Wissenschaft, Technologie und Wettrüsten

André Gsponer
ISRI (Independent Scientific Research Institute, Genf)

1. Wissenschaft und Technik

Eine der Eigenschaften, die den Menschen von den anderen Lebewesen unterscheidet, ist, dass er Werkzeuge (materielle und denkerische) nicht nur erfindet, sondern sie auch weiterentwickelt. Während fast einer Million Jahren hat sich die Technik der Herstellung und des Gebrauchs von Werkzeugen verhältnismässig langsam entwickelt. Seit einigen Jahrtausenden hat sich diese Entwicklung jedoch beschleunigt und ist schliesslich in die heutige Technologie eingemündet (Meyer 1975).

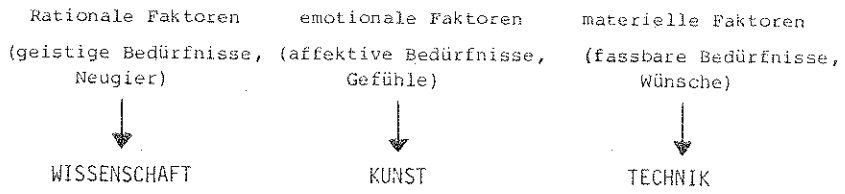
Diese Beschleunigung hat sich im Zug anderer wichtiger Veränderungen ereignet wie jene, die die Erfindung der Schrift und die Geburt der Wissenschaft zuliessen. Von der Antike bis zur Renaissance entwickelte sich die Technik praktisch unabhängig von den Wissenschaften. Sie war zunächst Sache der Handwerker, dann die der Ingenieure, und behalf sich erst seit dem Ende des 19. Jahrhunderts systematisch der Ergebnisse der modernen Wissenschaft. Zum Beispiel war die Erfindung der Dampfmaschine das Resultat einer Folge von technischen Entwicklungen. Demgegenüber war die Erfindung des Elektromotors nur möglich durch die Entdeckung der Gesetze der Elektrizität.

Die Gründe für die historisch getrennten Entwicklungen der reinen Wissenschaften und der Technik sind gewiss vielfältig und komplex. Trotzdem, was die Technik betrifft, kann man feststellen, dass die Realisierung eines Werkzeuges sich auf einen psychologischen Mechanismus bezieht, der dem der Sprache ähnlich ist. Diese enge Beziehung führt zur Vermutung, dass Völker, die Werkzeuge herstellten, auch sprechen konnten (Ruffié 1977).

Andererseits wurde die Entwicklung der Wissenschaft, d.h. einer Erkenntnis der Natur, die objektiv sein soll, durch die Erfindung der Schrift ermöglicht. Die Schrift hat die Anhaüfung von objek-

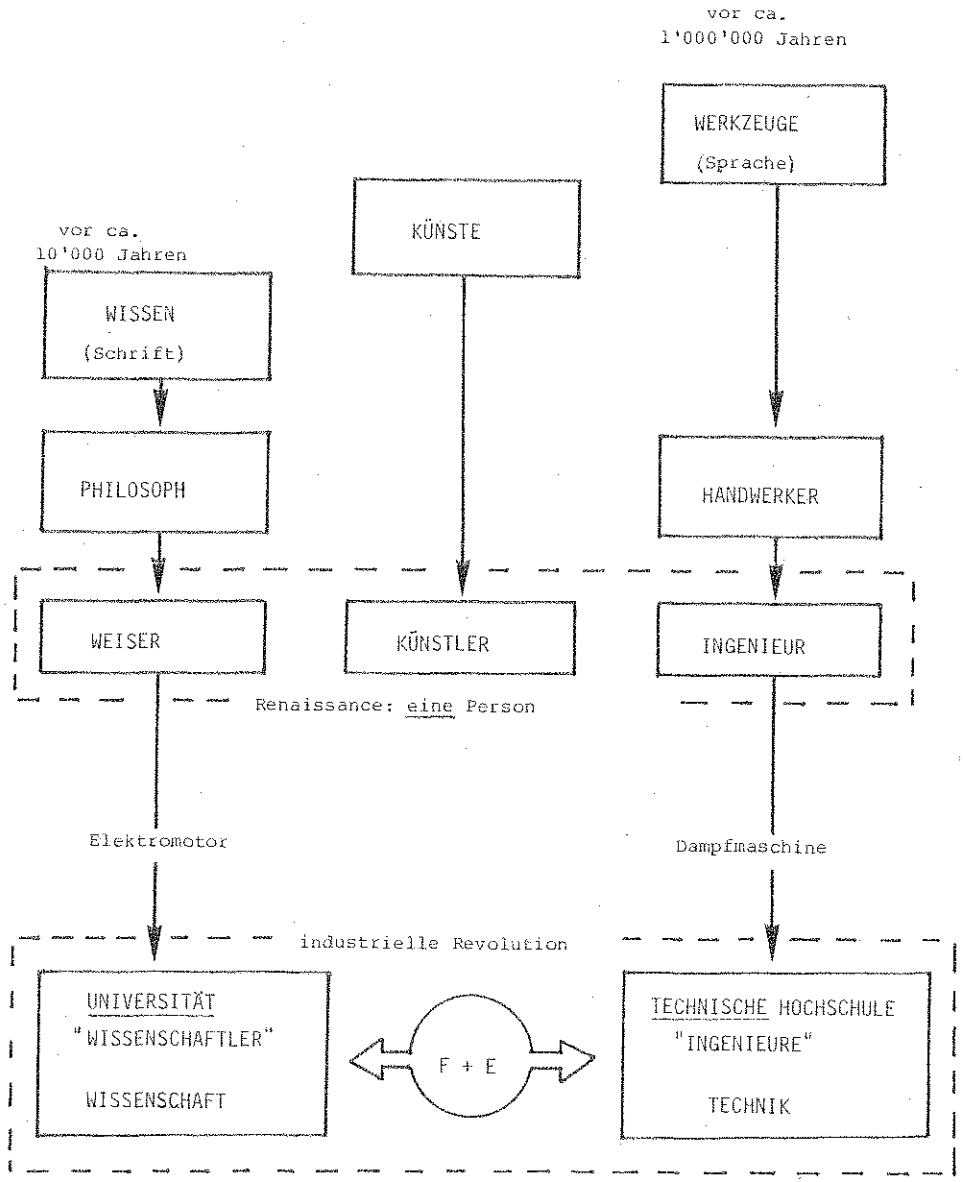
tivem, das heisst von Einzelpersonen unabhängigem Wissen erlaubt; und sie hat auf die Idee systematischer Forschung hingeführt, die sich auf die Beobachtung und das kontrollierte Experiment stützt. Zudem entspricht die Wissenschaft (in diesem Punkt ist sie der Philosophie nahe) solchen Bedürfnissen, die durch die Technik nicht befriedigt werden können. Besonders entspricht ihre Entwicklung einem geistigen und kulturellen Bedürfnis des Menschen, das oft "Suche nach der Wahrheit" genannt wird. Diese Suche nach dem Absoluten gibt der Wissenschaft einen geheiligten Zug, und gewisse Wissenschaftler gehen sogar so weit, das Ideal wissenschaftlicher Erkenntnis über alle anderen menschlichen Werte zu stellen.

Um im Detail die Entwicklung der Wissenschaft und der Technik zu analysieren (diese ist auch mit der Entwicklung der Kunst verbunden), müsste man eine grosse Zahl von sozio-kulturellen und historischen Faktoren berücksichtigen; ebenso sollten auch persönliche Motive derjenigen, die diese Entwicklungen vorantreiben, miteinbezogen werden. Diese Faktoren sind offensichtlich komplex. Am Anfang jeder kreativen Aktivität, sei es die eines Wissenschaftlers, Künstlers oder Ingenieurs, steht immer eine Gesamtheit aus rationalen, emotionalen und materiellen Motiven. Natürlich sind diese drei Arten von Motiven nie völlig voneinander unabhängig. In dem Fall, wo die hauptsächliche Motivation klar hervortritt, kann man drei Arten von kreativem Handeln unterscheiden, wie Figur 1 zeigt.



Figur 1: Faktoren für kreative Aktivitäten

Figur 2 gibt eine Übersicht über die Entwicklungsgeschichte der Technik, der Kunst und der Wissenschaft im Westen, sowie über die Wechselwirkungen zwischen diesen Entwicklungen. Zu bemerken ist, dass die drei Arten von Handeln sich fast unabhängig voneinander entwickelt haben, und dies praktisch bis zur Renaissance, wo ein einzelner Mensch zugleich Ingenieur, Künstler und Wissenschaftler sein konnte. Seit der Renaissance hat die Wissenschaft sich immer mehr mit Hilfe der von der Technik produzierten Instrumente zu entwickeln begonnen. Umgekehrt begann die Technik die von der Wissenschaft erarbeiteten Theorien zu benutzen. Dieses Zusammenspiel von Wissenschaft und Technik wurde im Zeitalter der industriellen Revolution zu einem systematischen und mündete im 20. Jahrhundert in den Prozess der "Forschung und Entwicklung" (F&E). Die Entwicklungen der Wissenschaften und der Technik verliefen jedoch nebeneinander, und es wurde immer seltener, dass eine Per-



Figur 2: Ursprung und Entwicklung von Wissenschaft und Technik

son gleichzeitig Wissenschaftler und Ingenieur, und zudem Künstler oder Humanist war.

Ein wichtiger Aspekt der getrennten Entwicklungen der Wissenschaften und der Technik ist die separate Ausbildung der Ingenieure, am Rand der Universitäten (Grinevald 1981). Diese institutionelle Trennung, die sich mit der industriellen Revolution ausprägte, zieht schwere Konsequenzen mit sich. So hat der Ingenieur üblicherweise nur eine wissenschaftliche Ausbildung, die den begrenzten Bedürfnissen seines Fachgebietes angepasst ist. Ebenso haben Universitätsabsolventen, seien es nun Natur- oder Sozialwissenschaftler, oft eine sehr beschränkte Sicht von der Welt der Industrie und der Wirtschaft. Zudem sind die Ingenieure, wie auch die Chemiker und Physiker meist sehr unwissend in humanwissenschaftlichen Belangen.

