

Paul Brodeur

Mikrowellen

die verheimlichte

Gefahr

Mikrowellenforschung in
Ost und West

3. Der Beginn der Verschleierung

Ende der fünfziger Jahre gab es in der westlichen Welt Untersuchungen über biologische Wirkungen von Mikrowellen praktisch nur in den Vereinigten Staaten. Die Forschungen wurden dort entweder von der Armee durchgeführt oder aus dem Etat des Verteidigungsministeriums finanziert. Von 1957 bis 1961 lief unter der Federführung der amerikanischen Luftwaffe ein „Tri-Service-Programm“, so genannt wegen der Beteiligung aller drei Waffengattungen. Durch Laborexperimente sollte dabei vor allem festgestellt werden, wie ohne Beeinträchtigung militärischer Operationen und zu geringstmöglichen Kosten Schutzmaßnahmen für Personen getroffen werden können, die im Umfeld von Mikrowellen ausstrahlenden Geräten arbeiten müssen.

Den Forschungsberichten nach zu urteilen, die auf den vier Jahreskonferenzen des Programms vorgetragen wurden, ist man an die Experimente mit der vorgefaßten Idee herangegangen, daß Mikrowelleneffekte eigentlich stets Ausdruck von thermischen Strahlungswirkungen seien. Als Folge davon ging es bei allen Bemühungen besonders darum, Daten zu sichern, welche die bereits angenommene Sicherheitsgrenze (Leistungsdichte 10 mW/cm^2 bei ständiger Strahlungsexposition des ganzen Körpers) erhärten konnten. Wieder waren die Tierversuche darauf abgestellt, mit Leistungsdichten von

weit über 100 mW/cm^2 Wärme zu erzeugen, mit den eigentlich längst bekannten Folgen. Versuche, endlich herauszufinden, ob auch bei niedriger Leistungsdichte Wärmeschäden auftreten und ob rein biologische Effekte existieren, wurden nur ganz vereinzelt unternommen. Dabei hatte selbst Professor Schwan von Anfang an solche nichtthermischen Wirkungen keineswegs ausgeschlossen; er vertrat auch die Meinung, daß niemand seinen Körper länger als 1 Stunde pro Tag den von ihm als ungefährlich angesehenen 10-mW/cm^2 -Strahlungen aussetzen sollte. (Für den 8-Stunden-Tag wird inzwischen ein Maximum von Leistungsdichte 1 mW/m^2 „empfohlen“, zumindest für zivile Betriebe.)

Zu den Ausnahmen von dem generellen Trend der Forschungsreihen gehörte eine Studie der Wissenschaftler des Marineforschungsinstituts, derzufolge zeitweilige Sterilität bei männlichen Versuchstieren auftreten könne, wenn ihre Keimdrüsen Mikrowellenstrahlungen mit der „geringen“ Energiedichte 5 mW/cm^2 ausgesetzt werden. Und an einem Universitätsinstitut wurde festgestellt, daß Mikrowellen im Impulsbetrieb, wie er ja bei Radareinrichtungen notwendig ist, wohl auch durch nichtthermische Wirkung die Bildung von Grauem Star begünstigten; auch wurde darauf hingewiesen, bei häufiger Einwirkung von Strahlung geringer Leistungsdichte sei das Entstehen von Grauem Star als kumulativer Effekt zu befürchten. – Doch die zahlenden Auftraggeber nahmen einfach nur Untersuchungsergebnisse ernst, die keinen Zweifel an der Gültigkeit der willkürlichen 10-mW/cm^2 -Grenze aufkommen ließen, die als Probenorm eingeführt war. Nicht beachtet wurden zum Beispiel Berichte über nichtthermische Auswirkungen der Bestrahlungsversuche auf das innersekretorische Drüsensystem männlicher Ratten und die normale Entwicklung von Hühnerembryonen im Ei. Zu den Akten wanderten die Experimentalstudien, die elektrische Reizungen des zentralen Nervensystems und Abwehrreaktionen des Gamma-Globulins im Blutserum festgestellt hatten. Nur im Scherz, bei einem Vortrag während der 3. Jahreskonferenz des Tri-Service-Programms, wurde das Problem möglicher biologischer Strahlungseffekte einmal nicht ignoriert:

Der Betriebsarzt einer Elektronikfirma aus dem Staat New York schilderte die Verwirrung und den Verlust an Selbstbewußtsein bei den Arbeitern in einer Radar-Versuchswerkstätte, die er dort gegen Ende des 2. Weltkrieges erlebt hatte, als in kurzem Abstand 19 Mann aus der Arbeitsgruppe Vater wurden, und zwar sämtlich von Töchtern. Rasch war die Behauptung im Umlauf, wer den Radarimpulsstrahlungen ausgesetzt ist, könne keinen Sohn bekommen. Das Gerücht sei erst verstummt, als es der leitende Ingenieur der Mikrowellenabteilung zu Ohren bekommen hatte, der „daraufhin mit fliegenden Fahnen einen strammen Jungen zeugte“. Die Geschichte sollte illustrieren, daß bei relativ neuen Techniken unqualifizierte Gerüchte immer wieder auftreten und in dem Radarwerk zeitweilig wirklich ein Problem darstellten. Die Mühe, der Ursache der Serie von 19 Mädchen-Geburten auf den Grund zu gehen, hat man sich nicht gemacht. Doch nach Bekanntwerden dieses Vorkommnisses trug die Elektronikgesellschaft sogleich dafür Sorge, daß ihre in dicht besiedelten Gebieten im Freien aufgestellten Radar-Einrichtungen mit Drahtnetzen abgeschirmt wurden, welche Mikrowellen reflektieren und zerstreuen. Eine Erklärung für diese plötzliche Maßnahme wurde nicht gegeben.

