie seinerzeit Nitroglycerin mit geeigneten Verdickungsmitteln gemischt werden. **Neue chemische Kampfstoffe werden im Regelfall entdeckt, isoliert und aufbereitet im Rahmen der Grundlagenforschung, das heißt, die Entdeckung wird häufig in Fachzeitschriften veröffentlicht. Die Entwicklung hin zum militärisch einsetzbaren Kampfstoff beansprucht gemeinhin**

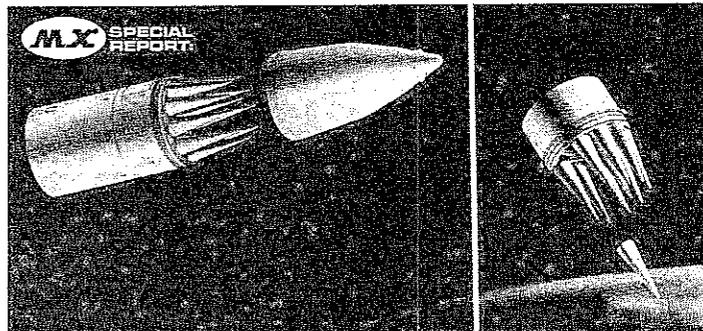
sieben bis zehn Jahre. Da die militärischen Verwendungsmöglichkeiten nicht immer offensichtlich sind, läßt sich vergleichsweise erst spät erkennen, wie sich das chemische Arsenal ausweitet.

Am intensivsten wird über sogenannte Signalsubstanzen geforscht – dies sind Substanzen, die sich normalerweise im menschlichen Körper finden und die die Eigenschaften haben, spezifische Signale auf Bestrahlungen hin abzugeben. – In Bezug auf die Hauptsabstanzen, über die in der chemischen Kriegführung geforscht wird, läßt sich der folgende Katalog aufstellen:

- Peptide mit geringem Molekulargewicht;
- Neuartige Substanzen mit tödlicher Wirkung, toxisch den Nervengasen vergleichbar;
- Zytostatische (das Zellenleben abtötende) Substanzen, die menschliche Organe lahmlegen würden;
- Alkyle, in ihrer Wirkung dem Senfgas vergleichbar;
- Psychomimetisch wirkende Stoffe, wie LSD.

Kernwaffen

Die anhaltende Forschung und Entwicklung neuer Kernwaffen bildet mutmaßlich die bedrohlichste Dimension der Rüstungsforschung. Diese anhaltende Entwicklungstätigkeit gilt verschiedenen Parametern der Kernwaffen, und deren relative Bedeutung verändert sich im Laufe der Zeit. In den fünfziger und sechziger Jahren stand die Steigerung der Sprengwirkung im Vordergrund (so wies die erste amerikanische H-Bombe von 1952 eine Sprengwirkung von rund 10 Megatonnen TNT auf. Zwei Jahre später testeten die USA eine H-Bombe mit 15 Megatonnen Sprengwirkung, und 1960 zündete die UdSSR eine solche Waffe mit rund 60 Megatonnen Sprengwirkung). Danach verschob sich der Schwerpunkt der Kernwaffenentwicklung in Richtung kleinerer und zahlreicherer Sprengköpfe. Zugleich wurde die Art der Waffenträger aufgefächert. Neben die Fernrakete, welche von ortsfesten Startplattformen mit viel Hilfsausrüstungen operierte, und den Bomber trafen Flugkörper, die statt einem mehrere leichtere Atomsprengsätze trugen. Diese wurden zu unabhängig zielbaren Geschossen weiterentwickelt (sogenannte MIRVs). Um solche Raketen unverwundbar zu machen, wurden sie zudem auf Unterwasserschiffen plaziert.⁶⁾



