

## **Elektromagnetische Waffen und irreguläre Kriegführung von Michael Liebig**

*Bei aller absurden Euphorie über den INF-Vertrag und das geplante START-Abkommen wird vergessen, daß die sowjetischen Militärstrategen längst konkrete Pläne für den Krieg jenseits der Atomwaffen bzw. unterhalb der Nuklearschwelle haben. Die berüchtigten Speznas fungieren dabei als "HighTech-Terroristen"*

Vordergründig wird die strategische Weltlage gegenwärtig fast vollständig durch eine hektische und euphorische Supermächte-Diplomatie der "Rüstungskontrolle" und des "Krisenmanagements" beherrscht. Die westlichen Mittelmächte, gerade auch die Bundesrepublik Deutschland, scheinen an nichts mehr interessiert zu sein, als an dieser Supermächte-Diplomatie teilhaben zu dürfen.

Das Leitmotiv dieses diplomatischen Konzerts ist "Denuklearisierung", das heißt der Abbau nuklearer Mittelstreckenwaffen (MF-Abkommen), nuklearer Langstreckenwaffen (START) und schließlich taktischer Nuklearwaffen (die sog. Dritte und Vierte Nulllösung). Darüberhinaus hat die gegenwärtige Gipfeldiplomatie den fortschreitenden militärischen Rückzug der Vereinigten Staaten aus Westeuropa zum Ziel, was als Ergebnis von Verhandlungen zum Abbau konventioneller Rüstungen in Europa dargestellt werden soll.

Ob diese nachdrücklich verfolgten Absichten auch so in die Realität umgesetzt werden, ist allerdings mehr als fraglich. Die inneren Spannungen bei den Supermächten und die Probleme bei ihren Alliierten bzw. Satelliten sind so groß, daß jederzeit mit "Jähren Wendungen" in der Weltpolitik gerechnet werden muß.

Bereits jetzt betreibt die sowjetrussische Führung hinter der Potemkinschen Fassade der Friedens- und Abrüstungspolitik Gorbatschows konsequent die Entwicklung qualitativ neuer, "postnuklearer" Waffensysteme, die auf "neuen physikalischen Prinzipien" basieren. Dies gilt für die jussische SDI", genannt KSO, und für elektromagnetische Waffensysteme wie Radiofrequenzwaffen, die sich gegen "weiche" Ziele richten. Damit einhergehend vollzieht sich eine tiefgreifende Veränderung der strategischen und operativen Kriegsplanung der sowjetischen Streitkräfte. Herausragende Charakteristika

dieser "postnuklearen" operativen Planung der sowjetischen Streitkräfte sind der Übergang zu relativ kleinen, flexibleren und zunehmend luftbeweglichen Einheiten sowie Sondereinsatzverbände (Speznas) zur breitgefächerten irregulären Kampfführung.

Es soll hier versucht werden, eine paradoxe, vielleicht verwirrende strategische Entwicklung zu skizzieren, bei sich "exotische" militärische Spitzentechnik mit moderner irregulärer Kampfführung verbindet, die jedoch zugleich primitive Kampfformen und Kampfmittel des Kleinkriegs umfaßt.

## Elektromagnetische Waffen

Elektromagnetische Waffensysteme werden noch nicht auf dem Roten Platz vorgeführt, aber wir verfügen über gesicherte Erkenntnisse, daß die Sowjets solche Systeme mit Nachdruck entwickeln. Auch im Westen unterliegen elektromagnetische Technologien eben wegen ihrer militärischen Anwendungsmöglichkeiten strenger Geheimhaltung. Im Rahmen der amerikanischen SDI sind relativ viele grundlegende Informationen bezüglich der Lasertechnologie an die Öffentlichkeit gedrungen. Dies gilt - noch - nicht für elektromagnetische Systeme, sogenannte Radiofrequenzwaffen (RF-Waffen), deren kontrollierte, gerichtete elektromagnetische Strahlung sich gegen biologische und andere "weiche" Ziele richtet.

Wir können im folgenden nicht auf die physikalisch-technischen Grundlagen, geschweige denn Einzelheiten von Radiofrequenzwaffen eingehen. Es geht uns nur darum, die strategischen und operativen Entwicklungen anzudeuten, die im Zusammenhang mit elektromagnetischen Waffensystemen gegenwärtig erkennbar sind und sich in absehbarer Zukunft herausbilden werden.

Daß es sich bei Radiofrequenzwaffen keineswegs um "exotische Zukunftsmusik" handelt, mögen die folgenden drei Äußerungen aus den USA, der Sowjetunion und der Bundesrepublik unterstreichen.

Im März 1987 veröffentlichte das Pentagon folgende Einschätzung über die sowjetische Arbeit an RF-Systemen ("Sowjetische Militärmacht 1987"):

Jüngste sowjetische Entwicklungen im Bereich der Radiofrequenzenergie lassen sich potentiell für völlig neue Arten von Waffensystemen anwenden, die die Elektronik beschädigen bzw. sich gegen Personen anwenden ließen. Die Sowjets verfügen bereits über einen Großteil der notwendigen Technologie für diese Systeme oder arbeiten daran. ... Es gibt keine wesentlichen technologischen Hindernisse, die einem Prototyp taktischer Radiofrequenzwaffen kurzer Reichweite entgegenstünden' "

Am 27. April 1987 veröffentlichte Krasnaja Swjesda, das Organ des sowjetischen Verteidigungsministeriums, einen Artikel von Generalmajor Gontar; in dem er schreibt:

Die USA und andere NATO-Staaten beginnen ein Wettrüsten mit "konventionellen" Waffen, die auf neuen physikalischen Prinzipien beruhen, vor allem boden- und luftgestützte Laserwaffen kurzer Reichweite, Waffen mit erhöhter Feuerkraft (elektromagnetische Kanonen) zur Luftverteidigung zu Land und auf See und elektromagnetische Waffen, die mit Mikrowellen-UHF Strahlung arbeiten' "

Die Pressemitteilung des Bonner Verteidigungsministeriums vom 24. Februar 1988 über die "Heeresstruktur 2000" enthält den Hinweis:

"Die breite Nutzung des elektromagnetischen Spektrums wird dem Gefecht neue Dimensionen geben!"