Bei der vierten und letzten Jahrestagung des US-Forschungsprogramms, 1960, zeigte sich in vollem Ausmaß, welche totale Immunität der militärisch-industrielle Interessenkomplex gegen jede Information entwickelt hatte, die den 10-mW -Sicherheitspegel hätte in Frage stellen können. Und das alles, obwohl schon bekannt war, in welchem riesigen Ausmaß die Mikrowellentechnik in Kürze eingesetzt werden würde, um den Forderungen des Zeitalters der Weltraumfahrt zu genügen! Es war den Technikern klar, daß die gen Himmel gerichteten Sende- und Empfangsantennen sehr leicht Leckstrahlungen abgeben dürften, die sich für Menschen in der Umgebung als besonders schädlich erweisen könnten. Denn es war ein offenes Geheimnis, daß schon die Radaranlagen des bestehenden Raketen-Frühwarnsystems Leckstrahlungen verloren, deren Leistungsdichte den 10-mW -Pegel oft weit überschritt. Auch widersetzte sich die Marineführung energisch

der Einhaltung des vorgeschriebenen Strahlungspegels, weil an Bord der Flugzeugträger auf dem Oberdeck eine viel höhere Strahlungsexposition gegeben war, deren Herabsetzung eine empfindliche Beschneidung der Funktionen der Schiffe bedeutet hätte. Es sickerte außerdem durch, daß man bei der Flotte scharf auf gestreute Radio- und Radarwellen achtete, weil diese möglicherweise einen vorzeitigen Raketenabschuß verursachen oder die nuklearen Sprengköpfe der Schiffsraketen zünden könnten.

Trotz solcher Enthüllungen wurde der 10-mW-Norm wieder der Vorzug gegeben, da sie zugleich sicher und technisch zweckmäßig sei. Begründung: „Die vierjährige Forschung hat keine Notwendigkeit für eine Änderung des bestehenden Sicherheitspegels ergeben.“ Außerdem sei der gleiche Pegel inzwischen von 14 Staaten übernommen worden, darunter alle Mitglieder der NATO. Ein Offizier, der gerade in London am 3. Kongreß für medizinische Elektronik teilgenommen hatte, verkündete, die sowjetischen Delegierten hätten ihn davon unterrichtet, man sei in Rußland zu ganz ähnlichen Forschungsergebnissen gekommen wie das Tri-Service-Programm.

Und so setzte sich in den Köpfen der meisten westlichen Forscher wieder die Vorstellung fest, jede Schädigung von Mikrowellenstrahlung müsse mit Erwärmungsvorgängen zusammenhängen. Die Weiterführung von Versuchen zur Feststellung rein biologischer Strahlungseffekte scheiterte in den USA am Fehlen staatlicher Finanzmittel. Für nahezu ein Jahrzehnt gab es in Bezug auf die Wirkungen schwächerer Mikrowellen offiziell keine Besorgnisse mehr; es machte sich eine Selbstzufriedenheit breit, die bei vielen Wissenschaftlern bis heute anhält, und zwar trotz der viel geringeren Grenzwerte, die nun bald aus einigen Ostblockstaaten bekannt wurden (vgl. Seiten 55 und 69).

Denn die erwähnte Information über russische Forschungen, die ein amerikanischer Kongreßteilnehmer in London im Gespräch mit sowjetischen Fachkollegen erhalten hatte, beruhte offensichtlich auf einem Mißverständnis. Wahrscheinlich war ein kleiner, aber entscheidender Übersetzungsfehler

die Ursache dafür, daß die Größenordnung der Leistungsdichte mit 10 mW/cm^2 verstanden und damit als der amerikanischen Norm entsprechend aufgefaßt worden war. Die sowjetische Sicherheitsnorm, die nun veröffentlicht wurde, gestattet nämlich für einen vollen Arbeitstag eine Exposition gegenüber Mikrowellenstrahlungen mit einer Leistungsdichte von nur $0,01 \text{ mW/cm}^2$, *einem Tausendstel* des amerikanisch-westeuropäischen Grenzwertes. Das sind, anstelle von 10 mW , nur $10 \mu\text{W}$ pro Quadratcentimeter; es waren also *Mikrowatt* statt Milliwatt gemeint! Im Westen wurde die Veröffentlichung eines solch niedrigen Sicherheitspegels zunächst als ein Versuch der Sowjets eingestuft, die Vereinigten Staaten in Verlegenheit zu bringen, die ja rund um den Erdball ihre strahlungsintensiven Radarsysteme aufgebaut hatten. Doch in der Folgezeit konnten sich Wissenschaftler aus aller Welt davon überzeugen, daß der russische Standardwert völlig sachlich festgelegt worden war, und zwar aufgrund langjähriger Beobachtungen der Auswirkung von Mikrowellenstrahlung geringer Leistungsdichte auf das Zentralnervensystem von Menschen und Tieren. Schon seit dem Jahre 1933 hatten ohne Unterbrechung klinische Langzeituntersuchungen stattgefunden. (Damals waren die ersten unerklärlichen Wirkungen mit Radiofrequenz strahlender Energie entdeckt worden, und zwar Störungen im Zentralnervensystem von Arbeitern einschlägiger Industriebetriebe.) Die sowjetischen Forscher erhielten während des 2. Weltkrieges ebenfalls aus dem Kreis der Radartechniker zahlreiche Klagen über Kopfschmerz, Augenbeschwerden und übermäßige Ermüdung. Doch während zur gleichen Zeit in Amerika solche Erscheinungen als „subjektiv“ abgetan wurden, hielt man in der Sowjetunion die Angelegenheit für wichtig genug, mit vollem Einsatz die Untersuchung der fraglichen Phänomene aufzunehmen. In den fünfziger Jahren veranlaßten die Institute für Arbeitshygiene und für den Schutz vor Berufskrankheiten bei der Akademie der medizinischen Wissenschaften in Moskau und Leningrad, das staatliche Institut für Physiotherapie sowie das Gorki-Institut, daß Tausende von Leuten, die an ihren Arbeitsplätzen mit Mikrowellen in Berührung kamen, sich intensiven