Quelle: Albert A. Stahel, USA UdSSR. Nuklearkrieg? Stuttgart 1983, S. 54

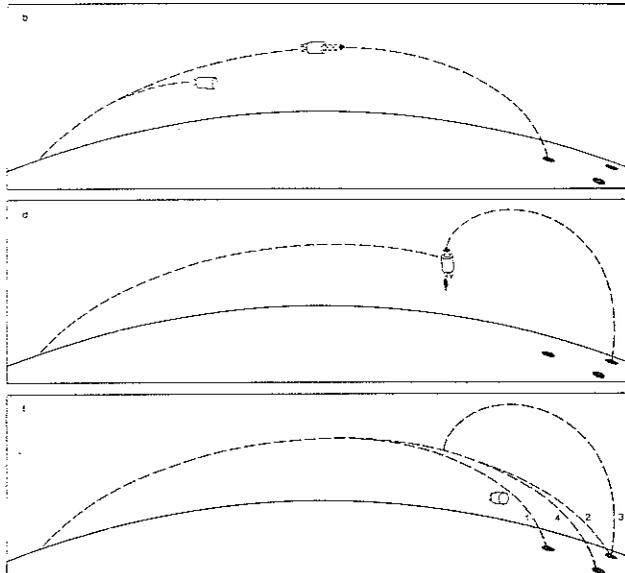
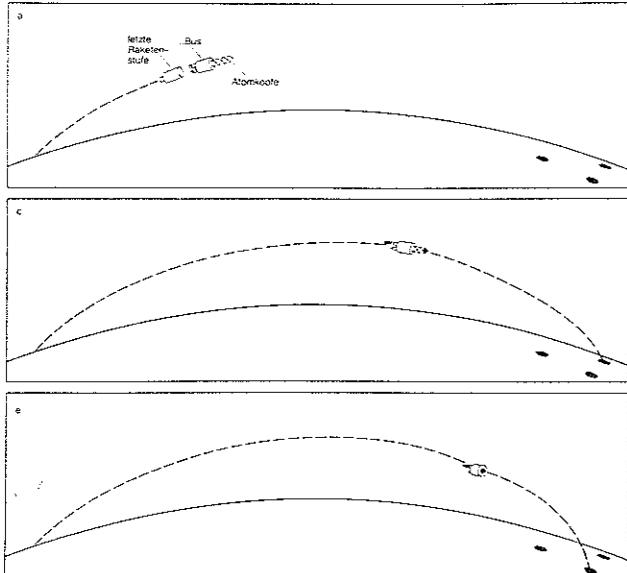
Der herausragendste Charakteristikum in der neueren Entwicklung von Kernwaffen bildet die Minderung von Größe und Gewicht in Bezug auf die Sprengwirkung. **Die Rüstungsforschung perfektionierte hier Kernwaffen gemäß einem weithin vorgegebenen Parameter – der Miniaturisierung.** Wogen die ersten Atombomben noch mehrere Tonnen, so scheint heute – über verschiedene Zwischenschritte, die zu sogenannten Gefechtsfeldwaffen führten – eine untere Grenze der Miniaturisierung erreicht (wie die Kaliber von Nukleargranaten anzeigen: 15,5 cm für das kleinste US-Geschoß, 15,2 cm Berichten zufolge für das sowjetische Gegenstück). Das Gesamtgewicht einer solchen Granate, zu der neben dem atomaren Teil noch Treibsatz, Zünder, Sicherungen und Geschossmantel gehören, beträgt rund 40 kg. Von einem Soldaten transportierbare ADMs, nukleare Landminen, bieten ein weiteres Beispiel für die Miniaturisierung. Bezogen auf die Gesetze der Physik scheint hier eine Untergrenze der Miniaturisierung erreicht.

Bild 1: Die Kapself mit den einzelnen Atomköpfen und dem Endphasenkontrollsystem, „Bus“ genannt, ist das Herz der MIRV. Die sechs Scheitern sollen zeigen, wie das System funktioniert. Ein Bus, der mit vier Atomköpfen beladen ist, trennt sich von der letzten, ausgebrannten Stufe seiner Trägerrakete (a). Nachdem er auf einer ballistischen Flugbahn eine

kurze Strecke ohne Antrieb zurückgelegt hat, richtet der Bus mit Hilfe des Kurssteuerungsstroms und unter Einschaltung der letzten Steuerungsköpfe seinen Kurs so genau wie möglich auf das erste Ziel und stößt den ersten Atomkopf so sanft aus, daß er ohne Kursänderung auf der gleichen ballistischen Kurve weiterfliegt (b). Der Bus selbst beschleunigt seine