Polytechnische Hochschulen und Universitäten bilden fast nur Spezialisten aus. Unsere Modernität zeigt sich in der Arbeitsteilung und der Zerstückelung des Wissens. Der Bauingenieur, ein Beruf, der mit der Industrialisierung geboren wurde, wird seither nach dem Modell des Militäringenieurs gebildet (Grinevald 1983). Ob er für die Industrie oder den Staat arbeitet, seine geistige Ausbildung beschränkt sich darauf, ihm die Disziplin und die Kenntnisse beizubringen, die seiner Spezialisierung entsprechen.

2. Wissenschaftliche Forschung und technologische Entwicklung

Der unglaubliche Aufschwung der Naturwissenschaften und der industriellen Techniken im 19. und 20. Jahrhundert resultierte aus der Institutionalisierung eines echten Erneuerungsprozesses, den man heute "Forschung und Entwicklung" (F&E) nennt. Dieser Prozess entleiht der modernen Wissenschaft die "experimentelle Methode" und kombiniert das technische "Know-how" mit dem theoretischen Wissen der exakten Wissenschaften. Von da an erlaubt es der wissenschaftliche Fortschritt, die technischen Realisierungen zu verbessern, und umgekehrt erlauben es die immer perfektionierteren Instrumente, die die Techniker liefern, den Wissenschaftlern, ihrerseits Fortschritte zu erzielen. Diese Entwicklung hat die traditionellen empirischen Methoden fast gänzlich verdrängt.

Auf dem Gebiet der wissenschaftlichen Erkenntnis hat es die moderne Technik dem Menschen erlaubt (seit den Erfindungen des Teleskops und des Mikroskops, die ständig verbessert werden), Phänomene zu beobachten und zu studieren, die, obwohl natürlicher Art, nicht mehr zu seinem unmittelbaren Erfahrungsbereich der Sinnesorgane gehören, sondern unendlich gross oder unendlich klein sind. Zudem wird die Technik in allen möglichen wissenschaftlichen Disziplinen angewandt, um im Labor Phänomene zu erzeugen und zu studieren, die normalerwiese in der Natur nicht vorkommen (Janich 1978). Dies gilt z.B. für die Elementarteilchenphysik. Heute werden künstlich erzeugte Teilchen mit Hilfe von riesigen, immer perfekteren Elektronen- oder Protonenbeschleunigern erzeugt und erforscht.

Die Wichtigkeit der Technik für die Entwicklung der Wissenschaften bewirkt eine wachsende Technologieabhängigkeit, besonders für die heutige Physik, aber auch immer mehr für die Sozialwissenschaften. Unter diesen Bedingungen wird der wissenschaftliche "Fortschritt" mehr und mehr vom "technologischen Fortschritt" abhängig. Daraus entsteht eine wachsende Verwirrung (nicht nur in der Öffentlichkeit, wo die Wissenschaft oft mit ihren technischen Anwendungen verwechselt wird) zwischen wirklichem wissenschaftlichem Erkenntniszuwachs und der Leistungsvergrösserung der Apparate , die dafür eingesetzt werden.

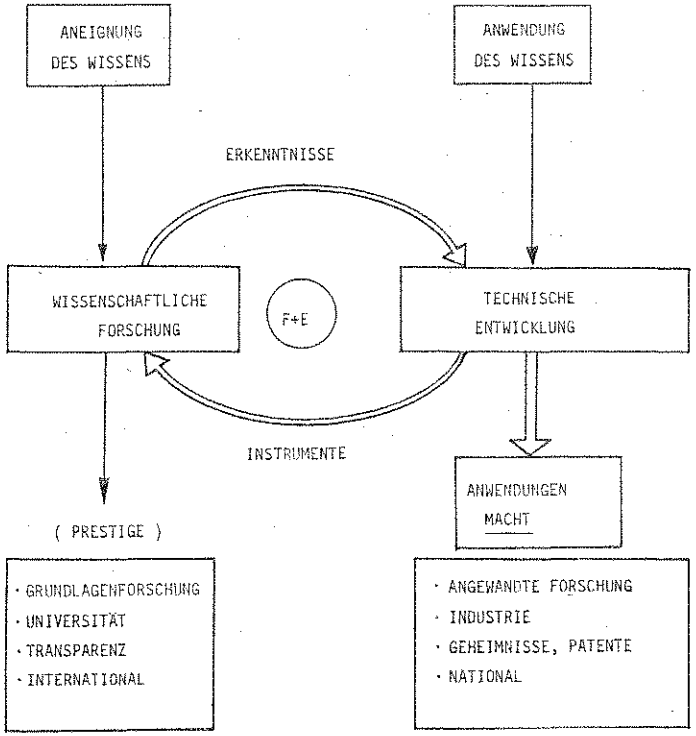
Dennoch, obwohl ihnen der "F&E" Prozess gemeinsam ist, entwickeln sich Wissenschaft und Technik unter dem Einfluss verschiedener Impulse und Motive. Die Daseinsberechtigung der Wissenschaft bleibt die der Teilnahme der Wissenschaftler an der Entdeckung von "Geheimnissen der Natur", wärend die Technik weiterhin durch die konkreten Vorhaben "Naturbeherrschung" und "Veränderung der Welt" motiviert wird. Daraus ergibt sich eine Spaltung, die erheblich zur Wirksamkeit der "Forschung und Entwicklung", beiträgt; es werden deshalb solche Erfindungen gemacht, die in erster Linie einem technologischen Fortschritt dienen, der als "Herrschaft über die Natur" und als "Eroberung des Weltalls" begriffen wird und der unsere Vernichtungskapazität ständig vergrössert.

Das Funktionieren der "F&E" ist in Figur 3 schematisch dargestellt. Dieses Schema erinnert uns daran, dass diesem Prozess das folgende Zusammenspiel zugrundeliegt: auf der einen Seite wendet die Technik die neuesten wissenschaftlichen Theorien an, und auf der anderen liefert die Technik der Wissenschaft immer bessere Instrumente. Dies ist die "Wissenschaft-Technik-Spirale" (Casimir 1972).

Einerseits wird Wissenschaft an den Universitäten gelehrt. Diese sind in der Regel auch für die wissenschaftliche Forschung verantwortlich. Diese Forschung richtet ihr Augenmerk vor allem auf grundlegende Fragen, sie ist international, ihre Resultate werden normalerweise publiziert und sind leicht zugänglich. Die Motivation der Wissenschaftler ist meist die persönliche Befriedigung, die sie durch ihre Arbeit erhalten, die (relative) akademische Freiheit, die sie geniessen, und das Prestige, das ihnen ihr Wissen und ihre Entdeckungen zukommen lassen. Meist fühlen sie sich frei von aller Verantwortung für die guten oder schlechten Anwendungen dieses Wissens.

Andererseits wird die Technologie an Berufsschulen und technischen Hochschulen gelehrt. Diese beteiligen sich zwar an der Forschung (Grundlagenforschung oder angewandte), aber die angewandte Forschung wird hauptsächlich in der Industrie und den nationalen Laboratorien (zivile und militärische) durchgeführt. Da diese Forschungstätigkeiten zu Anwendungen führen, sind deren Resultate meist durch Patente geschützt oder werden geheim gehalten.

Der wichtigste Punkt in Bezug auf die Trennnung zwischen Wissenschaft und Technik ist, dass die Macht, die in den Erkenntnissen der Wissenschaft steckt, sich in der Tat in ihren technischen Anwendungen durchschlägt. Oppenheimer sagte dazu: "Der Einfluss der Wissenschaft auf die Gesellschaft kommt durch das Mittel der



Figur3: Funktionsmechanismus von F&E

Technik zustande".

Um die komplementären Rollen der Wissenschaftler und der Ingenieure in der F&E besser vergleichen zu können, ist es interessant, gewisse Statistiken über Forschungslabors zu untersuchen (siehe Tabelle 1).

So beschäftigte das amerikanische Energiedepartement 1978 18'000 Wissenschaftler und Ingenieure in 18 grossen Laboratorien, die in den Bereichen der Weiterentwicklung von Kernwaffen, der Kernphysik und der Elementarteilchenphysik arbeiteten. Diese Wissenschaftler und Ingenieure (49% Ingenieure, 51% Wissenschaftler) stellten 34% des Personals dieser Labors dar. Für das gleiche Jahr finden wir in einer Statistik über 310 amerikanische Laboratorien (70% davon in der Industrie) ein Verhältnis von 56% Ingenieuren zu 44% Wissenschaftlern. In diesen Labors sind also in der Tat mehr als die Hälfte der Forscher Ingenieure.

Die Grundlagenforschung wird vor allem von Wissenschaftlern betrieben (Physiker, Chemiker, Mathematiker, usw.); sie werden zur

Realisierung ihrer Experimente von den Ingenieuren assistiert. In der angewandten Forschung ist die Sache gerade umgekehrt; hier sind es die Ingenieure (Mechaniker, Physikingenieure, Elektroingenieure, usw.), die ihre Apparaturen mit Hilfe von Wissenschaftlern perfektionieren.

In dem Masse, wie sich die Wissenschaften entwickeln, gehen neue Erkenntnisse von der reinen Wissenschaft an die Ingenieurwissenschaft über. Dieses Moment ist entscheidend für den Einfluss, den die Wissenschaftler auf die Anwendungen ihrer Arbeit nehmen könnten. So entspricht in der klassischen Kernphysik der Beginn der fünfziger Jahre dem Ende der theoretischen Arbeiten, die für die Entwicklung der Atombombe und der Atomkraftwerke nötig waren: Dies ist der Zeitpunkt, in dem die Kenntnisse über die Kernspaltung endgültig aus der Wissenschaft in die Atomtechnik übergingen. Und seitdem haben die Wissenschaftler, seien sie auch noch so bekannt wie Einstein oder Weisskopf, keinen realen Einfluss mehr auf die zivilen oder militärischen Anwendungen der Kernenergie.