## Militärstrategische Auswirkungen

Die taktischen Wirkungsmöglichkeiten von elektromagnetischen Waffen mit RF/Mikrowellenstrahlung auf dem Gefechtsfeld sind offensichtlich bedeutend. Ausgehend vom heutigen Einsatz von schwachen Lasern zur Zielausleuchtung und Entfernungsmessung läßt sich voraussehen, daß mobile bodengestützte und luftgestützte elektromagnetische Waffen in Zukunft tatsächlich effektiv gegen die Elektronik ungepanzelter und gepanzerter Fahrzeuge, Flugzeuge und Hubschrauber eingesetzt werden können. Dies gilt meiner Meinung nach um so mehr für den Einsatz von RF-Waffen gegen feindliches Personal, das durch die Wirkung von RF-Strahlung auf Hirn- und Nervenfunktionen getötet oder kampfunfähig gemacht werden kann. In absehbarer Zukunft werden RF-Waffen auf dem Gefechtsfeld neben "traditionellen" Waffen mit kinetischer Wirkung eine beträchtliche Rolle spielen.

Neben den taktischen Wirkungsmöglichkeiten läßt sich auch die offensiv-strategische Dimension elektromagnetischer Waffen mit RF/Mikrowellenpulsen absehen. Raumgestützt oder mittels bodengestützter phasengesteuerter Überhorizont-Antennen könnten solche elektromagnetischen Systeme in dichtbesiedelten Gebieten Massenvernichtungswirkung erzielen. Die Bevölkerung von Städten oder Stadtteilen oder das Personal großer Militäreinrichtungen könnte so in kürzester Frist getötet oder von einem Moment auf den anderen kampfund handlungsunfähig gemacht werden. Die Vernichtungskraft gegen Menschen würde an die von nuklearen, chemischen oder biologischen Waffen heranreichen, nicht jedoch deren massive und unberechenbare Kollateralschäden anrichten und deren Folgewirkungen haben. Ein qualitativ neues, fast "chirurgisch" wirkendes strategisches Angriffssystem gegen große Zielgebiete für eine "saubere" Massenvernichtung könnte die traditionellen "schmutzigen" ABC-Waffen ersetzen.

Weiß man das, wird die zumindest rhetorisch vorgetragene Politik der sowjetrussischen Militärführung, "die Erde bis zum Jahr 2000 von allen Atomwaffen zu befreien", strategisch konsistent und logisch. Marschall Ogarkow hatte in einem Artikel in Krasnaja Swjesda am 9. Mai 1984 hervorgehoben, daß militärtechnologischer Fortschritt es möglich machen werde, "das Angriffspotential konventioneller Waffen (mindestens um das Zehnfache) zu steigern, wobei sie von der Effektivität her an Massenvernichtungswaffen heranreichen\_"

Die bisher umrissenen Auswirkungen von elektromagnetischen Waffensystemen auf die strategische und operativ-taktische Dimension des sich entfaltenden "postnuklearen" Gesamtkriegsbildes beziehen sich nur auf die regulären Streitkräfte.

## Die Killerstrahlen

### Die neuen Waffensysteme der Roten Armee

von Heinz Horeis

*Seit mindestens einem Jahrzehnt betätigen sich die Sowjets auf dem Gebiet von Waffensystemen auf der Grundlage "neuer physikalischer Prinzipien" Eine folgenreiche militärtechnologische Revolution ist im Gange. Der Autor umreißt hier die wissenschaftlich-technischen Grundlagen von Radiofrequenzwaffen.*

In den siebziger Jahren war die amerikanische Botschaft in Moskau ein ungesunder Ort: Krebserkrankungen häuften sich, Angehörige der Botschaft litten unter Hautrötungen und Schstörungen, Veränderungen im Blutbild wurden festgestellt. In westlichen Zeitungen häuften sich die Gerüchte, daß die amerikanische Botschaft seit Jahren mit Mikrowellen bestrahlt würde. Die offiziellen Stellen in Washington dementierten derartige Meldungen; allerdings wurde einigen Botschaftsangestellten mitgeteilt, daß die Sowjets das Gebäude mit Mikrowellen bestrahlten, um Gespräche abhören zu können. Die Bestrahlungsintensität sei jedoch unschädlich.

Was nun im einzelnen an der amerikanischen Botschaft vorgefallen ist und weshalb die Gefährdung von offizieller Seite heruntergespielt wurde darüber weiß die Öffentlichkeit heute ebensowenig wie damals. Offenbar aber wurde hier von sowjetischer Seite - schon vor über einem Jahrzehnt - erstmals eine Waffe eingesetzt, die wichtiger Bestandteil einer waffentechnologischen Revolution ist, die sich heute unübersehbar vollzieht und über deren Charakter sich die sowjetische Militärführung sehr wohl im klaren ist. So heißt es in der sowjetischen Schrift *Swesdeniie Woinii*, die im vergangenen Jahr als Angriff auf die amerikanische SDI veröffentlicht wurde:

"Moderne Wissenschaft und Technik ermöglichen es, neue Waffentypen zu entwickeln, die auf neuen physikalischen Prinzipien beruhen und die nicht weniger gefährlich als Nuklearwaffen sind ... Dies beinhaltet Laser, Teilchenstrahlen sowie Ultrahoch- und Radiofrequenzwaffen und andere Waffen, deren zerstörerische Wirkung heute noch nicht einmal theoretisch abgeschätzt werden kann!"

Waffen, die auf *neuen physikalischen Prinzipien* beruhen - dies ist einer der Schlüsselbegriffe in der sowjetischen militärtechnologischen Diskussion. Er umreißt die immens große Bedeutung, die Wissenschaft und Forschung bei der Entwicklung grundlegend neuer Waffensysteme spielen, deren generelles Ziel darin besteht, das *gesamte elektromagnetische Spektrum*, das heißt, Strahlung der verschiedensten Wellenlängen, waffentechnologisch zu nutzen.