klinischen Untersuchungen unterzogen. Das war zu einer Zeit, als es in den USA nur die Untersuchung der 226 Radar-Arbeiter der Lockheed-Werke gab. So hatte die Sowjetunion tatsächlich einen Informationsvorsprung, der für die Festlegung der 10-Mikrowatt-Grenze ausschlaggebend war. Nach und nach teilten die russischen Forscher in Fachveröffentlichungen mit, daß bei vielen Arbeitern, die trotz Kopf- und Augenschmerzen weiterhin im Mikrowellenstrahlungsbereich beschäftigt wurden, zusätzliche, teilweise recht tückische Gesundheitsbeeinträchtigungen eintraten: Herzflattern, Schwindelgefühl, Reizbarkeit, Depressionen, Einschränkung der geistigen Aufnahmefähigkeit, teilweiser Gedächtnisverlust, Haarausfall, Appetitlosigkeit und beginnende Schwermütigkeit. Wie die sowjetischen Forscher ferner feststellten, können Mikrowellenstrahlungen von niedriger Intensität außer solchen Störungen des zentralen Nervensystems auch den normalen Rhythmus der Gehirnströme verändern, die mit dem Elektroenzephalographen (EEG) aufgezeichnet werden. Mikrowellenstrahlungen hoher Intensität riefen vereinzelt Halluzinationen und andere Störungen des Wahrnehmungsvermögens hervor. Bei den für sowjetische Radartechniker eingeführten elektrokardiographischen Reihenuntersuchungen (EKG) stellte man auch zahlreiche anormale Veränderungen der Herzmuskelfunktion fest, darunter Bradykardie (Puls-Verlangsamung) und ungewöhnliche Schwankungen des Blutdrucks. Diese Erkenntnisse führten dazu, daß einige Wissenschaftler empfahlen, Personen mit Herzmuskelschäden müßten von Tätigkeiten befreit werden, die mit einer Exposition gegenüber mit Radiofrequenz schwingender Energie verbunden sind. Ähnlich wie in Amerika Dr. Barron, stellten auch sowjetische Forscher Verschiebungen in der Häufigkeit verschiedener weißer Blutkörperchen fest, dazu einige Veränderungen im Aufbau bestimmter Eiweißkörper des Blutes. Am meisten gefährdet waren aber auch bei den russischen Arbeitern die Augen. Allerdings konnte durch frühzeitige Sicherheitsmaßnahmen die Entwicklung von Grauem Star stets frühzeitig erkannt werden. Doch hat es noch andersgeartete Sehbehinderungen gegeben, die nach nur ganz geringer Strah-

lungseinwirkung auftraten: Erschwertes Erkennen weißer Objekte, falsche Beurteilung des Farbtones Blau. Die sowjetischen Arbeitsmediziner wandten sich bei der Untersuchung der Arbeiter, die im Mikrowellen-Strahlungsbereich beschäftigt waren, sogar solchen endokrinen Erscheinungen zu wie Schilddrüsenvergrößerung und -überfunktion sowie verminderte Milchabsonderung bei stillenden Müttern. Und auch in einer sowjetischen Quelle ist zu lesen, daß die männlichen Mitarbeiter von Radar-Versuchslabors unter ihren Kindern unverhältnismäßig häufiger Töchter hätten als ihre Kollegen in von Strahlung verschonten Betriebsteilen. Das könnte bedeuten, daß Mikrowellen diejenigen Spermien, die für männlichen Nachwuchs verantwortlich sind, irgendwie schädigen oder unbeweglicher machen.

In einem ersten grundlegenden Buch plädierte die führende sowjetische Fachautorin Dr. Zinaida V. Gordon schon im Jahre 1960 für eine äußerst strenge Handhabung der Schutzvorschriften, da energiereiche Hochfrequenzfelder ohne jeden Zweifel im menschlichen Organismus Spuren hinterlassen müßten. Daß solche Schutzvorschriften damals schon galten, zeigt das Datum einer Verordnung des Leiters des Staatlichen sowjetischen Gesundheitswesens: „Sicherheitsbestimmungen für Personen im Bereich von Mikrowellen-Generatoren“, vom November 1958. Diese Bestimmungen enthalten keineswegs nur die Forderung, niemand dürfe an einem 8-Stunden-Tag einer größeren Strahlungs-dosis als $10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ ausgesetzt werden, sondern es werden strikte Richtlinien zur Anwendung in der Praxis gegeben, vom Wortlaut der Verbotsschilder an Absperrungen bis zur Art der Schutzbrillen, die von einer Mikrowellenstrahlung mit Leistungsdichte $1 \text{ mW}/\text{cm}^2$ an zu tragen sind. (Das sind alles Dinge, von denen man in Amerikas Radar-Fabriken kaum etwas gehört hat.) Es wird auch genau vorgeschrieben, daß Apparaturen, die mit Mikrowellen arbeiten, gesondert untergebracht werden müssen; also keinesfalls dort, wo noch andere Arbeiten ausgeführt werden. Auch die Richtung der Antennen solcher Generatoren muß stets so gewählt sein, daß das Bedienungs-personal geschützt ist, vor der Einwirkung von Leckstrahlungen (soweit möglich) und

besonders vor dem Haupt-Funkstrahl des Senders. – Welcher Kontrast zu den Verhältnissen in den USA, wo in den meisten Radar-Laboratorien lange Zeit nichts dagegen unternommen wurde, daß jedermann kreuz und quer durch die stärksten Strahlenbündel lief! – Weitere russische Sicherheitsvorschriften ordnen an, daß die Strahlungsintensität regelmäßig, und zwar mindestens alle zwei Monate, überall zu messen ist, wo Mikrowellen-Geräte betrieben werden – auch in benachbarten Arbeitszonen und anschließenden Räumen, und zwar bei mit höchster Kraft arbeitendem Generator. Außerdem sind bei jeder Veränderung von Standort, Frequenz, Arbeitsbedingungen, Konstruktion des Gerätes usw. erneute Strahlungsmessungen zwingend vorgeschrieben.