Ein ähnlicher Uebergang zeichnet sich in der Elementarteilchenphysik ab. Wir können feststellen, dass die Konstruktionstechniken von grossen Beschleunigern aus den Händen der Wissenschaftler in die der Ingenieure übergehen. Dieser Uebergang entspricht der Bildung einer neuen Technologie: Der "Beschleunigertechnologie". Deren Anwendungen werden sich auf zahlreiche Gebiete wie Medizin, Energietechnik und Militär ausdehnen.

Dieser freie Uebergang von Erkenntnissen aus der wissenschaftlichen Grundlagenforschung in die Technik ist eine grundlegende Eigenschaft des F&E-Prozesses. Einerseits befreit er die Wissenschaftler von Belastungen und Verantwortung, die an die Anwendungen ihrer Entdeckungen geknüpft sind, und erlaubt ihnen somit die Fortführung ihrer Studien unabhänig von den Konsequenzen, die diese haben können. Andererseits erlaubt er den politischen, militärischen, industriellen und anderen Kräften, Ingenieure und Techniker für die Konstruktion der Apparate einzusetzen, die sie benötigen, um ihre Absichten verwirklichen zu können.

3. Das Wettrüsten

Ungefähr 24% des Geldes, das in der Welt für die F&E ausgegeben wird, kommt direkt militärischen Programmen zugute (Norman 1979). Zählt man zu dieser Zahl noch die entsprechenden Prozentanteile an der F&E in den Bereichen Raumfahrt, Energie und Grundlagenwissenschaften dazu (besonders diese Bereiche beinhalten militärische Anwendungen), so ergibt sich, wie Tabelle 2 zeigt, dass mindestens 50% der weltweiten Ausgaben für F&E direkt oder indirekt für militärische Zwecke verwendet werden. Für gewisse Länder, besonders für die Grossmächte, sind 50% wohl zu gering geschätzt (Passadeos, 1983). In den USA ist der Prozentsatz an den staatlichen Forschungsgeldern, der direkt der militärischen F&E zufällt, 1980 bis 1982 von 44% auf 53% gestiegen (Norman 1981). 1984 wird

ERHEBUNG	N	DOE
Allgemeine Angaben		
Anzahl Wissenschaftler u. Ingenieure	84'000	18'000
Anteil der Doktoranden	18.5 %	36.5 %
mittleres Alter (in Jahren)	40	40
Anteil der über 40-jährigen	50 %	53 %
Verteilung der akademischen Ausbildungen		
Ingenieure	56.5 %	48.8 %
Chemiker	10.0 %	12.4 %
Physiker	7.9 %	22.4 %
Mathematiker	5.3 %	6.7 %
andere	20.3 %	9.7 %
Verteilung der Arbeitskräfte		
Wissenschaftler und Ingenieure		34 %
Techniker		18 %
Administration		16 %
Produktion		15 %
andere		17 %

Tab. 1: Soziologie von F&E-Labors (USA 1978)
N: Nationale Betriebe: 310 Labors, von denen 70% von Industrien betrieben werden
DOE: Laboratorien des Department of Energy, die sich mit Kernwaffen, Kernphysik und Energie befassen (18 Labors).
Aus 'Comparison of Compensations Paid Scientists and Engineers in Research and Development", US DOPE, DOE/AD-0027/1, March 1979.

er 67% betragen, was den höchsten Stand in der Geschichte darstellt (Physics Today 1983). Zum Vergleich: Die USA haben 1940 in der Landwirtschaft mehr Forschungsgelder ausgegeben als in der Rüstung. 1970 jedoch, als die militärischen Forschungsausgaben wegen der "Detente" im Sinken begriffen waren, war ihr Beitrag immer noch 25 mal höher als in der Landwirtschaft.

Wie Tabelle 3 zeigt, bewegt sich die Finanzierung von Militärforschung in den anderen Grossmächten in ähnlichen Grössenordnungen. Für die UdSSR sind quantitative Angaben schwer erhältlich. In einer eben erschienen SIPRI-Studie (die USA und UdSSR vergleicht)

PROGRAMME	
Militär	24 %
Grundlagenforschung	15 %
Raumfahrt	8 %
Energie	8 %
Gesundheit	7 %
Informatik	5 %
Transportwesen	5 %
Umweltverschmutzung	5 %
Landwirtschaft	3 %
verschiedenes	20 %

Tabelle 2:
Verteilung der Forschungsgelder (weltweit) (Norman,1979).

Land	
USA	50 %
Grossbritannien	48 %
Frankreich	30 %
BRD	11 %
Japan	2 %

Tabelle 3:
Militäranteile an den staatlichen Forschungsausgaben (Norman, 1979)

wird gezeigt, dass die UdSSR wahrscheinlich mehr Mittel (Material und Menschen) für das Militär aufwendet, dass aber die Forschung wohl weniger ergiebig ist als die der USA (Acland-Hood 1983).

Die Art der Forschung mit militärischen Zielen ist ebenfalls untersuchungswert. Tabelle 4 zeigt, wie dies 1976 für Frankreich aussah. In diesem Land wurden 1982 65% der militärischen F&E für Elektronik, Kernkraft und Luftfahrt ausgegeben (Augereau 1983): Drei Bereiche, in denen die vorhandenen Technologien bei weitem für zivile Bedürfnisse ausreichen.

Obwohl Sozialwissenschaften weit weniger Finanzen erfordern, zeigt die militärische Forschung auch auf diesem Gebiet Interesse. Vor allem auf den Gebieten, die sich mit der Verbesserung der Methoden zur Manipulation des Verhaltens befassen, hat die sozialwissenschaftliche Forschung oft eine grosse militärische Bedeutung (man vergleiche den Beitrag von M. Finger). Zudem können

Fachgebiet	
Luft- und Raumfahrt	33 %
Waffen	26 %
Elektronik	26 %
Mechanik	3.3 %
Biologie und Humanwissenschaften	3.5 %
verschiedenes	8 %

Tabelle 4:
Aufteilung der Forschungsausgaben nach Fachgebieten in Frankreich (1976)
aus: DGRST, "Le Progrès Scientifique", No 196, sépt.-oct., 1978

auf diesem Gebiet, ganz im Gegensatz zu den Naturwissenschaften, kleine Equipen mit bescheidenem finanziellem Aufwand beträchtliche Arbeit leisten.

Auf der ganzen Welt stellen etwa drei Millionen Wissenschaftler und Ingenieure ihr Talent in den Dienst von F&E. Man schätzt, dass davon mehr als eine halbe Million allein für die Entwicklung neuer Waffen arbeitet; d.h. einer von sechs (Norman 1979). Je nach Spezialgebiet ist der Anteil der Forscher, die an Projekten von militärischer Bedeutung arbeiten, mehr oder weniger gross. Von Physikern, Chemikern, Astronomen, Mathematikern etc. arbeiten letztlich mehr als die Hälfte für das Militär, ob sie es sich bewusst sind oder nicht (Woolett 1980). Der Prozentsatz von 50 ist sehr beunruhigend; denn dies bedeutet, dass die Wissenschaft und die Technologie notgedrungen von den militärischen Interessen abhängig sind, nicht von den zivilen Bedürfnissen. Was die Wissenschaftler betrifft, die nicht für militärische Zwecke arbeiten (oder die davon nichts wissen), muss bemerkt werden, dass in gewissen Entwicklungsstadien neuer Waffen, der Anteil der direkt beteiligten Wissenschaftler klein sein kann, im Hintergrund aber sehr viele Leute daran arbeiten. Im Manhattan-Projekt zum Beispiel waren über 200'000 Mitarbeiter (10% davon waren Wissenschaftler und Ingenieure) nötig, um die Produktionsanlagen zu bauen, die für die Herstellung der ersten Atombombe benötigt wurden. Die Atombombe selber wurde jedoch von weniger als 50 Wissenschaftlern konzipiert und konstruiert. Gleich steht es heute mit den Teilchenbeschleunigern. Tausende von Forschern sind daran, die Beschleuniger zu verbessern, v.a. um Elementarteilchen, Kernfusion, Plasmaphysik oder Auswirkungen von Kernwaffen zu studieren, und nur einige Dutzend Wissenschaftler sind nötig, um aus diesen Erkenntnissen Laserwaffen und Teilchenkanonen zu entwikkeln.

Das Resultat dieser riesigen Anstrengungen in der F&E ist eine

ständig wachsende Zahl und Qualität der Waffen. An diesem Punkt sind Wissenschaft und Technik, die das Wettrüsten ermöglichen, zu einer der grössten Gefahren für die Menschheit geworden. Das Wettrüsten ist jedoch technisch unmöglich, ohne die aktive Zusammenarbeit von Wissenschaftlern und Technikern. Deshalb fühlt sich eine wachsende Zahl von ihnen (besonders seit dem Abwurf der ersten Atombombe) besorgt und versucht, die Verantwortung der Wissenschaftler und Techniker für das Wettrüsten zu verstehen.

Denn die Wissenschaft ist, Kraft ihrer technologischen Auswirkungen, ohne jeden Zweifel eine der notwendigen Bedingungen für das Wettrüsten. Trotzdem gibt es noch andere ebenso notwendige Faktoren. Gewisse Bedingungen könnten dazu sogar hinreichend sein: Zum Beispiel der Wille, neue Waffen zu Angriffs- oder Verteidigungszwecken zu entwickeln.