Derartige *Richtenergiestrahlung* als Zerstörungswaffe zu nutzen, galt vor einigen Jahren noch als exotisch und utopisch; heute ist der Zeitpunkt absehbar, wo man Hochleistungslaser benutzen wird, um feindliche Raketen und andere Flugkörper zu zerstören. Seit der amerikanischen SDI gibt es an der prinzipiellen Machbarkeit von Laserwaffen keinen Zweifel mehr - wenn auch politisch motivierte Gegner seit Jahren das Gegenteil behaupten -, und auch die Sowjets bemühen sich im Rahmen ihrer SDI (dort als "KSO" bezeichnet) mit Erfolg, Laser und Teilchenstrahlen zu waffenfähigen Systemen zu entwickeln.

Sowjetische Wissenschaftler und Techniker arbeiten allerdings auch an anderen waffentechnologischen Neuerungen, und diese Arbeiten wurden im Westen bislang nur von wenigen Fachleuten wahrgenommen, geschweige denn in der Öffentlichkeit bekannt. Es handelt sich dabei um die oben genannten *Radiofrequenzwaffen, die einen anderen Teil des elektromagnetischen Spektrums als die Laser nutzen (Abbildung 1)*. Dieser Teil beginnt bei den Millimeter- und Mikrowellen, mit denen Radarsysteme arbeiten, und reicht bis zu dem langwelligeren Spektralbereich, der als eigentlicher Radiowellenbereich gilt.

Radiofrequenzwaffen gleichen in vielen wissenschaftlichen und technologischen Aspekten den Laserwaffen, die gegenwärtig im amerikanischen und im sowjetischen Raketenabwehrprogramm entwickelt werden; beide Typen nutzen elektromagnetische Strahlung, deren zerstörerische Wirkung sich mit Lichtgeschwindigkeit (300 000 km/sec) ausbreitet, beide unterliegen denselben "optischen" Gesetzen bei der Bündelung des Strahls, und beide erzielen eine größtmögliche Wirkung im Ziel, wenn die Strahlung auf die Eigenschaften des Ziels abgestimmt ist. Beide unterscheiden sich allerdings, wie sie als Waffe sinnvoll einsetzbar sind, und die Tatsache, daß sowjetische Wissenschaftler diesen Sinn als erste und bislang einzige klar erkannt haben, hat dazu geführt, daß die Sowjets bei der Entwicklung von Radiofrequenzwaffen weit vor dem Westen liegen.

### **Vom Radar zur RF-Waffe**

Mikrowellentechnologie begann kurz vor dem 2. Weltkrieg und fand in den neuentwickelten Radarsystemen eine erste entscheidende Anwendung.

### **Abbildung 1: Übersicht über das elektromagnetische Spektrum.**

Spezielle Elektronenröhren, sogenannte *Magnetronen*, wurden und werden bis heute benutzt, um die für die Radaranwendung erforderlichen Mikrowellen zu erzeugen und zu verstärken. Diese und ähnliche Technologien sind heute so ausgereift, daß sich mit ihnen im Mikrowellenbereich (1 bis 10 GHz) Systeme mit Spitzenleistungen zwischen 100 Megawatt (MW) und 1 Gigawatt (GW) bauen ließen, und dies bei einem Wirkungsgrad von rund 80 Prozent (*Abbildung 2*). Im Millimeterwellenbereich nehmen Leistung und Wirkungsgrad bei Verwendung gegenwärtiger Technologie ab, doch wird man hier im Laufe der kommenden Jahre ähnliche Ergebnisse erzielen wie bei den Mikrowellen.

Dies sind ausgereifte Leistungen und Wirkungsgrade, die solche Systeme als waffentauglich erscheinen lassen, und deshalb hat man auch schon vor Jahren in Ost und West Überlegungen angestellt, wie RF-Waffen eingesetzt werden können. Als mögliche Einsatzbereiche wurden schon vor über einem Jahrzehnt genannt:

- Schädigung bzw. Zerstörung von elektronischen Systemen und Sensoren,
- Beeinflussung und Veränderung der Atmosphäre, insbesondere der Ionosphäre,
- Einsatz gegen biologische Ziele (Menschen).

Warum aber gibt es dann keine umfangreichen, spektakulären F&E - Programme, um diese Technologien zu waffenfähigen Systemen zu entwickeln? Im amerikanischen SDI-Programm werden hunderte von Millionen Dollar pro Jahr ausgegeben, um Laserwaffen zu entwickeln, während für RF-Waffen nicht einmal ein eigenes Budget existiert. Warum reagieren die meisten westlichen Fachleute mit Skepsis, wenn die Rede auf sowjetische RF-Waffen kommt? Hierfür gibt es vor allem zwei Gründe:

Erstens sind die einzelnen Komponenten möglicher RF-Waffen, wenn sie nicht überhaupt schon vorhanden sind, mit geringerem Aufwand zu entwickeln als etwa die von Laserwaffen; zudem lassen sich diese Komponenten auch im Rahmen ganz anderer "unverdächtiger" Programme entwickeln. Zweifellos gilt dies für die Sowjetunion: Das, was dort an Technologien bereits vorhanden ist, reicht schon heute aus, um Prototypen von RF-Waffen zu bauen.

Der zweite Grund findet sich in der Art und Weise, wie von westlicher Seite das Potential von RF-Waffen betrachtet wird. RF-Waffen sollen so eingesetzt werden, wie man es mit Lasern bei der Abwehr von Flugkörpern beabsichtigt: Eine relativ hohe Leistung wird mit Hilfe von Spiegeln auf ein kleines Ziel (Größenordnung einige Meter) gebündelt. Laser können diese Aufgabe mit geringem technischen Aufwand (kleine Spiegel) erfüllen und sind deshalb bestens geeignet, Einzelziele auch über große Entfernungen anzugreifen und zu zerstören. Bei RF-Waffen ergäbe sich allerdings eine Schwierigkeit. Die erforderlichen Leistungen lassen sich selbst mit gegenwärtigen Systemen problemlos bereitstellen; allerdings würde die Sendeantenne so groß werden - einige hundert- bis tausendmal so groß wie bei Lasern -, daß bestimmte waffentechnische Anwendungen nicht praktikabel sind.