So unglaublich das auch scheint: wenn man in den USA von neuen sowjetischen Erfindungen und Bestimmungen hört, löst das schwerlich ein so hohes Interesse aus, daß dadurch ein Anstoß für neue Forschungen gegeben würde. Auch die Berücksichtigung von biologischen Effekten der Mikrowellenstrahlungen in der sowjetischen Literatur und Praxis wurde von Gesundheitsbehörden und wissenschaftlichen Instituten des Westens nur mit Skepsis begrüßt, während Elektronik-Industrie und Armee sogar mißtrauische Ablehnung an den Tag legten. Eine der Ursachen für diese Reaktion ist vielleicht die sehr unterschiedliche Ausbildung der Biologen von Ost und West. Die sowjetischen Biologen wurden bekanntlich stark von den Theorien des Physiologen und Nobelpreisträgers von 1904 Iwan Petrowitsch Pawlow (1849–1936) beeinflusst, der die Rolle des menschlichen Zentralnervensystems als Kontrollinstrument des ganzen Organismus betonte. Es mag daher hier nahegelegen haben, Mikrowelleneffekte auch in Modifikationen des Funktionierens der Nerven zu suchen und zu erkennen. Amerikanische Naturwissenschaftler haben für Gemütsverfassung sowie alle nicht quantifizierbaren Daten weniger übrig; sie verlassen sich am liebsten auf Dinge, die beobachtet, gemessen und in Experimenten wiederholt werden können. Hinzu kommt, daß nicht nur auf Konferenzen, sondern auch bei Veröffentlichungen und Korrespondenz die Übersetzung von Berichten über russische

Experimente manchmal krasse Ungenauigkeiten enthält, und daß bestimmte Details der Untersuchungen häufig nicht bekanntgegeben werden. Besonders die Streitkräfte in aller Welt empfinden jede objektive Betrachtung über mögliche Gesundheitsschäden durch Mikrowellenstrahlung als unerwünscht, seit die Mikrowellentechnik das unentbehrliche Rückgrat jeder Angriffs- und Verteidigungsausrüstung darstellt. Das ist in Betracht zu ziehen, wenn man kritisiert, daß die amerikanische Armee fast um jeden Preis den 10-mW/cm²-Sicherheitsstandard schützt und im Namen der nationalen Sicherheit Nachrichten über schädliche Auswirkungen von Mikrowellenstrahlungen niedriger Leistungsdichte ignoriert, dementiert oder auch unterdrückt.

Aber im Jahre 1962 stürzte eine seltsame Entdeckung bei der Amerikanischen Botschaft in Moskau das Verteidigungsministerium der USA und die verschiedenen Geheimdienste sehr in Zweifel, ob Mikrowellen nicht doch für Schädigungen der Nerven und des Wohlbefindens verantwortlich sein könnten, auch wenn von thermischer Wirkung nichts zu spüren ist: Als damals einige Sicherheitsexperten eine elektronische Überprüfung des Moskauer Botschaftsgebäudes vornahmen, um eventuell versteckte Abhörvorrichtungen zu entdecken, bemerkten sie, daß die Russen von einem Haus über der Straße aus Mikrowellenstrahlen mit niedriger Intensität in die Botschaft richteten – wahrscheinlich schon seit längerer Zeit. (Solche Überprüfungsaktionen werden seit 1952 periodisch durchgeführt. Damals hatten Sicherheitsbeamte einige „Wanzen“ in dem großen geschnitzten Wappenadler der Vereinigten Staaten entdeckt, welchen die Sowjetregierung anläßlich der Beendigung des 2. Weltkrieges dem US-Botschafter Harriman geschenkt hatte.) Zuerst war man der Meinung, die Mikrowellenbestrahlung hätte etwas mit den „normalen“ Lauschaktionen zu tun, die alle Nationen gegeneinander durchzuführen pflegen. Doch bald war zu erkennen, daß hier zahlreiche verschiedene Frequenzen abwechselnd gebraucht wurden und daß die Strahlenbündel nach einem äußerst unregelmäßigen Muster fluktuierten, was nicht geeignet schien für das geheime Sammeln von Nachrichten. Mit der Zeit

wurde die Suche nach dem Motiv für das russische Strahlenbombardement die Aufgabe verschiedener amerikanischer Sicherheitsdienste, einschließlich der 'Zentralen Nachrichten-Agentur' CIA. Die CIA-Beamten erfuhren nun verspätet, welch hohen Stand die sowjetische Forschung in Bezug auf die Wirkungen von Mikrowellen auf das menschliche Befinden erreicht hatte.

Aus Sicherheitsgründen wurde die ganze Untersuchung unter äußerster Geheimhaltung durchgeführt. Einzelheiten wurden in der üblichen Weise mit Decknamen bemantelt. In den Berichten hieß die auf die Moskauer US-Botschaft gerichtete unregelmäßige Strahlung „das Moskauer Signal“. Dessen Untersuchung nannte man „Unternehmen Pandora“. Die Information über die Arbeit wurde auf strikter „Wer muß etwas wissen“-Basis nach Geheimnisträger-Klassen verteilt; die meisten Botschaftsangehörigen, die dauernd bestrahlt wurden, erfuhren von dieser Tatsache gar nichts. In Amerika erkundigten sich jedoch einige CIA-Agenten bei Wissenschaftlern, deren Engagement für die Mikrowellenforschung ihnen bekannt war, ob es vernünftig wäre, anzunehmen, daß auf Menschen gerichtete Mikrowellenstrahlungen auch aus einigen zehn Metern Entfernung noch das Gehirn schädigen und Verhaltensveränderungen verursachen könnten. Mehr wurde damals nicht bekannt.