Eine genauere Analyse des Rüstungswettlaufs zeigt aber, dass es nicht solche simple Faktoren sind, die heute die wichtigste Rolle spielen. Im Gegenteil, das Wettrüsten entsteht durch komplexe Wechselwirkungen einer Vielzahl von Faktoren. Diese sind von zahlreichen Spezialisten untersucht worden. Die im folgenden angeführten Punkte sind die wichtigsten (Panofsky 1981; Grapin 1981; Duval 1982):

a) Das Wettrüsten entsteht selten aus einer "Aktions-Reaktions"-Folge zwischen möglichen Gegnern, und zwar weder im technischen noch im strategischen Bereich.

b) Eher als mit Gegenmassnahmen (technischen oder militärischen) reagiert jeder nach dem "Spiegel"-Prinzip: Er versorgt sich einfach mit dem vom Gegner neu entwickelten Waffensystem.

c) Die Asymmetrie der "Wahrnehmungen" aufgrund der ungleichen Informationsbasis und -interpretation, die zu Verwirrung und Angst führt, spielt ebenfalls eine wichtige Rolle im Wettrüsten.

d) Die Entwicklungs- und Produktions"rückstände" neuer Waffensysteme, die auf uns zukommen, vergrössern diese Unsicherheit und damit die Schutzmassnahmen, mit denen man sich umgibt.

e) Verhandlungen über Abrüstung steigern das Wettrüsten durch ihre Praxis, Waffensysteme als "Zahlungsmittel" abzugeben und der Notwendigkeit, im Nachhinein die nationale öffentliche Meinung mit neuen Waffensystemen zu beruhigen, die nicht in den Abrüstungsverhandlungen eingeschlossen waren.

f) Der Druck auf das Wettrüsten der für die Entwicklung und Produktion der Waffen zuständigen Institutionen und auch derer, die sie schlussendlich benutzen, wird immer grösser; und zwar gleichermassen in Ost und West.

g) Aus makroökonomischer Sicht werden in vielen Ländern die Militärausgaben dazu verwendet, Arbeitslosigkeit aufzufangen, Mehreinnahmen zu verbrauchen oder andere Probleme zu verschleiern. Für andere Länder bringt Waffenexport wichtige Einkünfte für den Zahlungsbilanzausgleich.

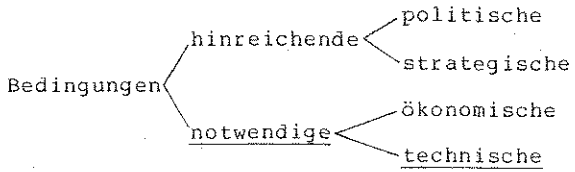
h) Mikrooekonomisch betrachtet, schätzen zahlreiche Industrien die Vorteile der Herstellung und des Vertriebes von Waffen. Die Kunden sind nicht Einzelfirmen, sondern Staaten. Zudem ist der Markt nie übersättigt, wenn die Regierungen davon überzeugt werden können, sie sollten ihre Waffenarsenale modernisieren.

i) Seit dem kalten Krieg tragen strategische Doktrinen, die sich auf Abschreckung abstützen, stark zur Beschleunigung des Wettrüstens bei. Indem sich die Grossmächte weigern, ihre Konflikte durch Verhandlungen oder Atomkriege zu lösen, schüchtern sie sich gegenseitig auf eine Weise ein, die eine ständige Verbesserung ihrer Waffensysteme erfordert. In der Tat kann die Einschüchterung des Gegners nur zeitlich begrenzt sein: Jeder qualitative "Rückstand" kann mit F&E - Anstrengungen wettgemacht werden; jeder zahlenmässige durch wirtschaftliche Opfer.

Obige Punkte zusammenfassend, kann man feststellen, dass die rein militärischen oder politischen Aspekte weniger bedeutend sind als die wirtschaftlichen und technischen. Im Speziellen wird das Wettrüsten (wie der Technologiewettlauf) direkt durch wirtschaftliche Theorien (kapitalistische wie sozialistische) ermutigt, die Produktivität und Wachstum predigen (Passadeos 1980). Aus all diesen Gründen entgleitet die Kontrolle über das Wettrüsten den politischen Kräften immer mehr, um in die Hände dessen zu fallen, was man als "militärisch-industriellen" oder auch als "wissenschaftlich-militärisch-industriellen" Komplex bezeichnet.

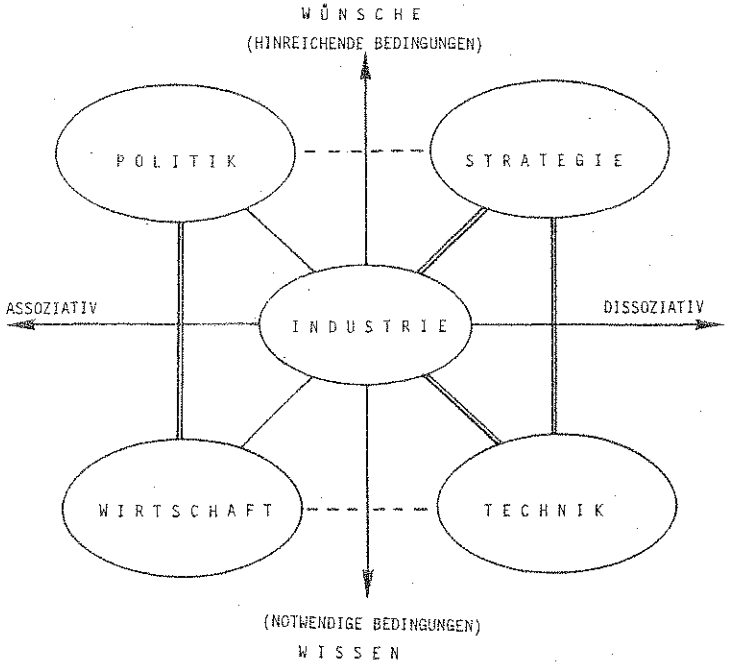
4. Der wissenschaftlich-militärisch-industrielle Komplex (WMI-Komplex)

Die Dynamik des Wettrüstens ist sehr komplex, weil eine grosse Zahl voneinander abhängiger Faktoren ins Spiel kommt. Wenn man versucht, diese Faktoren nach ihrer politischen, wirtschaftlichen, strategischen oder technischen Natur zu gruppieren, kann man sie auf folgende Art den notwendigen und hinreichenden Bedingungen für das Wettrüsten zuordnen:



Die Politiker und die Militärs, obwohl sie Entscheidungsgewalt haben, verfügen nicht über die Mittel der Produktion und der Perfektionierung von Waffen. Die politischen und strategischen Wunschvorstellungen sind also nur hinreichende Bedingungen für das Wettrüsten. Im Gegensatz dazu benötigt die Herstellung von Waffen einen Ueberfluss an Rohmaterialien, an Kapital, an Fachkräften etc., sowie ein beträchtliches Mass an "Know-how", um diese Ressourcen wirksam zu gebrauchen. Diese ökonomischen Faktoren (und besonders die Produktion und die Organisation der Produktion), sind notwendige Bedingungen. Ebenso ist die Zusammenarbeit von Wissenschaftlern und Ingenieuren unerlässlich, speziell für die Weiterentwicklung der Waffen und der Produktionsverfahren.

Die obige Aufteilung macht vier Machtformen ersichtlich: Politische und strategische "Wünsche", wirtschaftliches und technisches "Wissen". Jede dieser vier Machtformen beeinflusst auf verschiedene, aber grundlegende Art nicht nur den Ablauf des Wettrüstens, sondern auch die Entwicklung der Industriegesellschaften. Das



Figur 4: Die vier Machtformen des WMI-Komplexes

Wirken dieser vier sozialen Kräfte ist in Figur 4 dargestellt. In diesem Schema sind die Gesellschaft und die Industrie unterschiedlichen Kräften unterworfen, welche in 4 Kategorien eingeteilt sind, gemäss ihrem assoziativen, dissoziativen, notwendigen oder hinreichenden Charakter.

In Figur 4 sind unten die Kräfte, die notwendig sind (Wissen) und oben diejenigen, die hinreichend sind (Wünsche) dargestellt. Die horizontale Achse unterscheidet die Kräfte nach ihrer Handlungsweise. Es wird dafür das Konzept der Assoziation/Dissoziation verwendet. Dieses Konzept beschreibt sowohl die Art, wie die Kräfte auf die Gesellschaft wirken, als auch die Art, auf welche

die Kräfte sich entwickeln und selber organisieren. Politische Aktionen und Theorien z.B., lösen Probleme und Konflikte im allgemeinen in ihrer Gesamtheit: Sie sind assoziativ. Im Gegensatz dazu ist die rasante Entwicklung der Technik und ihr Einfluss auf die Gesellschaft das Resultat einer Problemlösungsmethode, die auf Trennung in Einzelprobleme und sukzessives Lösen der Teilaspekte aufbaut. Diese dissoziative Herangehensweise ist auch charakteristisch für die Mentalität der Naturwissenschaftler. Während die Politiker dazu neigen, alles miteinander zu vermischen, tendieren Wissenschaftler zur Aufsplitterung. Dasselbe Unterscheidungsmerkmal können wir für die ökonomischen und strategischen Kräfte anwenden.

Diese schematische Aufteilung der Kräfte auf zwei Achsen erlaubt die Aufdeckung von zwei für industrialisierte Gesellschaften typische Paradoxa. Auf der waagrechten Achse: Obwohl Strategie und Technik den politischen und ökonomischen Bedürfnissen untergeordnet sein sollten, sind es gerade strategische und technologische Interessen, die sich ihnen aufdrängen. Dieser wachsende Einfluss kommt vor allem von der Leichtigkeit her, mit der viele (Teil)-Probleme durch die dissoziative Methode gelöst werden können. Auf der senkrechten Achse: Die Entscheidungsgewalt, die an sich den Politikern und Strategen gehört, ist nur von symbolischer Art, denn schliesslich muss sie sich den wirtschaftlichen und technischen Kräften fügen.