Um eine relative hohe Leistung auf ein Ziel zu fokussieren, sind Laser deshalb erheblich weniger aufwendig als potentielle RFWaffen. Diese Einsicht hat westliche Experten zu der Schlußfolgerung geführt, daß das waffentechnische Potential von RFWaffen nur klein sei. Insbesondere gibt man dem Einsatz derartiger Systeme gegen Menschen wenig Ausichten. Daß dies prinzipiell möglich ist, beweist bereits die Existenz des Mikrowellenherdes. Biologische Systeme bestehen größtenteils aus Wasser, und Wasser vermag Mikrowellenstrahlung sehr gut zu absorbieren, was zu einer starken Aufheizung führt. Die erforderlichen Leistungen liegen (bei kurzen Bestrahlungszeiten von etwa einer Sekunde Dauer) allerdings im Bereich von Kilowatt pro Quadratcentimeter, und dies würde bedeuten, daß die Sendeantennen um etwa eine Größenordnung größer sein müßten als beim Einsatz von RF-Waffen gegen elektronische Systeme.

Westliche Experten haben deshalb sicherlich recht, wenn sie für derart unhandliche Systemen einen Einsatz als Waffe gegen Menschen ausschließen. Allerdings befinden sie sich in einem grundlegenden Irrtum, wenn sie davon ausgehen, daß die energieaufwendige *thermische Wirkung* die einzige Wirkung sei, die sich mit RF-Strahlung in biologische Systemen erzielen läßt.

Sowjetische Wissenschaftler haben einen grundsätzlich anderen Weg eingeschlagen. Sie konzentrieren sich auf *nichtthermische Wirkungen*, die sich mit Mikrowellen in biologischen Systemen erzielen lassen und die die Gehirnfunktionen und Funktionen des Zentralnervensystems beeinträchtigen können. Der Energieaufwand hierbei ist relativ gering; er liegt um Größenordnungen unter dem, was bei thermischen Wirkungen erforderlich ist.

Diese Herangehensweise könnte RF-Waffen mit einem Schlag praktisch anwendbar machen: Kompakte RF-Waffen, die überraschend und unsichtbar auf vielfältige Weise gegen Menschen eingesetzt werden, sie verwirren, lähmen und töten können, wären das Ergebnis.

## **Biologische Systeme und elektromagnetische Strahlung**

Sowohl in Ost wie in West wurden Grenzwerte für die zulässige Strahlungsdichte festgelegt, ab denen mit Sicherheit noch keine Beeinträchtigung biologischer Systeme auftreten soll. Im Westen hat man sich auf eine kontinuierliche Belastung von 10 Milliwatt (mW) pro Quadratcentimeter geeinigt; in der UdSSR und in den übrigen Ostblockländern liegen die zulässigen Pegel um mehrere Zehnerpotenzen unter denen der westlichen Welt. Allein dies deutet darauf hin, daß den sowjetischen Wissenschaftlern bestimmte schädigende Wirkungen von RF-Strahlung geläufig ist, die hier im Westen außer acht gelassen werden.

Derartige Erkenntnisse beruhen auf einer mehr als fünfzigjährigen Tradition in der sowjetischen biologischen Wissenschaft, die im Westen nicht ihresgleichen hat. **Dieser Zweig der Biologie, den man** als "optische Biophysik" oder auch, wie es im Westen zuweilen geschieht, als "**Bioelektromagnetismus**" bezeichnen kann, hat seinen Ausgangspunkt bei dem russischen Physiker, Biologen und Geologen Wladimir Wernadski (1863-1945). Wernadski initiierte 1926 ein umfassendes Forschungsprogramm zur "physikalischen Geometrie" lebender Prozesse, wozu auch die Untersuchung der Wechselwirkung von biologischen Vorgängen mit elektromagnetischer Strahlung gehört. Wernadski schrieb:

"Heute ist uns nur ein kleiner Teil der uns umgebenden Strahlung bekannt. Wir haben kaum begonnen, ihre Vielschichtigkeit zu erkennen und wie unzureichend unser Wissen über jene Strahlungen ist, die uns in der Biosphäre umgeben und durchdringen, und ihre grundlegende Rolle in den uns umgebenden Prozessen zu verstehen, die von jenen, die an andere Konzeptionen des Universums gewöhnt sind, nur schwer erkannt werden!"

Wernadskis Arbeit wurde fortgeführt von Alexander Gurwitsch (1827-1954). Gurwitsch wies als erster nach, daß die Absorption winziger Dosen genau abgestimmter elektromagnetischer Strahlung den Ablauf biologischer Prozesse entscheidend beeinflussen kann; er entwickelte die "Theorie des biologischen Feldes" und entdeckte, daß Zellen ultraviolettes Licht aussenden -die "mitogenetische" oder Zellstrahlung. Sein berühmtes Zwiebelexperiment (*Abbildung 3*) veranschaulicht deutlich, wie elektromagnetische Strahlung Lebensprozesse steuert.

Gurwitschs Arbeiten wurden im Westen zunächst bezweifelt und angefeindet; mittlerweile sind sie nahezu vergessen. Nur wenige Wissenschaftler arbeiten hier auf diesem "exotischen" Gebiet. In der Sowjetunion allerdings führten Gurwitschs Arbeiten zu einer einflußreichen biowissenschaftlichen Schule. Sein Schüler G. M. Franck gründete das Institut für Biologische Physik in Puschkino, das heute zu den wichtigsten Forschungsstätten zählt, die sich mit den Wirkungen elektromagnetischer Strahlung auf Lebensprozesse befassen; weitere wichtige Zentren finden sich in Alma Ata, Nowosibirsk und Wladiwostok. Spätestens seit Ende der sechziger Jahre läuft unter der Leitung von Prof. Dewjatkow von der Akademie der Wissenschaften ein Forschungsprogramm, das sich mit den "nicht-thermischen" Wirkungen

leistungsschwacher Mikrowellenstrahlung auf biologische Systeme befaßt und an dem mehr als zwanzig Institute beteiligt sind. Wie umfassend der gesamte Forschungsbereich erschlossen wird, belegen die Arbeiten von Prof. Wlail Kasnatschejew, der in Nowosibirsk die medizinische Abteilung der dortigen Akademie der Wissenschaften leitet: Kasnatschejew experimentiert seit einem Jahrzehnt zu den elektromagnetischen Grundlagen pathogener Wirkungen von Giften und Viren.