Ingeheim ging aber das Verteidigungsministerium durch spezielle Forschungen weiter der Frage nach, inwieweit Mikrowellenstrahlung im Leistungsdichte-Bereich unter 1 mW/cm^2 biologisch wirksam sein könnte. Einige frühere sowjetische Tierversuche wurden nachvollzogen, um Aufschlüsse darüber zu erhalten, was von hochfrequenten Radiostrahlungen für das Zentralnervensystem zu befürchten ist. Und zur Zeit des Vietnam-Krieges liefen am Washingtoner Walter-Reed-Armeeforschungsinstitut über mehrere Jahre Versuche mit Rhesusaffen, welche man Mikrowellen aussetzte, die in Stärke und Frequenzen dem „Moskauer Signal“ nachgebildet waren – offenbar, um auf das Motiv für die Bestrahlung des Botschaftsgebäudes zu kommen. Die Resultate werden allerdings als „nicht eindeutig“ bezeichnet. Aber

gleichartige Versuche, die von freien Forschungsinstituten seitdem unternommen worden sind, haben inzwischen demonstriert, daß Mikrowellen von sehr geringer Strahlungsintensität auf das Zentralnervensystem wie auf das Verhalten verschiedener Arten von Affen einen nachhaltigen Einfluß ausüben könne.

4. Der menschliche Faktor

Bei einem „Gipfeltreffen“ der beiden Regierungschefs, das im Juni 1967 in Glassboro stattfand, forderte der damalige US-Präsident Johnson den sowjetischen Ministerpräsidenten Kossygin persönlich auf, die Bestrahlung der amerikanischen Botschaft in Moskau mit elektromagnetischen Wellen einstellen zu lassen.

Etwa um die gleiche Zeit wurden im amerikanischen Kongreß mehrere Gesetzesvorlagen eingebracht, wonach künftig elektronische Produkte aller Art so zu konstruieren und herzustellen sind, daß die Öffentlichkeit keiner Gesundheitsgefährdung ausgesetzt und die Sicherheit am Arbeitsplatz gewährleistet wird. Die Vorschläge waren das Ergebnis einer vielbeachteten Diskussion über die Tatsache, daß die General Electric Company 90 000 Farbfernsehgeräte zu einer Werksinspektion zurückgerufen hatte, weil aus einigen Hochfrequenzröhren gefährliche Röntgenstrahlen ins Freie gelangten. Damit war das Parlament erstmals mit den Gefahren ionisierender Strahlungen konfrontiert, die von Fernseh- und Röntgenapparaten sowie von in der Industrie benutzten künstlichen radioaktiven Stoffen ausgehen. Ein Senatskomitee hörte dazu 5 Tage lang zahlreiche Fachleute, und im Mai 1968 wurde beschlossen, die Messungen und Schutzmaßnahmen müßten sich auch auf nichtionisierende Strahlungen erstrecken.

Wie nicht anders zu erwarten, war in keinem der den Senatoren gegebenen Fachberichte eine Andeutung darüber enthalten, daß Verteidigungsministerium und CIA längst ein-

gehend über die Möglichkeit unterrichtet waren, daß Mikrowellenstrahlung niedriger Intensität das menschliche Wohlbefinden beeinträchtigen kann. Im Gegenteil: Das Verteidigungsministerium schickte zwei hohe Offiziere von der Ingenieur- und Forschungsabteilung sowie je einen Stabsarzt von Marine, Luftwaffe und Armee, die dem Staat versicherten, die von den Streitkräften durchgeführten Forschungen über biologische Effekte von Mikrowellen seien umfassend genug gewesen, die 10-mW-Sicherheitsgrenze als ausreichend zu bestätigen. Niemand sei durch die militärischen Mikrowellenanlagen irgendwelchen schädlichen Einflüssen ausgesetzt gewesen. (Offenbar hatte den Herren auch niemand aus dem Ministerium einen Hinweis auf das Bestehen umfangreicher russischer Literatur über die Wirkungen von Mikrowellenstrahlungen geringer Intensität gegeben. Desgleichen wurde nicht daran gedacht, daß die amerikanische Luftwaffe selbst, in einem medizinischen Ratgeber vom Dezember 1965, unter der Überschrift „Ungeklärte Körperreaktionen auf Radar“ in objektiver Weise mitgeteilt hatte: „Schmerzen oberhalb des Magens und/oder Erbrechen können gelegentlich schon als Folgen der Einwirkung von Strahlungsleistungsdichten zwischen 5 und 10 mW/cm² auftreten.“)

Der einzige Forscher, der in den 5 Sitzungstagen direkt auf die sowjetischen Erkenntnisse Bezug nahm, war Professor C. Susskind von der Berkeley-Universität. Er erläuterte dem Komitee, daß sich die amerikanischen Wissenschaftler leider kaum um die nichtthermischen Effekte von Mikrowellen Besorgnisse machen, obwohl sie es anders wissen müßten. Wörtlich stellt er fest: „Wir können nicht gut über einen wichtigen Teil fundierter wissenschaftlicher Literatur hinweggehen, bloß weil er russischer Herkunft ist.“ Es sei vielmehr notwendig, durch Wiederholung der in der Sowjetunion durchgeführten Experimente zu klären, ob die von den Russen gezogenen Schlußfolgerungen zutreffen oder vielleicht zu widerlegen sind. Denn nachdem sich nach und nach die Gefährlichkeit ionisierender Strahlungen herausgestellt hat, wäre es nicht überraschend, wenn nun auch die nichtionisierende Strahlung bei zunehmender Anwendung als vielleicht noch