Figur 4 illustriert noch andere Aspekte der Dynamik des Wettrüstens. Zu nennen sind:

a) Das Dreieck Politik-Oekonomie-Industrie entspricht den Hauptbeschäftigungen der traditionellen politischen Institutionen. Seit der französichen und der industriellen Revolution wurden die meisten sozialen Strukturen dazu geschaffen, um Probleme der Arbeit, der Verteilung der Reichtümer und der Industrialisierung besser lösen zu können. Dies erklärt teilweise, warum Gewerkschaften, politische Parteien, staatliche Institutionen und auch die öffentliche Meinung sich nur indirekt für militärische Belange, die Ökologie und Forschungspolitik, usw. interessieren.

b) Während idealerweise die militärische Macht der politischen untergeordnet sein sollte (siehe Clausewitz), ist dies heute in kaum einem Land der Fall. In der Tat (sogar ohne die Militärdiktaturen zu betrachten) führen die Privilegien, die das Militär geniesst, und der Vorrang, der der Armee verliehen wird, dazu, dass eine demokratische Kontrolle dieser Institution praktisch unmöglich ist. Die Privilegien und der Vorrang entspringen dem beträchtlichen Einfluss des Militarismus', der besagt, dass letztlich nur Macht und Gewalt Konflikte lösen und die "Verteidigung der Nation" sichern können.

c) Technische Entwicklungen sollten ökonomischen Bedürfnissen untergeordnet sein. Die Industriegesellschaften sind jedoch überentwickelt, und zwar sowohl technisch als auch wirtschaftlich. Die daraus entstehenden Probleme sind in den letzten zehn Jahren von zahlreichen Autoren (Grinevald 1982) und besonders von den Ökologen hervorgehoben worden. Letztere konnten gewissen Ökonomen den Mythos vom unbegrenzten Wachstum

ausreden, sie dazu zwingen, gewisse Zwänge wie die Umweltverschmutzung und die Erschöpfung der Rohstoffe zu berücksichtigen (Georgescu-Roegen 1979), und ihnen deutlich zu machen, dass die Ergiebigkeit der Technologien sinkt (Giarini 1979). Dieses Phänomen ist übrigens besonders deutlich bei den Waffen sichtbar: Jedes neue System ist komplizierter und teurer als das alte, aber die Verbesserungen gegenüber dem alten werden im Vergleich zur vorhergehenden Generation immer unbedeutender. Trotzdem schreitet die technisch-wissenschaftliche Entwicklung voran, ohne Bezug zu den ökonomischen Bedürfnissen, ohne Rücksicht auf die Umwelt und immer in Richtung grösserer technologischer Komplexität. Dazu kommt, dass der Szientizismus (d.h. der quasi universelle Glaube an die Wissenschaft und an ihre Macht, alle Probleme lösen zu können) bewirkt, dass die Entwicklung der Wissenschaften und der Technik die höchsten Prioritäten geniesst, unabhängig von wirklichen ökonomischen und politischen Bedürfnissen (Thuillier 1980).

d) Das Dreieck Technik-Strategie-Industrie ist erstaunlich unabhängig von politischen und ökonomischen Gegebenheiten. Die ständige Verstärkung der Armeen und die unbeschränkte Entwicklung der Technik sind unumstössliche Prinzipien in den Industriegesellschaften. Zudem profitieren sowohl die Militärs als auch die Wissenschaftler von zahlreichen Privilegien, wie das Expertisenmonopol, Geheimhaltung und das Fehlen demokratischer Kontrolle. Obwohl das wissenschaftliche Vorgehen nicht strikt "militärisch" ist, ist es untrennbar von einer geistigen Haltung, die besagt: "Die Welt zu kennen bedeutet, die Welt zu unterwerfen" (Blanc 1983). Auf persönlichem Niveau sind sich Wissenschaftler und Militärs ebenfalls in vielen Punkten ähnlich: Beide glauben sich mit einer Mission betraut (Verteidigung des Vaterlands oder Erkenntnisfortschritt), ihre Organisationen sind in starkem Mass hierarchisch, ihre Beförderungs- und Besoldungssysteme sind ähnlich (relativ bescheidene Löhne, dafür aber Diplome, Medaillen, Reisen, usw.). Besonders aber sind weder Militärs noch Wissenschaftler je direkt verantwortlich für die Konsequenzen ihres Tuns.

Die Produktion und der Handel mit Waffen bereiten viele wirtschaftliche Vorteile (von denen einige im vorherigen Abschnitt erwähnt sind), die dazu führen, dass ein grosser Teil der Industrie (sowohl im kapitalistischen als auch im sozialistischen System) die Herstellung von Waffen derjenigen anderer Produkte vorzieht (Grapin 1981). Für die Wissenschaftler und Ingenieure bedeutet die Weiterentwicklung von Waffen eine unerschöpfliche Quelle von neuen und besonders interessanten Problemen. Ausserdem fallen die neuen Waffen selten nach den Forderungen des Militärs aus: Sie entspringen in der Regel den Köpfen der Forscher (New Scientist 1977; Leitenberg 1971). Im Endeffekt bildet sich eine Interesseneinheit zwischen der F&E, den Militärs und der Grossindustrie. Diese nennen wir den "wissenschaftlich-militärisch-industriellen Komplex" (WMI - Komplex).

Ein WMI-Komplex existiert sowohl in den Ostblockstaaten als auch im Westen. Entgegen vielen Publikationen aus dem Osten, ist der WMI-Komplex nicht der kapitalistischen Wirtschaft eigen. Nur sehr indirekt entsteht er zum Beispiel aus dem Streben nach grösserem Profit. Tatsächlich bringen Waffenaufträge im Allgemeinen bescheidene Gewinne ein, auch wenn sie oft riesige Geldsummen

ausmachen. Militäraufträge (sowohl in der Industrie als auch in Forschungslabors) verschaffen aber Arbeit und die Möglichkeit zu Weiterentwicklungen über längere Zeiträume: Dies bedeutet eine mittelfristige Sicherheit, da ja der Staat der Kunde oder der Arbeitgeber ist.

Der WMI-Komplex, als institutionalisierter Prozess, ist auch das Resultat einer Evolution, die uns dahin geführt hat, dass die ständige Kriegsvorbereitung eine der wichtigsten Eigenschaften der industrialisierten Gesellschaften ist. Seit dem Zweiten Weltkrieg, und besonders seit dem Kalten Krieg, ist diese Kriegsvorbereitung unerlässlich für das Funktionieren der Wirtschaften, im Osten wie im Westen; dies gilt, auch wenn der Militäranteil am BSP selten 5% bis 10% übersteigt. Wenn wir den militärischen Nutzen der Rüstungsindustrie einmal beiseite lassen, so funktioniert diese auch als Konjunkturregler. Und im Vergleich zu andern Mitteln haben Militärausgaben den Vorzug, dass sie vor der öffentlichen Meinung einfacher gerechtfertigt werden können (Grapin 1981).

5. Zivile Forschung, militärische Forschung, Rüstungskonversion

Die eigentliche militärische Forschung mobilisiert mehr als 50% der finanziellen und menschlichen Ressourcen, welche der Forschung zur Verfügung stehen. Daher lässt sich nicht vermeiden, dass die sogenannt zivile Forschung in hohem Masse von der militärischen abhängt, was sich am deutlichsten in den angewandten Wissenschaften wie der Nuklearphysik, der Raumfahrt und der Elektronik zeigt. Genauso wie in den exakten Wissenschaften existiert diese Abhängigkeit jedoch ebenso in den Sozialwissenschaften (Finger 1983). Was die F&E als Ganzes charakterisiert, unabhängig davon ob sie militärisch oder zivil ist, ist die Tatsache, dass ihre Verwendungsmöglichkeiten in erster Linie zum Ziel der Beherrschung eingesetzt werden. Wie die Geschichte zeigt, hat die Entwicklung der Wissenschaften und der Technik in der industriellen Zivilisation bisher hauptsächlich darin bestanden, ein Maximum an Phänomenen zu kennen, sie zu kontrollieren und schliesslich dazu zu benutzen, andere Menschen, andere Märkte und andere Länder zu beherrschen. In diesem Sinn gibt es keinen grundlegenden Unterschied zwischen ziviler und militärischer Forschung.

Die zivile und die militärische Anwendung einer gegebenen Technik stehen in einem ähnlichen Abhängigkeitsverhältnis zueinander: Es ist unmöglich, das Eine ohne das Andere zu entwickeln. Ob man sich auf den zivilen oder den militärischen Standpunkt stellt, gewisse Erkenntnisse oder Techniken sind einfach gefährlich und müssen verboten werden, da es unmöglich ist, ihre Anwendung zu kontrollieren (Alfven, 1979).

So besitzt zum Beispiel die Nuklearphysik verschiedene, nichtmilitärische Anwendungsbereiche, aber sie tragen mit wenigen Ausnahmen auch zur Weiterverbreitung der Nuklearwaffen bei. Eine Trennung in zivile und militärische Anwendungen ist in diesem Bereich, wie bei den meisten Spitzentechnologien, unmöglich (Dabezies, 1981).

Diese Unmöglichkeit lässt sich am Beispiel Japans illustrieren. In diesem Land sind nur 2% der F&E-Ausgaben für militärische Programme bestimmt. Trotzdem besitzt Japan das ganze Arsenal der Technologien, die für die Realisierung eines kompleten, militärischen Nuklearprogramms notwendig sind: Kernreaktoren, Wiederaufbereitungsanlagen, Interkontinentalraketen, künstliche Satelliten, etc. Japan steht sogar an der Spitze aller Technologien, welche für die Herstellung der Wasserstoffbombe und deren Perfektionierung notwendig sind: Plasmaphysik, thermonukleare Fusion, Teilchenbeschleuniger, gepulste Neutronenquellen, etc. Für die Nukleartechnologien besteht die politische Rechtfertigung in ihren zivilen Anwendungen im Bereich der Energiegewinnung; für die Raumfahrt besteht sie in der Telekommunikation via Satellit, usw.