Diese Beispiele illustrieren, daß die sowjetische Forschung seit Jahrzehnten mit großem Aufwand die Grundlagen erarbeitet, die einen wirkungsvollen Einsatz von elektromagnetischen Waffen erst ermöglicht - herauszufinden, mit welcher Art von Strahlung welche Funktionen von biologischen Systemen beeinflußt werden können.

Man kann davon ausgehen, daß die sowjetischen Wissenschaftler mittlerweile die Phase der reinen Grundlagenforschung hinter sich gelassen haben. So schrieb der Biophysiker Injuschin aus Alma Ata, ebenfalls ein Schüler von Gurwitsch, 19 84 in der sowjetischen Militärzeitung Krasnaja Swesda über Durchbrüche von "revolutionärer Bedeutung" in der optischen Biophysik. Bezeichnend ist auch, daß seit 1983/84 in der sowjetischen Literatur kaum noch Veröffentlichungen erscheinen, die sich mit dem obigen Forschungsbereich befassen. Da nicht anzunehmen ist, daß die Arbeit auf diesem Gebiet in der Zwischenzeit eingestellt wurde oder den sowjetischen Wissenschaftlern nichts mehr einfällt, bleibt nur der Schluß: Man ist mittlerweile zur Phase der angewandten Forschung übergegangen! Solange es um reine Grundlagenforschung geht, muß der sowjetische KGB seine strengen Zensurbestimmungen notgedrungen lockern, denn Fortschritte in der Forschung setzen ein Minimum ein Informationsfluß voraus. Sobald diese Ergebnisse allerdings umgesetzt werden, gilt wieder strengste Geheimhaltung.

Natürlich wird auch im Westen an nichtthermischen Wirkungen von elektromagnetischen Pulsen gearbeitet. Allerdings sind die entsprechenden Forschungsprogramme bei weitem nicht so umfassend wie die sowjetischen, und vor allem sind sie nicht kontinuierlich: Anfang der siebziger Jahre wurde in den Vereinigten Staaten ein großer Teil der Arbeiten aufgegeben.

Eine Reihe dieser Ergebnisse unterliegen der Geheimhaltung, doch belegt das, was offen zugänglich ist, in ausreichendem Maße, wie verheerend elektromagnetische Pulse auf die höheren Funktionen biologischer Systeme wirken. Elektromagnetische Pulse mit sehr geringer Leistung (unter 10 MW/CM<sup>2</sup>) führten zu Verhaltensänderungen bei Versuchstieren und zu pathologischen Veränderungen im Gehirn. Andere Versuche stoppten die Atmung bei Versuchstieren oder führten zu einer Lähmung von mehr als einer halben Stunde Dauer. Tödliche Wirkungen wurden mit Pulsleistungen erzielt, die nicht viel stärker waren als die Pulse, mit denen Verhaltensänderungen erzielt wurden.

Weiterhin haben die Versuche ergeben, daß Wirkungen in biologischen Systemen über einen weiten Frequenzbereich erzielt werden können, angefangen vom langwelligen Bereich unter 100 Hz bis hin zu den kurzwelligen Millimeterwellen. Die jeweils erzielten Wirkungen hängen aber nicht nur von der jeweiligen Frequenz ab, sondern auch von anderen Faktoren, etwa der Modulation der Amplitude oder dem Verhältnis von elektrischem zu magnetischen Feldanteil.

Kurz gesagt bedeutet dies: Gegen Personen gerichtete RFWaffen kommen nicht mit "einfachen", gleichförmigen Leistungspulsen aus. Benötigt werden in Raum und Zeit



speziell geformte Leistungspulse, die optimal auf das jeweilige Ziel abgestimmt sind und deshalb auch mit geringen Leistungen die gewünschten Wirkungen erzielen können.

Diese komplexe Pulsformung macht deutlich, welche hohe Bedeutung die sowjetische Grundlagenforschung im Bereich der optischen Biophysik hat. Sie liefert sozusagen die "Zielliste", auf deren Grundlage erst RF-Waffen mit optimaler Wirkung eingesetzt werden können. Im Westen ist eine derartige Liste nicht vorhanden. Der amerikanische Biophysiker James Frazer, der lange Zeit im Labor der amerikanischen Luftwaffe in Brooks, Texas, auf diesem Gebiet gearbeitet hat, schreibt dazu:

"Man sollte annehmen, daß die Wirkungenmodulierter Felder bei Frequenzen und Impedanzen, die dafür bekannt sind, daß sie verschiedene Gehirnregionen beeinflussen, eine ziemliche Priorität in der Forschung erhalten würden, aber dies scheint in der westlichen Welt nicht der Fall zu sein. Im Ostblock ist dies seit langem Gegenstand der Forschung. Vielleicht werden wir bald eine weitere technologische Überraschung erleben!"

Diese Überraschung ist sehr wahrscheinlich, denn Iwo. die Sowjetunion ist nicht nur bei der optischen Biophysik dem westlichen Stand um Jahre voraus, sondern hat auch noch andere neue Technologien entwickelt, die sie in die Lage versetzen, kompakte, leistungsfähige RF-Waffen zu bauen.

## **Die Erzeugung von Hochleistungspulsen**

Eine funktionsfähige RF-Waffe besteht aus drei Hauptkomponenten: dem Strahlerzeuger, der Sendeantenne und dem Steuer- und Kontrollsystem zur Lenkung des Strahls. Wie schon oben gesagt, ließen sich auch mit gegenwärtigen Technologien die erforderlichen Strahlleistung bereitstellen, doch haben sowjetische Forscher einige Technologien entwickelt, die wesentlich höhere Pulsleistungen aus kompakteren Erzeugern versprechen.