Flug geringfügig und stößt den zweiten Kopf ab, der jetzt auf ein weiter entferntes Ziel in der gleichen Bahnhöhe aufliegt (c). Nach diesem Manöver beschleunigt der Bus senkrecht zur Flugrichtung nach oben, aber noch immer in der Bahnhöhe, und bringt den dritten Kopf auf einen Weg, der zum gleichen Ziel führt, wo er jedoch mit einigen Minuten Ver-

zögerung aufliegt (d). Der vierte Kopf wird nach einer Drehung aus der Bahnhöhe (in Richtung auf den Betrachter) mit ein rechts von der ursprünglichen Flugrichtung gelegenes Ziel entlassen (e). Viele andere Kombinationen sind denkbar. Am Ende verläßt der Bus, die Atombomben explodieren auf ihren Zielen, aber nicht alle zur gleichen Zeit.



Quelle: Spektrum der Wissenschaft, Rüstung und Abrüstung, Heidelberg, 1983, Seite 26/27

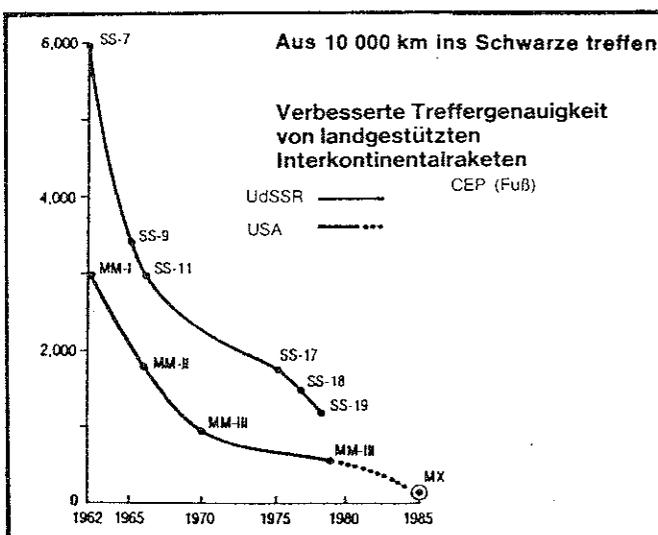
Eine dritte Dimension des nuklearen Wettrüstens, neben oder verzahnt mit der Entwicklung der Sprengwirkung und der Miniaturisierung, ist mit der Manipulation des Energiespektrums verbunden, welches bei atomaren Kettenreaktionen freigesetzt wird. Die Emission verschiedener Energiearten (Wärme, Druck, Strahlung) kann innerhalb gewisser Grenzen gesteuert werden. Durch die Ummantelung des Sprengsatzes mit geeigneten Materialien ist die abgegebene Strahlung veränderbar. Das bekannteste Beispiel dieser dritten Dimension des Nuklearwettrüstens ist die sogenannte „Neutronenwaffe“. Andere Beispiele für die spezielle Fokussierung des Energiespektrums sind Waffen mit minimierter Restabstrahlung („Reduced Residual Radiation“, abgekürzt RRR, oder gar „Minimum Residual Radiation“, MRR). Bei dieser Gegenvariante zur Neutronenwaffe wird möglichst alle Energie der auftretenden schnellen Elektronen in Druck umgewandelt. Eine vierte Dimension des nuklearen Wettrüstens gilt den Trägern der Sprengsätze. Der Übergang von flüssigen Brennstoffen (mit enormen Problemen für die Lagerung der giftigen, extrem kühl zu haltenden Reagentien) zu Festpulverantrieben selbst bei schweren Raketen ist nunmehr allgemein vollzogen worden. Derzeit steht die Verbesserung der Zielgenauigkeit vor anderen Parametern im Vordergrund. Die CEP-Werte (Circular Error Probable = der Radius eines Kreises, in den wahrscheinlich die Hälfte aller abgeschossenen Raketen eines Typs niedergehen) haben sich in rascher Folge jeweils um Zehnergrößenordnungen verbessert. Wurden für die ersten In-