Aber nicht nur die angewandte Forschung trägt zur Perfektionierung der Rüstung bei. Die Grundlagenforschung, deren militärische Anwendung auf kurze Sicht sehr unwahrscheinlich ist, benötigt Techniken, welche voraussehbare, militärische Anwendungen haben. Dies ist insbesondere für die Elementarteilchenphysik der Fall, deren wichtigstes Forschungsinstrument der Teilchenbeschleuniger ist. Letztere wiederum stellen heute eine militärische Spitzentechnologie von grösster Wichtigkeit dar. Sie wurden im übrigen auch schon für die Weiterentwicklung der Nuklearwaffen, für die Entwicklung neuer Methoden der Plutoniumherstellung, sowie für das Studium von Strahlenwaffen verwendet (Gsponer 1981, 1982, 1983). Die Trennung einer Wissenschaft von den für sie notwendigen Technologien erlaubt somit, verschiedene militärische Technologien unter dem Deckmantel der Grundlagenforschung zu entwikkeln.

Das alles zeigt, dass die Rüstungskonversion von F&E, d.h. ein Orientierungswechsel zu zivilen und friedlichen Zielen hin, eine sehr schwierige Aufgabe ist. Wie bei der Rüstungkonversion der Waffenindustrie genügt es nicht, die Prioritäten einfach auf nichtmilitärische Objekte zu konzentrieren. Die neuen Ziele müssen auch wirklichen Bedürfnissen entsprechen und sie sollten darauf hinzielen, die bestehenden Konflikte und Probleme zu lösen. Soll nun der Industriezweig, dessen Funktion es ist, Waffensysteme dank angewandter Forschung zu verbessern, konvertiert werden, so verlangt die Reorientierung der dazugehörigen F&E noch grundlegendere Aenderungen. Nämlich:

1.) Der institutionelle Rahmen der F&E muss modifiziert werden
2.) Die Prioritäten der F&E müssen geändert werden
3.) Gewisse Bereiche der F&E müssen ausgeschlossen werden

Um diese dreifache Notwendigkeit zu erklären betrachten wir nochmals Punkt für Punkt die drei Vorschläge:

1.) Die Wichtigkeit des institutionellen Rahmens einer menschlichen, organisierten Aktivität wird meistens von der Mehrheit der betroffenen Individuen vernachlässigt, in unserem Fall von den Wissenschaftlern und Ingenieuren. Um diesen Einfluss zu unterstreichen, verweisen wir auf das Seminar des OCDE von Jouy-en-Josas über Wissenschaftspolitik (Salomon 1968):

"Was ein Forschungsprojekt prägt ist nicht, ob es angewandt ist oder nicht, sondern es ist vor allem der institutionelle Rahmen, in welchem es ausgeführt wird. Dieser institutionelle Rahmen bestimmt den Charakter der Forschungsarbeit und folglich auch die Art und Weise, wie diese abgefasst, verwaltet, gehandhabt und orientiert, also gelenkt wird."

Somit ist vom Standpunkt der Wissenschaftskontrolle der äussere Rahmen wichtiger, als das eigentliche Ziel der Forschungsarbeit.

In den Kapiteln 1 und 2 haben wir die Trennung von Wissenschaft und Technik, sowie die Abgrenzung der wissenschaftlichen Disziplinen zur Sprache gebracht. Diese vielfältigen Trennungen sind ausserordentlich wichtig für die Aufrechterhaltung militärischer Geheimhaltung. Diese begünstigen die Aufteilung der Information in kleinste Teilchen und die Verwandlung von militärischen Problemen in Probleme, welche den Anschein eines rein akademischen Interesses erwecken. Andere, grundsätzliche Aspekte des institutionellen Rahmens von F&E sind die Finanzierung (Vitale, 1983), die Auswahl der Forscher (Vitale, 1979), der entscheidende Einfluss der Projektleitung bei der Festlegung der Ziele, etc.

Damit der institutionelle Rahmen Von F&E umfunktioniert werden kann, muss die Gesamtheit der betroffenen Institutionen in Frage gestellt werden, d.h. sowohl die Organismen der Finanzierung und der Lenkung, als auch die Forschungslaboratorien, die Universitäten und die polytechnischen Hochschulen. Adäquate Mittel sollen es den Forschern und Studenten erlauben, sich über die Gesamtheit der absehbaren Konsequenzen, welche die Anwendung ihrer Kenntnisse haben kann, zu informieren. Auch die wissenschaftliche Gemeinschaft und die Öffentlichkeit müssen über die Ziele der Wissenschaftspolitik informiert sein, und sie müssen sich auch an den grundlegenden Entscheidungen beteiligen können. Der Lehrbetrieb soll reorganisiert werden, um die Trennung zwischen reiner und angewandter Forschung, zwischen Natur- und Geisteswissenschaften aufzuheben. Die Heranschulung von Spezialisten muss vermieden werden, und es ist interdisziplinäre Forschung zu bevorzugen.

2.) Um die Prioritäten von F&E zu ändern, muss man die Ziele der Forschungspolitik selbst ändern. Für die zeitgenössische Wissenschaft sind diese klar definiert, jedoch werden sie nur selten der Öffentlichkeit oder der Gesamtheit der wissenschaftlichen Gemeinschaft vorgestellt. Wiederum genügt es, auf den Rechenschaftsbericht des OCDE-Seminars zurückzugreifen (Salomon, 1968).

"Demgegenüber besitzt man seit 1967 ein feineres Mass für die Wichtigkeit der Anstrengungen von wissenschaftlicher und technischer Forschung verschiedener Länder, und folglich einen genauen Begriff der grossen Optionen, von welchen diese Anstrengungen zeugen. Man kann diese Ziele auflisten und hierarchisch ordnen, was zumindest die Realität widerspiegelt. Man kann sagen, wie das z.B. Christopher Freeman getan hat, dass diese Optionen, welchen

die Wissenschaftspolitik gehorcht, vorab militärischer Art sind; darauf folgen das Prestige, die Wirtschaft, das soziale Wohlergehen und die Wissenschaft als solche. Andererseits kann man die Wahl auf drei Ziele reduzieren, wie das Dr.Spraey getan hat: Militärische (inbegriffen das Prestige), wirtschaftliche und soziale Ziele."

Was die Ziele der Wissenschaftspolitik betrifft, hat das militärische Ziel also klar den Vorrang, obwohl in den offiziellen Reden Ideale, wie "die Suche nach der Wahrheit", "der Fortschritt der Menschheit", usw. beschworen werden. Diese zweideutige Haltung ist übrigens nicht nur für die Verantwortlichen der Wissenschaftspolitik charakteristisch, sondern auch für diejenige Elite, welche die wissenschaftliche Gemeinschaft in den Verhandlungen mit den Politikern vertritt.

Auf die Grundlagenforschung bezogen, meinte dazu Casimir im Falle der Elementarteilchenphysik (Casimir, 1972):

"Die Förderung der Elementarteilchenphysik ist eine 'niedliche Farce'. Die Gesellschaft gibt vor, die Teilchenphysik zu unterstützen, weil sie an deren Erkenntnissen interessiert ist, obwohl sie jedoch in Wirklichkeit nur die praktischen Resultate will. Und die Teilchenphysiker halten diese Hoffnung auf praktische Anwendungen aufrecht, obwohl sie eigentlich nur an den fundamentalen Zusammenhängen interessiert sind."

In diesem Zusammenhang gab Casimir schon 1972 der Befürchtung Ausdruck, dass, falls Erkenntnisse der Teilchenphysik praktisch angewendet werden sollten, die wissenschaftlich-technische Spirale neue, schwerwiegende Gefahren für die Menschheit mit sich bringen würde. Heute, und ganz besonders seit der Rede von Präsident Reagan am 23. März 1983, wird diese Befürchtung zur Realität. Den Empfehlungen Edward Tellers folgend, dem amerikanischen Physiker, welcher für die Entwicklung der Wasserstoffbombe verantwortlich war (Teller, 1981), lancierte der amerikanische Präsident an jenem Tag einen Appell an die Wissenschaftler seines Landes, ihre Kräfte zu vereinen, um eine ganz neue Waffengeneration zu entwickeln: die Strahlenwaffen. Diese Waffen werden mit Teilchen- oder Laserstrahlen arbeiten! Diese zwei Technologien stammen direkt von den Teilchenbeschleunigern ab, welche häufig in der Elementarteilchenphysik benützt werden.

Damit die F&E nicht mehr weiterhin zum Rüstungswettlauf beiträgt, müssen die Prioritäten der Wissenschaftspolitik neu definiert werden. Dazu ist grundsätzlich zu bemerken, dass F&E in ihrer jetzigen Form in erster Linie zur Vergrösserung des Wissens beiträgt, d.h. zur Beherrschung der Natur durch den Menschen. Hingegen trägt F&E nur sehr wenig zu dem bei, was man Weisheit nennen kann, d.h. zur Beherrschung des Gebrauchs des Wissens. "Es ist an der Zeit, die Herrschaft zu beherrschen und nicht mehr die Natur" (Serres 1972). Aus dieser Erkenntnis, und aus der Absicht heraus, F&E auf friedliche Ziele umzustellen, ergeben sich für die Wissenschaftspolitik die folgenden Leitprinzipien:

a.) Die erste Priorität der Weiterentwicklung von F&E muss die Beherrschung des Wissens sein, welche insbesondere dadurch erreicht werden soll, dass die Auswirkungen der praktischen Anwendungen der Technik systematisch studiert werden und dass die vorhersehbaren Anwendungsbereiche der neuen Forschungsrichtungen, reiner oder angewandter Art, kritisch analysiert werden.

b.) Die zweite Priorität der Weiterentwicklung von F&E muss die Lösung der gegenwärtigen Probleme beinhalten, und zwar auf eine Art und Weise, dass die Lösungen nicht neue Probleme und Konflikte schaffen können.