Die angewandte Physik in der Sowjetunion befaßt sich seit langem damit, Systeme zu entwickeln, die Energie in leistungsstarken Pulsen erzeugen. Hierzu zählen MHD-Verfahren, unterschiedlichste

Techniken zur Erzeugung von relativistischen Teilchenstrahlen, sogenannte explodierende Kathoden u.a. Ein erstaunliches Ergebnis ist der sogenannte "Pawlowski-Generator", mit dem es, wie ein Fachmann aus dem Pentagon äußerte, möglich sei, "Megajoule und Terawatt mit einer Anlage zu erzeugen, die eine Person tragen kann!"

Besonders interessant für RF-Waffen sind sogenannte Gyrotrone, an denen sowjetische Forscher seit mehr als 20 Jahren arbeiten. Gyrotrone arbeiten mit relativistischen Elektronenstrahlen; sie wurden im Rahmen der Fusionsforschung entwickelt, um Fusionsplasmen aufzuheizen. Offensichtlich zielt die sowjetische Forschung aber in eine andere Richtung: Der Schwerpunkt liegt auf der Erzeugung von sehr kurzen Mikrowellenimpulsen, während die Fusionsforschung relativ lange Impulse erfordert. Ein 1986 erscheinender Bericht der amerikanischen Rand-Corporation weist darauf hin, daß es sich bei dem sowjetischen Gyrotronprogramm offenbar um ein Programm von nationaler Bedeutung handele, da die Arbeiten sich nicht, wie es sonst bei typischen Forschungsprogrammen der

Fall sei, auf ein einziges Institut beschränkten. Vielmehr seien drei Institute daran beteiligt: das Institut für Angewandte Physik in Gorki, das Lebedew-Institut in Moskau und der Forschungskomplex in Tomsk. Weiter wird in dem Bericht festgestellt, daß es "viele Hinweise" darauf gebe, daß "ein erheblicher Teil dieser Forschung in den letzten Jahren geheimgehalten wird!"

Das aber, was im Westen bekannt wurde, ist schon beeindruckend genug, wie Abbildung 4 belegt. Mit ihren Gyrotronen sind sowjetische Forscher in der Lage, kurze Mikrowellenimpulse zu erzeugen, deren Leistung einige hundert Megawatt bis zu mehr als einem Gigawatt beträgt.

Eine wirksame RF-Waffe sollte in der Lage sein, speziell geformte Pulse auszusenden. Hierzu bieten sich sogenannte phasengesteuerte Antennen an, die seit längerem in Ost und West im Einsatz sind. Eine solche Antenne besteht aus einer Vielzahl von einzeln steuerbaren Sende- oder Empfangselementen; das ausgesendete Feld setzt sich aus den Wellen zusammen, die von diesen Einzelementen ausgestrahlt werden. Hiermit ist es möglich, dem resultierenden Feld (ohne mechanische Bewegung) jede gewünschte Form und Richtung zu geben.

Der oben genannte Janies Frazer schreibt zur Kombination von Gyrotron und phasengesteuerter Antenne: "Wenn man die Leistung eines phasengesteuerten Radars mit einem sowjetischen Gyrotron gewaltig erhöhte, hätte man eine Waffe, deren Einsatz-fähigkeit nur vom Vorstellungsvermögen begrenzt wäre!"

Gyrotrone stehen den Sowjets ebenso wie phasengesteuerte Antennen zur Verfügung. Zusammen mit Computersystemen, die den Strahl steuern und kontrollieren besäßen die Sowjets damit die Voraussetzungen, um erste Prototypen von RFWaffen zu bauen. Wie manche Fachleute meinen, ist das genau die Phase, in der sich die Sowjets derzeit befinden.

### **Potentieller Einsatz von RF-Waffen**

Im Anschluß an diese Prototyp-Phase dürfte es das Hauptziel sowjetischer Wissenschaftler und Ingenieure sein, möglichst kompakte Systeme zu entwickeln, die mobil einsetzbar sind. Hier sind grob folgende Möglichkeiten absehbar:

- Sehr kleine RF-Waffen mit Reichweiten von einigen hundert Metern, in Koffer- bis PKW-Größe für den Einsatz von Speznaskomandos. Hier kommen Radargeräte in Frage, die auf Festkörperelektronik beruhen und in Militärflugzeugen und Raketen Verwendung finden. Dieser waffentechnische Bereich entwickelt sich sehr rasch; derartige Festkörperradars erreichen zwar (noch) nicht die Leistung von Elektronenstrahlgeräten, doch ist ein phasengesteuerter Sender in den obigen Abmessungen mit Leistungen im Kilowattbereich absehbar.

- Systeme mittlerer Größe für den taktischen Einsatz mit Reichweiten von einigen Kilometern bis zu einigen zehn Kilometern. Hier würden die obigen Hochleistungs-gyrotrone benutzt, die - zusammen mit Elektronenstrahlerzeuger und -beschleuniger - so bemessen sind, daß sie auf einem Lastwagen mittlerer Größe Platz fänden. Derartige Abmessungen machen einen Einsatz in gepanzerten Fahrzeugen, Hubschraubern etc. denkbar.

Aller Voraussicht nach werden RF-Waffen zukünftig auch im strategischen Bereich verwendet werden. Ein Beispiel mag dies illustrieren. Die Sowjets errichten derzeit in Krasnojarsk (unter Verletzung des 1972 abgeschlossenen ABM-Vertrags) das größte phasengesteuerte Radar der Welt (*Abbildung 5*). Es ist Teil eines umfassenden Frühwarn- und ABM-Radarsystems, das die Sowjets im letzten Jahrzehnt aufgebaut haben. Die Antenne dieses 30 Stockwerke hohen Radars hat einen Durchmesser von rund 80 Metern. Gekoppelt mit einem Gigawatt-Gyrotron wäre ein System mit diesen Abmessungen in der Lage, zum Beispiel Satelliten in einer erdnahen Umlaufbahn außer Funktion zu setzen. Es könnte die Ionosphäre so verändern, daß wichtige Kommunikationsverbindungen lahmgelegt werden, und es wäre imstande, nach Art der "Überhorizonradars" auch entfernte Orte auf der Erde mit Strahlung zu belegen.