terkontinentalraketen noch CEP in Kilometern angegeben, so gelten für die Nachfolgemuster (die derzeit in den Silos stehen) Werte, die in der Größenordnung von ein paar hundert Metern variieren. Die neue Technik der Endphasensteuerung von Gefechtsköpfen verringert die CEPs erneut um eine Zehnerordnung auf Dutzende von Metern. Im Labor werden Führungssysteme erprobt, die zu Streuhalbmassen von wenigen Metern führen würden – die Raketen würden dann duellfähig.

Neben den genannten vier Dimensionen gelten weitere Forschungsprogramme der Werkstoffforschung, Verbesserungen in der Fertigungstechnologie der Sprengköpfe, der Verlängerung der Lagerstandzeiten von atomarer Munition, Verbesserungen bei den Sicherungssystemen sowie der „Härtung“ von Kernwaffen gegen Einwirkungen eines Gegners. Über diese Aspekte der Waffenentwicklung ist öffentlich am wenigsten bekannt.

Anmerkungen:

- 1) Diese Formulierung stammt vom für Forschung und Entwicklung im Pentagon zuständigen Unterstaatssekretär Richard D. DeLauer, „The Force Multiplier“, in: IEEE Spectrum, October 1982, S. 36.
- 2) Ebd.
- 3) Aviation Week + Space Technology, June 5, 1982, S. 16.
- 4) Seymour J. Deitchman, New Technology and Military Power: General Purpose Forces for the 1980s and Beyond, Boulder, Colorado (Westview) 1979, S. 39.
- 5) House of Commons, Defence Committee, The Sting Ray Lightweight Torpedo, London (Her Majesty's Stationery Office), HC 218, S. 2 und Frage 2.
- 6) Vergl. zu den Details die UN Comprehensive Study on Nuclear Weapons, dt. unter dem Titel Die UN-Studie über Kernwaffen München (Beck) 198.



Seit der Testflüge der ersten Interkontinentalraketen in den frühen sechziger Jahren haben beide Supermächte die Zielgenauigkeit entscheidend verbessern können. Bei Raketentests ist das übliche Maß für die Zielgenauigkeit CEP (Circular Error Probable), das den Radius eines Kreises um das Ziel angibt, in den 50 Prozent der Sprengköpfe fallen. In der Abbildung wird die zunehmende Zielgenauigkeit durch die abfallende CEP-Kurve deutlich. Die bodengestützte amerikanische Minuteman-I-Rakete hatte einen Trefferradius von 1000 m, d. h. daß es Glück war, wenn sie ihr Ziel aus 10 000 Kilometern nur um einen Kilometer verfehlte. Die sowjetische SS-7 hatte einen Trefferradius von drei Kilometern. Inzwischen ist der Trefferradius für die amerikanische Minuteman-Rakete auf 300 Meter und bei der neuesten sowjetischen Rakete auf schätzungsweise 400 Meter gesenkt worden. Der nächste Schritt ist absolute Zielgenauigkeit, groß genug, um eine Rakete in ihrem Silo zu zerstören. Die neuen Cruise-Missile und MX-Raketen werden über eine solche Punktgenauigkeit verfügen. Da nun beide Mächte fast ins Schwarze treffen könne, wofür die Interkontinentalraketen selbst in zunehmendem Maße angreifbar werden, ist der Wettstreit in eine neue Phase des atomaren Wettrüstens übergegangen: Um sie in einem Atomkrieg nicht so schnell ausmachen zu können, wurden mobile Abschubrampen für die Interkontinentalraketen konstruiert. Um sie zerstören zu können, muß ein Angreifer sehr viel mehr Raketen einsetzen. Im Kriegsfall würde aus dem Gebiet, in dem sie stationiert sind, eine trostlose Mondlandschaft, ein riesiger radioaktiver Schwamm.