beunruhigenderes Problem erkannt würde. – Professor Susskind hatte für seine Ansicht gute Gründe, denn sieben Jahre zuvor hatte er für die Luftwaffe Tierversuche durchgeführt, deren Ergebnis dringend nach weiteren Forschungen verlangte. Unter anderem waren länger als ein Jahr 200 männliche weiße Mäuse tagtäglich 4 1/2 Minuten lang der Strahlung eines X-Band-Radarsenders (Leistungsdichte rund 100 mW/cm²) ausgesetzt worden. Die normale Lebensdauer der Tiere schien darunter nicht zu leiden; sie entsprach der bei einer gleichgroßen Kontrollgruppe, die unter normalen Lebensbedingungen gehalten wurde. Nach der Autopsie der gestorbenen Tiere zeigte sich dann, daß bei den bestrahlten Mäusen fünfmal so viele Fälle von Keimdrüsendegeneration vorkamen wie bei den Kontrolltieren. Noch alarmierender erschien es aber, daß Leukämie in zwei verschiedenen Formen, also Blutkrebs, unter Radareinfluß ebenfalls häufiger war: 35 % (70 von 200 Tieren) waren erkrankt, gegenüber 10 % (also 20 Exemplaren) bei der Vergleichsgruppe.

Während die meisten Gutachten, die dem Senatskomitee vorgetragen wurden, die 10-mW-Grenze unterstützen, sorgten einige weitere gewichtige Stimmen dafür, daß die Abgeordneten ein Bild von der eigentlich bestehenden Unsicherheit auf dem Gebiet gewinnen konnten. Das vielleicht überraschendste Beispiel für eine verantwortungsvolle, objektive Betrachtungsweise gab Professor Schwan, der bekanntlich auf dem „Mayo-Kongreß“ 1955 den 10-mW-Pegel selbst vorgeschlagen hatte und jetzt Vorsitzender des amerikanischen Normenausschusses für Radiofrequenz-Strahlungen war, einer von Industrie und Bundesregierung getragenen Organisation, die im Jahre 1966 die Annahme der verbreiteten 10-mW/cm²-Grenze als offiziellen Standard empfohlen hatte. Ausgerechnet Professor Schwan erklärte nun, es seien noch umfangreiche Forschungen nötig, wenn man entscheiden wolle, ob lange anhaltende oder häufige Exposition des Körpers gegenüber Mikrowellenstrahlungen niedriger Intensität harmlos sei oder nicht, ob der gleiche Sicherheitspegel für Erwachsene und Kinder gelte, ob die Mikrowellen mit dem Zellgewebe auf mikroskopisch erkennbare Weise oder auf Molekularebene

reagieren und ob sie tatsächlich die Ursache für Erbschäden und für Einschränkungen der Funktionen des Nervensystems sein können. Ferner betonte Professor Schwan, daß Forscher, die Informationen über Mikrowellenschäden in Betrieben zu erlangen suchen, in zunehmendem Maße bei den Unternehmern eine Abfuhr erhielten, entsprechend der bedauerlichen Tendenz, die auch weite Teile des Militärs und der Industrie beherrsche: nämlich die Möglichkeit von Mikrowellenschäden zu leugnen, um gesetzliche Auflagen und Entschädigungsansprüche zu vermeiden. Im übrigen sei der 10-mW-Standard lediglich das beste, was man aufgrund des vorhandenen Kenntnisstandes formulieren konnte. Man habe ihn „ins unreine festgelegt“ und nicht verhindern wollen, daß später nötige Verfeinerungen vorgenommen werden! Daß die 10-mW-Grenze keinerlei Rücksicht auf die Frequenz der Strahlung nimmt, sei schon ein Grund zur kritischen Nachprüfung. Denn inzwischen ist davon auszugehen, daß die Wirkungen von Leistungsdichte und Frequenz korrekterweise gemeinsam betrachtet werden müßten – zum Beispiel, weil elektromagnetische Wellen mit niedriger Frequenz viel tiefer in den Körper eindringen und ihn viel spürbarer erwärmen als höherfrequente Strahlen. Bei komplexen magnetischen Feldern werde der Standard sowieso bedeutungslos, weil irreguläre Streustrahlungen in der Umgebung von Mikrowellengeneratoren die Intensität der Gesamtstrahlung oft in nicht vorhersehbarer Weise erhöhen. Das gelte übrigens auch für die Mikrowellenherde im Haushalt. Ohne weiteres könne eine Hausfrau dadurch, daß sie Tag für Tag vor einem unsichtbaren Strahlenleck ihres Kochgerätes steht, einen Strahlungsschaden im Unterleib erleiden, und wenn der Ofen in Gesichtshöhe angebracht ist, dann könne sie möglicherweise erblinden.

Diese Aussagen machten auf das Senatskomitee den nachhaltigsten Eindruck, denn kurz vorher hatte eine Untersuchung von Mikrowellen-Haushaltgeräten in Washington und zwei Bundesstaaten gezeigt, daß aus den Koch-, Auftau- und Grillgeräten auch bei geschlossener Tür ein Sechstel bis ein Viertel mehr an Strahlungsintensität frei wird, als die von der Herdindustrie ebenfalls übernommene Sicherheitsgrenze von

10 mW/cm² vorschreibt. Bei einem Warentest mußten von 30 Mikrowellenöfen allein 24 als zu gefährlich ausgeschieden werden. Die Leckstrahlungen reichten bis hinauf zu 20 mW/cm². Nach der Senatskomitee-Anhörung, in der das jetzt alles zur Sprache kam, brach eine recht bittere Kontroverse zwischen Wissenschaft und Industrie über die Sicherheit des Kochens mit Mikrowellen aus. Sie dauert in den USA noch immer an. Der größte Hersteller von Mikrowellenanlagen, die Raytheon-Company, die auch Gewerbebetriebe und Kantinen mit großen Koch- und Trocknungseinrichtungen beliefert, beteuerte gegenüber dem Komitee, die Geräte der Firma seien mit Sicherheitsreserven versehen, und außerdem sei es „auf jeden Fall klar, daß Mikrowellen im Gegensatz zu Röntgenstrahlen *keine kumulative Wirkung* entfalten“. Dagegen schrieb ein bekannter Universitätsprofessor an das Komitee: „Wir haben einwandfrei bewiesen, daß Mikrowellen, die auf die Augen treffen, folgende schädliche Wirkung haben: mehrfache kurze Bestrahlungen, die einzeln nicht schmerzhaft sind und anfangs keine Folgen zeigen, führen bei häufiger Wiederholung zu einem dauernden Augenleiden. Also ist mit dieser (nichtionisierenden) Strahlung ein *gefährlicher kumulativer Effekt* verbunden.“