Weitere strategische Möglichkeiten ergeben sich, wenn man den Weltraum einbezieht.

### **Die militärische Nutzung des Weltraums**

Seit mehr als drei Jahrzehnten verfolgen die Sowjets ein Weltraumprogramm, dessen außerordentlicher Umfang der westlichen Öffentlichkeit kaum bewußt ist. Dieses Programm wird zielstrebig und kontinuierlich verfolgt und ist mit mehr Mitteln als jedes andere Programm auf der Welt. Mehr als 600 000 Menschen, dreimal soviel, wie heute in der amerikanischen Raumfahrt tätig sind, arbeiten in den sowjetischen Raumfahrtzentren, Forschungsinstituten und Industriebetrieben daran, die sowjetische Präsenz im All auszubauen. Durchschnittlich alle drei bis vier Tage zünden auf einem der beiden großen sowjetischen Startplätzen Tjuratam und Plesetsk die Triebwerke einer Rakete, um Menschen, Satelliten oder andere Nutzlast ins All zu transportieren. Diese Startrakete liegt um eine Größenordnung höher als die der amerikanischen Raumfahrt.

Seit fünfzehn Jahren betreiben die Sowjets bemannte Raumstationen im All. Gegenwärtig fliegt MIR, eine Station der dritten Generation, die in den kommenden Jahren zu einer Großstation ausgebaut werden wird. Eine noch größere Station -MIR 11 wird derzeit entworfen. Vor einem Jahr starteten die Sowjets erstmals ihren Schwerlast-träger *Energija*, die größte Rakete der Welt (*Abbildung 6*): Sie kann mehr als hundert Tonnen Nutzlast am Stück ins All transportieren. Noch in diesem Jahr wird erstmals die neue sowjetische Raumfähre starten; eine zweite, kleinere Raumfähre befindet sich in der Entwicklung. Dieses Programm hat die Sowjetunion heute eindeutig zur Nr.1 im Weltraum gemacht, und die Amerikaner werden noch Jahre benötigen, bis sie -wenn überhaupt - wieder Anschluß gewinnen können.

Ein derart immenser Aufwand -an Menschen und Mitteln, an hochwertigen Technologien und Produktionsvermögen, wie er der sowjetischen Raumfahrt zufließt, kommt in der Sowjetunion üblicherweise nur dem militärischen Bereich zugute. Und genau dies ist der Fall: Zu 80 bis 90 Prozent dient die sowjetische Raumfahrt militärischen Zwecken -entsprechend der schon 1965 im sowjetischen *Lexikon der militärischen Grundbegriffe* formulierten Richtlinie "Die Beherrschung des Weltraums ist eine wesentliche Voraussetzung für den militärischen Sieg!"

Für das sowjetische Militär ist der moderne Krieg ein "planetarer Krieg" mit dem Weltraum als integralem Bestandteil, und die Aufgaben, die der Weltraum dabei übernimmt, werden in Zukunft stetig wachsen.

Schwerpunkt heutiger Nutzung sind militärische Satelliten, die das "Sinnes- und Nervensystem" der Kriegführung bilden: Satelliten zur Kommunikation, zur Aufklärung, Beobachtung und Überwachung, zur Navigation, zur elektronischen Aufklärung etc. Das ist auf amerikanischer Seite nicht anders -allerdings mit einem grundlegenden Unterschied: Das sowjetische Militär setzt auf das Prinzip der "großen Zahl" -viele, relativ einfache und robuste Satelliten, die bei der auf sowjetischen Raketenstartplätzen üblichen hohen Startrate rasch auszusetzen und zu ersetzen sind, während auf amerikanischer Seite wenige, teure und aufwendige "Supersatelliten" gebräuchlich sind, deren Starts lange Vorbereitungszeiten erfordern.

Weiterhin verfügen die Sowjets als einzige über ein einsatzfähiges ASAT-System ("Killersatelliten!"), mit dem gegnerische Satelliten ausgeschaltet werden können. Es ist zwar recht einfach, reicht aber aus, um amerikanische Satelliten in erdnahen Umlaufbahnen zu bedrohen. Prototypen bodengestützter Laser, die sich gegen Satelliten einsetzen ließen, sind offenbar ebenfalls vorhanden. Auf amerikanischer Seite wurde die Entwicklung eines ASATSystems über Jahre politisch blockiert; nun ist das Projekt durch Streichung der Mittel endgültig beendet worden.

Insgesamt gesehen besitzt das sowjetische Militär ein robustes, überlebensfähiges Satellitensystem, das rasch aufgefüllt bzw. ersetzt werden kann, während das amerikanische System wesentlicher empfindlich ist.

Es ist absehbar, daß die Sowjets ihren Vorteil im Weltraum weiter ausbauen werden. Der Schlüssel dazu ist der schwere Träger *Energija*. Er bietet ihnen die Voraussetzung, mächtige Infrastrukturen im All zu errichten. Bei 50 Starts im Jahr - und das könnte bereits in wenigen Jahren der Fall sein - wären

die Sowjets dann in der Lage, 5 000 und mehr Tonnen jährlich in den Weltraum zu fliegen - um etwa eine Größenordnung höher als das gegenwärtige Transportvolumen. Mit *Energija* werden sich Laseroder Teilchenstrahlwaffen in einem Stück ins All schießen lassen, wo sie zur Raketenabwehr oder zur Ausschaltung gegnerischer Satelliten dienen können. Kleinere Waffenplattformen könnten in den geostationären Orbit befördert werden und die amerikanischen Satelliten bedrohen, die dort heute noch sicher sind.