Forschungsbereich	Priorität	keine Priorität
Grundlagenforschung	Makrokosmos	unendlich Kleines, unendlich Grosses,...
Naturwissenschaften	normale Zustände	hohe Energien, hohe Drücke, tiefe Temperaturen,...
Medizin	Vorbeugung	Heilung
Energie	Einsparung	Produktion
Landwirtschaft	biologische L.	chemische L.
Städtebau	Gemeinden	Grossstädte
Umwelt	Oekologie	Technologie
Verteidigung	zivile Verteidigung	militärische Verteidigung

Tabelle 5: Leitprinzipien der Rüstungskonversion

Wendet man diese Leitprinzipien auf einige wichtige Gebiete an, so ergibt sich die in Tabelle 5 dargestellte Liste. Die Ausdehnung dieser Entwicklungsprinzipien auf andere Gebiete setzt das Studium der Charakteristiken verschiedener Spitzentechnologien voraus, insbesondere der sogenannten "dualen Technologien", welche militärische und zivile Anwendungsbereiche haben (Krieger, 1981).

3.) Um die Rüstungskonversion zu vervollständigen, muss man schlussendlich auf bestimmte Forschungsgebiete verzichten oder sie zumindest stark einschränken und streng kontrollieren.

Drei Beispiele von solchen extrem fortgeschrittenen Gebieten, die alle grosse, militärische Relevanz haben sind: Die Elektronik, die Kernforschung und die Raumfahrt. Diese Art angewandter Forschung könnte unterlassen werden.

Auch in der Grundlagenforschung gibt es Bereiche, deren voraussehbare Anwendungen hauptsächlich militärischer Art sind und welche deshalb aufgegeben werden müssten, so z.B. die

Elementarteilchenphysik und die Plasmaphysik. In diesen zwei Fällen, wie in den meisten fortgeschrittenen Zweigen der Naturwissenschaften, sind die unentbehrlichen Forschungsinstrumente im allgemeinen gross und komplex und die notwendigen Investitionen beträchtlich. Im Falle eines kontrollierten Verbotes solcher Forschung, dürfte die Überwachung demnach kein grosses Problem darstellen.

6. Abrüstung, Rüstungskontrolle und Rüstungskonversion

Ganz wie die Mehrheit der Leute, stehen auch die Wissenschaftler und Ingenieure dem Rüstungswettlauf grösstenteils relativ gleichgültig gegenüber. Es scheint sogar, dass sie sich im allgemeinen dafür sehr wenig verantwortlich fühlen. Immerhin stellen sich einige unter ihnen Fragen, unabhängig davon, ob sie nun in militärischen oder zivilen Industriezweigen oder Laboratorien arbeiten.

Wenn man versucht, die allgemeine Haltung der wissenschaftlichen Forscher und Angestellten diesem Problem gegenüber zu untersuchen und das daraus resultierende Verhalten zu verstehen, so stellt man fest, dass trotz einer grossen Vielfalt gewisse, relativ klar definierte Haltungen überwiegen. Wenn man diese Haltungen analysiert, sieht man, dass sie an die Berufsethik der Betroffenen gebunden sind (Leitenberg, 1971).

Im allgemeinen unterscheidet man zwei traditionelle Formen der wissenschaftlichen Ethik (Fivaz, 1979): Die humanistische Haltung (oder auch spiritualistische genannt) und die wissenschaftsgläubige (oder materialistische) Haltung. Diese klassischen Haltungen sind nicht widerspruchsfrei. Insbesondere die humanistische Haltung versucht, die Verantwortlichkeit des Forschers auf eine persönliche Wahl zurückzuführen, obgleich auch die Forscher auf die Gesellschaft angewiesen sind, insbesondere was die Finanzierung der Forschung anbelangt. Gleichermassen propagieren die Wissenschaftsgläubigen einerseits die persönliche Nicht-Verantwortlichkeit der Forscher, akzeptieren aber andererseits die Rolle des Experten, die ihnen oft anvertraut wird.

Aus diesen verschiedenen Gründen ist eine neue Haltung am Entstehen: Die kritische Haltung, welche auch als realistische oder sozio-politische Haltung bezeichnet wird (Commoner, 1966; Ravetz, 1971; Fivaz, 1979). Zusammengefasst lassen sich diese drei Haltungen folgendermassen charakterisieren:

1. Humanistische Haltung: Die wissenschaftliche Aktivität wird als Suchen nach Erkenntnis definiert, um damit zur Weisheit zu gelangen. Die Wissenschaft ist dabei nur ein Mittel, amoralisch in sich selbst; aber, wer auch immer eine wissenschaftliche Erkenntnis erwirbt, verändert unsere Weltvorstellung und unsere Möglichkeiten, auf die Welt einzuwirken. Folglich erwirbt er auch eine Macht, auf welche er nur kausal reagieren kann. Daraus ergibt sich eine vollumfassende Verantwortlichkeit, die den Wissenschaftler dazu bringt, sich in eine abwartende Haltung zu flüchten ("attentisme"), ja sogar in die Enthaltung ("abstentionnisme", Moratorium).

2. Wissenschaftsgläubige Haltung (Szientizismus): Die wissenschaftliche Aktivität ist definiert, als das Suchen der Erkenntnis als Selbstzweck, um damit unser wissenschaftliches Weltbild zu verfeinern. Diese Haltung, die momentan dominiert (und welche in den Ländern mit kommunistischer Ideologie die einzig offiziell anerkannte ist) basiert auf einem komplexen Wertsystem: "Die Wissenschaft ist rein, objektiv, neutral,...". Diese Postulate garantieren die individuelle Nicht-Verantwortlichkeit der Wissenschaftler und eine vollständige Trennung des Bereiches der Wissenschaft von denen der Kultur und der Moral: die Wissenschaftler sind nur für die Wissenschaft selbst verantwortlich und die Politiker nur für deren Anwendung. Schliesslich führt der Szientizismus zur Trennung von Aneignung und Anwendung des Wissens.

3. Kritische Haltung: Die wissenschaftliche Aktivität wird als eine menschliche Aktivität unter anderen betrachtet. Die Wissenschaft selbst kann weder von der Kultur noch von der Gesellschaft, in welcher sie sich entwickelt, losgelöst werden. Sie ist weder heilig noch neutral. Die Wissenschaft ist eine Quelle der Macht, und die Verantwortlichkeit für ihre Anwendung obliegt sowohl den Wissenschaften als auch der Gesellschaft. Ebensowenig wie andere Aktivitäten kann die Entwicklung der Wissenschaft sich selbst überlassen bleiben: Es müssen ihr Grenzen auferlegt werden. Diese, wie auch die Verantwortlichkeit müssen kollektiv definiert werden, und zwar durch die Wissenschaftler und die Gesellschaft.

In diesen drei Haltungen ist das wesentliche "Gut" verschieden: Für den "Humanisten" ist es die Person, für den "Wissenschaftsgläubigen" die Erkenntnis als Selbstzweck und für den "Kritiker" die Symbiose zwischen den Personen, den Erkenntnissen und der Gesellschaft. Auch das Konzept der Verantwortlichkeit ist also in diesen drei Fällen verschieden: total, null oder kollektiv.

Angesichts des Rüstungswettlaufes führt also die humanistische Haltung dazu, die totale Abrüstung zu befürworten, in Forschung und Lehre die Prioritäten zu ändern und grundlegende Reformen durchzusetzen. Demgegenüber bewahren die "Wissenschaftsgläubigen" ihr absolutes Vertrauen in die Wissenschaft und in ihre gegenwärtigen Institutionen. Ihre Hoffnung besteht darin, dass der Rüstungswettlauf ein Problem wie jedes andere sei und dass die Wissenschaft es lösen könne. Ihr Vorgehen entspricht der Rüstungskontrolle, welche heute die vorherrschende Tendenz ist, sowohl bei den Wissenschaftlern, die sich durch den Rüstungswettlauf betroffen fühlen, als auch in der amerikanischen (Panofsky, 1981), sowjetischen (Kulisk, 1981) oder französischen (Duval, 1982) Fachliteratur.

Die kritische Haltung führt ebenfalls zur Abrüstung, jedoch auf einem evolutionären Weg, der sowohl der eigentlichen Entwicklung von Waffen als auch der wissenschaftlichen Weiterentwicklung Grenzen aufzwingt. Dieser Prozess der Reorientierung der von militärischen Interessen beherrschten F&E zu einer F&E mit zivilen Zielen hin, ist vergleichbar mit dem der Umrüstung, d.h. des Übergangs der militärischen Verteidigung zu einer zivilen, gewaltlosen Verteidigung (Sharp, 1970). In beiden Fällen wird die Existenz von Konflikten und Bedürfnissen aufgrund ihrer schöpferischen Funktion als wesentliche soziale Tatsache vorausgesetzt.

Gleichermassen resultiert die Notwendigkeit einer Verteidigung aus der Tatsache, dass das Leben (sei es das eines Individuums oder einer Gesellschaft) sich schützen muss, um sich entwickeln zu können. In beiden Fällen führt eine kritische Analyse dazu, dass die dissoziativen und gewalttätigen Methoden, welche gegenwärtig die Verteidigung und die Technik der industriellen Gesellschaften kennzeichnen, grundlegend in Frage gestellt werden.

Diese drei Haltungen der Rüstungskontrolle, der Abrüstung und der Umrüstung entsprechen drei verschiedenen Ansätzen der Konfliktbewältigung: Der Friedensbewahrung (peace keeping), der Friedenserrichtung (peace making) und der Friedensförderung (peace building) (Galtung, 1976).

Es ist offensichtlich, dass die Möglichkeiten der Abrüstung und der Umrüstung in den gegenwärtigen Verhandlungen bei weitem noch nicht ernsthaft in Betracht gezogen werden. Im übrigen haben diese Verhandlungen zwischen den Regierungen überhaupt nicht die grundlegenden Fragen des Wettrüstens zum Inhalt. Die einzigen Verträge, die schon in Kraft sind oder über welche verhandelt wird, betreffen nicht die Beseitigung von Waffen, sondern lediglich deren Beschränkung in der Zahl, der Qualität oder der Anzahl Besitzer, um die Dialektik der Abschreckung zu stabilisieren (Duval, 1982). Der Versuch der Rüstungskontrolle (welche nur die Waffen selbst, nicht aber die Wissenschaft in Frage stellt) unterstützt diese Art von Politik. Demnach hängt die Wirksamkeit einer eventuellen Kontrolle stark von der Entwicklungsphase ab, in deren Verlauf sie zur Anwendung kommt.