Angesichts der lückenhaften, einander oft widersprechenden Aussagen vertiefte sich der Kongreß nicht noch mehr in das enorm komplexe, so lange unbeachtet gebliebene Gebiet, sondern erließ ein Rahmengesetz für die Strahlungskontrolle, das im wesentlichen den Minister für Gesundheit, Erziehung und Wohlfahrt ermächtigte, die Forschung auf dem Gebiet der Strahlungsgefährdung zu koordinieren und in einem breit angelegten Programm zu fördern. Ferner sollten Normen entwickelt und verbindlich vorgeschrieben werden, welche die unnütze Emission von Röntgenstrahlen und anderen elektromagnetischen Wellen aus elektronischen Geräten auf ein Minimum beschränken. Keinerlei Bedingungen enthält das Gesetz über die Erarbeitung und Durchsetzung von Normen, die nicht nur den einzelnen Verbraucher vor Strahlungen aus seinen Geräten schützen, sondern auch die allgemeine Bevölkerung, die überall ahnungslos Mikrowellen- und anderen nichtioni-

sierenden Strahlungen ausgesetzt ist. Es wird auch keine verantwortliche Stelle genannt, die Emissions-Standards für elektronische Anlagen erlassen könnte, welche der größte aller Einzelnutzer von Mikrowellen betreibt, nämlich der Staat. Wie sehr darin dem Kongreß die Hände gebunden waren, geht klar aus einem Schreiben hervor, welches dem Vorsitzenden des Senatskomitees am 5. Juni 1968 aus dem Verteidigungsministerium zuing. Darin steht unter anderem:

Es ist selbstverständlich, daß die Entwicklung von Normen zum Schutz der Öffentlichkeit vor Gesundheitsschäden den Gebrauch von technischen Einrichtungen wie Radar, Richtfunkantennen und -sendern etc., die ja dafür gebaut sind, große Mengen elektromagnetischer Strahlen auszuschicken, nicht ausschließen wird. Die Nutzung solcher Anlagen ist oft lebenswichtig für die Verteidigungsbereitschaft des Landes. . . Sollten Standards ausgearbeitet werden, welche den Einsatz von derartigen Anlagen beeinträchtigen könnten, so sind letztere natürlich zum Gegenstand von Ausnahmebestimmungen zu machen.

Mit der Verantwortung für die administrative Bearbeitung des Strahlenschutz-Rahmengesetzes wurde das Büro für Strahlenschutz bei der Umweltschutz-Kontrollbehörde betraut. Es schickte sich pflichtgemäß an, Leistungs- und Emissionsnormen für Fernsehgeräte, Mikrowellenherde, Röntgendiagnose-Apparate und bestimmte, in Schulräumen verwendete Elektronenröhren herauszugeben. Das war zwar eine notwendige Arbeit, doch war es schwerlich möglich, auf diese Weise auch die Bewältigung der realen Dimension der Mikrowellengefahr in Angriff zu nehmen. Die Menge von Personen, die einer übermäßigen Belastung durch hochfrequente Radiostrahlung ausgesetzt ist, ist ohnehin zahlenmäßig nicht bekannt, so daß nur großzügige, allgemeine Maßnahmen zum Erfolg führen könnten, vergleichbar den Vorkehrungen, die in manchen Ländern zur Erhaltung der Natur getroffen wurden.

So lief das Rahmengesetz von 1968, *Radiation Control for Health and Safety Act* genannt, infolge der einseitigen

Ausrichtung auf kleine Strahlungsquellen und vieler anderer Einschränkungen auf nichts anderes hinaus als eine Erlaubnis, mit der seit dem Ende des 2. Weltkrieges wild wuchernden Ausbreitung von Mikrowellen-Großanlagen unvermindert fortzufahren.

Einer der wirkungsvollsten Beiträge des Büros für Strahlenschutz zu dem Bemühen, dennoch etwas zu erreichen, war der Vorschlag zur Abhaltung des dreitägigen Symposiums über „Biologische Wirkungen und Gesundheitsschäden infolge Mikrowellenbestrahlung“, das im September 1969 in Richmond stattfand. Zum ersten Mal seit 1960 kamen dort die führenden Mikrowellen-Spezialisten wieder zusammen und konnten über ihre Forschungsarbeiten diskutieren. Bei der Aufarbeitung des in der neunjährigen Zwischenzeit angestauten Stoffs zeigte sich, daß viele unabhängige Wissenschaftler auch in den USA nicht länger an der Idee festhielten, ernsthafte Beschwerden aufgrund von Mikrowellen-Einwirkung könnten nur thermisch bedingt sein. Der Ruf nach zusätzlichen Forschungen – im Sinne der Ausführungen, die Professor Schwan vor dem Senatskomitee gemacht hatte – wurde nun unüberhörbar. Gegenüber den Forschern, die noch immer nichts von der Möglichkeit nichtthermischer Effekte und schädlicher Wirkungen von Mikrowellenstrahlungen niedriger Intensität wissen wollten, zeichnete sich eine deutliche Kluft ab. Einige von ihnen mußten sich den Vorwurf gefallen lassen, sie könnten sich nur deshalb nicht von der alten Anschauungsweise trennen, weil ihre Forschungen von der Armee oder der Elektronik-Industrie finanziert würden. – Die Lage erinnerte an die Meinungsverschiedenheiten unter den Atomphysikern und Energiepolitikern wegen des Ausbaus der Kernkraftnutzung; dort spielt die „Lobby“ der Elektrizitätswirtschaft eine ähnliche Rolle wie die Interessenvertreter der Elektronik-Industrie in der Strahlenforschung.