Wenn die Vereinigten Staaten im Laufe der neunziger Jahre außerstande sind, vergleichbare Fähigkeiten zu entwickeln und im Weltraum einzusetzen, dann wäre nicht nur das gesamte westliche Satellitensystem verwundbar, dann könnte dem Westen schließlich jeder Zugang zum All überhaupt verwehrt werden. Ein solcher Vorteil hätte zweifellos kriegsentscheidende Bedeutung.

## **RF-Waffen im Weltraum**

Radiofrequenzwaffen würden der militärischen Nutzung des Weltraums eine weitere, ganz neue Dimension verleihen. Die oben beschriebenen Raumsysteme haben zwar einen bestimmenden Einfluß auf die Kriegführung auf der Erdoberfläche, sie schließen aber eine *direkte Wirkung* auf irdische Ziele aus (Sicht man einmal von

Raketen ab, die den größten Teil ihrer Bahn im freien Weltraum zurücklegen). Schließlich macht es wenig Sinn, raumgestützte Laser oder Teilchenstrahlen gegen die Erde einzusetzen, da diese nur zur selektiven Bekämpfung von Einzelzielen geeignet sind.

Sinn macht nur ein Einsatz, bei dem sich zerstörerische Wirkungen großflächig erzielen lassen ein Massenvernichtungsmittel ähnlich der Atombombe. Radiofrequenzwaffen könnten dies leisten - mit dem Vorteil, daß die Kollateralschäden von Nuklearexplosionen vermieden werden.

Was man braucht, sind große Antennen und Energie im Weltraum. Das Konzept sogenannter *Solarenergie-Satelliten* gibt eine Idee davon, worum es sich hierbei handeln könnte, und diese Idee wird offenbar auch von den Sowjets verfolgt. So sagte Juri Martschuk, der Präsident der sowjetischen Akademie der Wissenschaften, nach dem Erstflug des neuen Schwerlastträgers:

"*Energija* wird benutzt werden, um schwere Kommunikationssatelliten in den geostationären Orbit zu starten, große Planetenmissionen, große Elemente für eine Raumstation und experimentelle Solarenergie-Satelliten, die Elektrizität zur Erde strahlen können!" Das Konzept von Solarenergie-Satelliten wurde erstmals 1968 von dem amerikanischen Wissenschaftler Peter Glaser vorgeschlagen und seitdem mit großem Aufwand auch von der NASA untersucht. Sonnenenergie soll mit Spiegeln bzw. Fotozellen großflächig aufgefangen, in Strom umgewandelt und dann mit einem Mikrowellenstrahl (Wellenlänge 10 cm) zur Erde geschickt werden. Typische Größenordnungen für derartige Systeme sind bei 10 Gigawatt an Strom, die auf der Erde empfangen werden: 100 km<sup>2</sup> an Spiegeln oder Fotozellen, um die Sonnenenergie im Weltall aufzufangen, eine 1 x 1 km große Sendeantenne im All und ein 10x10 km großer Erdempfänger, auf der Erde eingestrahlte Leistung 100 MW/cm<sup>2</sup>.

Vielleicht wird ein derart gigantisches System niemals und sicherlich nicht in den nächsten zwei Jahrzehnten errichtet werden; dagegen spricht allein das Gewicht der Anlage von rund 100 000 Tonnen. Doch macht dieses Konzept mehrere Punkte deutlich: Erstens ließe sich eine RF-Waffe als "ziviles System" tarnen, zweitens könnte ein solches System, dessen eigentlicher Zweck militärisch ist, in Friedenszeiten auch friedlichen Zwecken dienen, und drittens werden die Größenordnungen deutlich - Antennengrößen von einigen 100 Metern bis zu einem Kilometer und bestrahlte Flächen auf der Erde von einigen Quadratkilometern bis zu einigen zehn Quadratkilometern sind die Dimensionen, mit denen man rechnen muß.

Erste RF-Waffen im Weltraum können kleiner sein und mit weniger Energie auskommen als das obige Konzept, wenn man sie in niedrigeren Umlaufbahnen stationiert. Denkbar ist auch, anstelle der Sonnenenergie Kernreaktoren zur Energieversorgung einzusetzen. Das verringerte die Abmessungen des Gesamtsystems drastisch, da aufgrund der geringen Leistungsdichte der Sonneneinstrahlung die Fläche zum Sammeln dieser Energie sehr groß bemessen sein muß. Eine weitere Möglichkeit bestünde darin, die Energiequelle ganz auf dem Boden zu lassen und die Strahlung über ein Antennensystem im Weltraum auf das entfernte Zielgebiet zu richten.

Auch derartige Projekte ließen sich als zivile Systeme tarnen und nutzen. So berichteten westliche Zeitungen im vergangenen Jahr, daß die Sowjetunion den Aufbau eines Energieverteilungsnetzwerks in einer Erdumlaufbahn plane und die

Möglichkeiten untersuche, mittels Reflektoren im All Energie von einem Ort der Sowjetunion zu entfernten Orten zu übertragen.

RF-Waffen im Weltraum könnten gegen Satelliten eingesetzt und dazu benutzt werden, die Atmosphäre (insbesondere die Ionosphäre) zu verändern. Gegen Menschen gerichtet, hätten sie den Charakter von Massenvernichtungswaffen. Sie könnten gegen Truppenkonzentrationen auf der Erdoberfläche ebenso wie gegen Bevölkerungszentren eingesetzt werden. Prinzipiell ließen sich ganze Landstriche und Staaten damit entvölkern, und schon die Drohung mit dem Einsatz könnte ausreichen: Die Macht, die über gegen Menschen gerichtete RFWaffen im Weltall verfügte, besäße damit ein Mittel, mit dem sich politische Forderungen nachhaltig durchsetzen ließen.

Mit RF-Waffen und anderen Waffensystemen im All erhielte ein Prinzip neue Gültigkeit, das die frühere Landkriegführung wesentlich bestimmte: Wer die "Höhen" besetzt hält und kontrolliert, der beherrscht den Gegner. Im Westen ist davon auszugehen, daß diese Einsicht das treibende Moment der sowjetischen Raumfahrt bildet.