In der Entwicklungskette einer Waffe, die von ihrer wissenschaftlichen Entdeckung bis zu ihrem Einsatz auf dem Schlachtfeld reicht, unterscheidet man gewöhnlich fünf Hauptphasen:

- Grundlagenforschung
- angewandte Forschung
- technische Entwicklung
- Versuche
- Einsatz

Die Verfechter der Rüstungskontrolle befürworten eine Intervention nur auf der Ebene der Versuchsphase oder der Einsatzphase einer neuen Waffe (Panofsky, 1981, p.33). Dieses Vorgehen entspricht gänzlich der beständigen Weigerung, auf die Forschung Einfluss zu nehmen, sei es auf die Grundlagen- oder angewandte Forschung; und dies obwohl der Rüstungs- und Technologiewettlauf offensichtlich direkt mit dem Fortschritt der wissenschaftlichen Forschung zusammenhängt.

Die Ansätze der Abrüstung und der Umrüstung schlagen hingegen vor, auf die ganze Kette Einfluss zu nehmen, d.h. auch auf der Ebene der Grundlagenforschung, die im übrigen leichter zu kontrollieren ist als die spezifischen Entwicklungen der angewandten Forschung. Indem man auf die Grundlagenforschung einwirkt, wird es möglich zu verhindern, dass radikal neue Entwicklungen den Rüstungswettlauf ständig beschleunigen. Im übrigen ist es auch einfacher, gegen die Entstehung neuer Waffen einzuschreiten und über deren Nicht-Produktion zu verhandeln, als zu versuchen, die Zahl der bestehenden Waffen zu kontrollieren.

Bibliographie

Acland-Hood M., "Military research and development: some aspects or its resource use in the USA and the USSR", in SIPRI Yearbook 1983, pp. 213-243, Taylor and Francis, 1983.

Augerau J.F., et Isnard J., "Défense nationale et recherche", Le Monde, pp. 13-14, 27 avril 1983.

Alfven H., "Science, Progress and Destruction", in Ethics for Science Policy, T. Segerstedt Editor, Pergamon Press, 1979.

Blanc M., "La science, ni bonne, ni mauvaise?", in L'état des sciences et des techniques, édition 1983-1984, pp. 134-136, Maspéro, Paris,1983.

Bohme G. et.al., "The 'scientification' of technology", in The dynamics of science and technology, Krohn W. Editor, D. Reidel Publishing Co., Boston, 1978.

Casimir H.G.B., "Avoid military research, Casimir tells physicists", Physics Today, p. 75, December 1975.

Commoner B., Science and Survival, Viking Press, 1966.

Dabezies P. et Bureau J.-F., "Science et armements: rétablir le primat du politique", Impact, 31, p. 127, jan-mars 1981.

Duval M., "La science et le désarmement", Défense Nationale, 38, pp. 129-134, fevrier 1982.

Fivaz R., Problèmes Ethiques en Sciences Fondamentales, Troisième cycle de la physique en Suisse romande, Université de Genève, avril 1979.

Galtung J., "Three Approaches to Peace: Peacekeeping, Peacemaking and Peacebuilding", Impact, 1/2, 1976.

Georgescu-Roegen N., Demain la décroissance, P.-M. Favre, Lausanne, Paris, 1979.

Giarini O., et Louberge H., La civilisation technicienne à la dérive: Les rendements décroissant de la technologie, Dunod, Paris, 1979.

Grapin J., "Les aspects économiques de la politique d'armement et de désarmement", conférence prononcée au colloque 'Divergences et convergences entre l'Europe et les Etats-Unis', le 20 octobre 1981.

Grinevald J., "Mars et le génie de l'Occident", CoEvolution, 3, pp. 65-68, 1981.

Grinevald J., "Le développement de la crise planétaire et le catastrophisme de l'âge nucléaire - Repérages bibliographiques", Itinéraires, No. 26, Institut Universitaire d'Etudes du Développement, Université de Genève, novembre 1982.

Gsponer A., "Teilchenbeschleuniger und Fusionstechnologien: Schleichwege zur atomaren Rüstung", Scheidewege, 11, pp. 552-566, 1982.

Gsponer A., "The neutron bomb and other new limited nuclear war weapons", Bulletin of Peace Proposals, 13, pp. 221-225, 1982.

Gsponer A. et.al., "Emerging nuclear energy systems and nuclear weapons proliferation", Atomkernenergie/Kerntechnik, 43, pp. 169-174, 1983.

Janich P., "Physics - Natural Science or Technology", in The dynamics of science and technology, op. cit., 1978.

Krieger D., "Disarmament and Development - The challenge of the international control and managment of dual-purpose technologies", RIO Foundation, P.O. Box 299, Rotterdam, Netherland, 1981.

Kulish V.M., "Progrès scientifique et technique et désarmement", Impact, 31, p. 59, jan-mars 1981.

Leitenberg M., "L'éthique scientifique classique et le développement des armes stratégiques", Impact, XXI, pp. 143-158, 1971.

Meyer F. and Vallée J., "The dynamics of long-term growth", Technological Forcasting and Social Change, 7, pp. 285-300, 1975.

New Scientist, "Physicists try to forget Vietnam... while promoting the neutron bomb", New Scientist, p. 738, 22 September 1977.

Norman C., "Knowledge and Power: The Global Research and Development Budget", Worldwatch Paper 31, July 1979. (Available in Switzerland from WWF.) "Global Research: who spends what", New Scientist, p. 279, 26 July 1979.

Norman C., "R&D Spending: The Military's Growing Bite", Science, 8 May 1981.

Panofsky W., "Science, technology and the arms race", Physics Today, p. 32-41, June 1981.

Passadeos C., "Science, armements, industrie: pour une approche systématique", in Le point critique, Ch. Mozaré Editeur, P.U.F., Paris, 1980.

Passadeos C., "L'effort de recherche par pays", in L'état des sciences et des techniques, édition 1983-1984, op cit., pp. 434-438, 1983

Physics Today, "Defense R&D grows to become 67% of all federal R&D", Physics Today, pp. 65-66, May 1983.

Ravetz J.R., Scientific Knowledge and its Social Problems, Oxford University Press, London, 1971.

Ravetz J.R., "A critical awareness of science", in Etics for science policy, op. cit., 1979.

Ruffié J., De la biologie à la culture, Flammarion, 1977.

Salomon J.-J., Compte rendu du Séminaire de l'OCDE de Jouy-en-Josas, 19-25 février 1967, in Problèmes de politique scientifique, OCDE, Paris, 1968.

Serres M., "La thanatocratie", Critique, 298, pp. 199-227, 1972.

Sharp G., Exploring Nonviolent Alternatives, Porter, Sargent Publisher, Boston, 1970, 1971.

Teller E., "Role of physicists in the 1980's", Physics Today, p. 136, February 1981.

Thuillier P., "Contre le scientisme", in Le petit savant illustré, Seuil, 1980.

Vitale B., "Scientists as a social group: recruitment and solidarities; What becomes of a scientist" in Ethics for Science policy, op. cit., 1979.

Woolett E.L., "Physics and modern warfare: The awkward silence", Am. J. Phys., 48, pp. 104-111, February 1980.

Zusätzliche Literatur

Clarke R., The science of War and Peace, London, Jonathan Cape, 1971. (La course à la mort ou la technocratie de la guerre, Paris, Seuil, 1972.

Drago A., Salio G., Scienza e guerra: I fisici contro la guerra nucleare, 188 pp., Edizioni Gruppo Abele, Torino, 1983

Godement R., Aux sources du modèle scientifique américain, La pensée, 201, pp. 33-69, 1978; 203, pp. 95-122, 1979; 204, pp. 86-110, 1979.

Nef J., War and Human Progress: an Essay on the rise of industrial civilisation, new edition, The Norton Library, New York, 1978. (La route de la guerre totale, Paris, Alsatia, 1954.)

Lapp R., The Weapons Culture, Norton, 1978.

Brodie B. and F., From Crossbow to H-Bomb, Indiana University Press, 1973.

Yarmolinski A., The military establishment, Harper and Row, New York, 1971.

-----, La science pouvoyeuse d'armes: la civilisation piégée, Impact, 31, jan-mars 1981.

-----, Scientists, the Arms Race and Disarmament, J. Rotblatt Editor, Taylor and Francis, 1982.

-----, Nuclear arms education, Special issue, Physics Today, March 1983.

-----, SIPRI Yearbooks 1968, 1969, ... 1983, Taylor and Francis, London.

-----, The bulletin of the atomic scientists, 1947, ... 1983.

-----, L'état des sciences et des techniques, édition 1983-1984, 540 pp., Maspéro-La Découverte, Paris, 1983

Wissenschaft und Krieg

A. Gsponer J. Grinevald B. Vitale M. Finger

1983

1. Auflage

Redaktion, Uebersetzung und Gestaltug:
Verein der Mathematiker und Physiker an der ETH Zürich (VMP)
Abteilungsseminarkommission
Universitätsstr. 19, CH-8006 Zürich
und
Verein der Studierenden an der ETH Zürich (VSETH)

Kontaktadresse der Autoren:
Independent Scientific Research Institute (ISRI)
9, rue Amat, CH-1202 Genève

Inhalt

Vorwort 5

André Gsponer:
Wissenschaft, Technologie und Wettrüsten 7

Jacques Grinevald:
Wissenschaftsgeschichte und Staatsraison 33

Bruno Vitale:
Die Rolle der Wissenschaftler im modernen Krieg
Wie man ein Netzwerk von Freunden bildet:
Militärs, Wissenschaftler und vom Militär bezahlte
Forschung 53

Matthias Finger:
Sozialwissenschaften und Militär 71

Ueber die Autoren 93