Dieses Nebeneinander gegensätzlicher Auffassungen zeigte sich auch in der Einstellung gegenüber der sowjetischen wissenschaftlichen Literatur zum Thema Mikrowelleneffekte. Sie reichte von pauschaler Ablehnung über Zweifel an der Richtigkeit der Forschungsmethoden bis zu dem Appell eines

der Vortragenden an die Tagungsteilnehmer, die russischen Kollegen endlich als gleichwertige und integre Wissenschaftler anzuerkennen und bei weiteren Forschungen die Ergebnisse sowjetischer Untersuchungen nicht länger unbeachtet zu lassen. Dabei erinnerte der Redner daran, daß früher auch die sowjetischen Auffassungen über die Wirkung geringer Dosen von Röntgen- und anderen ionisierenden Strahlen in Amerika zuerst lächerlich gemacht worden waren, später aber als richtig anerkannt werden mußten.

Wenn auch sowjetische Wissenschaftler der Einladung zu dem Symposium nicht hatten Folge leisten können, so war doch in Richmond Dr. Karel Marha zur Stelle, Leiter der Abteilung Hochfrequenzen am Institut für Betriebshygiene und Berufskrankheiten in Prag. Er konnte über die Forschungen in der Tschechoslowakei unter anderem berichten, daß die Mitarbeiter seiner Abteilung über 200 Arbeitsplätze besucht und untersucht haben, an denen mit Mikrowellen gearbeitet wird, darunter Radarstationen und Rundfunksender. Überall waren sie bei den Arbeitern auf neurologische Beschwerden sehr unterschiedlicher Art gestoßen, von Augenschmerzen bis zu Schwindelgefühl bei längerem Stehen und erheblichen Schlafstörungen. In etlichen Fällen sei festgestellt worden, daß solche Effekte auf Strahlungen mit Leistungsdichten von nur $0,1 \text{ mW/cm}^2$ zurückzuführen waren – einem Hundertstel des amerikanischen Sicherheitsgrenzwerts. Da man die kumulative Wirkung als erwiesen ansehe, habe man in der CSSR den Grenzwert sicherheitshalber noch um den Faktor 10 erniedrigt, nämlich auf $0,01 \text{ mW/cm}^2$ für achtstündige tägliche Strahlungsexposition bei Impulsbetrieb festgelegt. Das entspricht der in der Sowjetunion maximal zulässigen mittleren Leistungsdichte. An Arbeitsplätzen, an denen der genannte Sicherheitswert überschritten wird, ist nur Teilzeitbeschäftigung (Schichtbetrieb) gestattet; schwangere Frauen sind grundsätzlich von der Tätigkeit an solchen Arbeitsplätzen befreit.

Außerdem differenziert man in der Tschechoslowakei (und in der DDR) auch noch zwischen Mikrowellen-Impulsbetrieb, der für die Radartechnik typisch ist, und dem für viele ther-

Grenzwerte der maximal zulässigen mittleren Leistungsdichte für die Exposition gegenüber Mikrowellenstrahlungen, die 1969 für verschiedene Länder verbindlich waren. (Seitdem keine neuen Festlegungen)

Die amerikanischen Grenzwerte gehen davon aus, daß thermische Wirkungen vermieden werden müssen. Die für die UdSSR und Osteuropa geltenden Werte unterscheiden sich von den amerikanischen um bis zu drei Größenordnungen, da sie auch die möglichen athermischen Wirkungen der Mikrowellen ausschließen sollen. Doch auch hier sind z. B. die Abweichungen zwischen den tschechischen Normen und denen der DDR recht beachtlich.

Dauer der Mikrowellen-Exposition pro Tag (Einwirkungszeit)	Maximal zulässige mittlere Leistungsdichte in mW/cm^2				Differenzierung: Betriebsweise
	USA	UdSSR, Polen	CSSR	DDR *)	
Ganztätig, in Osteuropa: 8 Stunden maximal	10,0 **)	0,01	0,025	0,1	Dauerstrich
			0,01	0,05	Impuls
Bis 3 Stunden (UdSSR: bis 2 Stunden)	10,0	0,1	0,065	0,5	Dauerstrich
			0,025	0,25	Impuls
Bis zu 20 Minuten	10,0	1,0	0,2	1,0	Dauerstrich
			0,08	0,5	Impuls

*) Genormt im DDR-Standard TGL 22 314/Mikrowellen, Januar 1969 (Entsprechende DIN-Normen gibt es bisher nicht.)

**) In Betrieben gilt die Empfehlung: Bei längerem täglichem Aufenthalt des Beschäftigten möglichst $< 1,0 \text{ mW/cm}^2$

Unterschiedliche *Abgrenzungen des Mikrowellenbereichs* im elektromagnetischen Spektrum sind in der Literatur häufig. Von der nachstehend angeführten Bandbreite sind Abweichungen sowohl in Richtung der niedrigeren Frequenzen (Kurzwellen, bzw. UKW) als auch in Richtung zur höherfrequenten Strahlung, also Infrarot, anzutreffen; vgl. Seite 37. *Maßgeblich* für die obenstehende Tabelle ist der definierte Frequenzbereich von 0,3 Gigahertz (= 333 MHz; Wellenlänge 0,9 m = 9 Dezimeter) bis 300 Gigahertz (= 300 000 MHz; Wellenlänge 0,001 m = 1 mm).

mische Arbeitsverfahren in der Industrie, für Mikrowellenherde und Diathermiegeräte verwendeten Dauerstrichbetrieb, der wesentlich geringere Belastungen als Impulsbetrieb mit sich bringt. – Die Übersicht (Seite 69) zeigt, welche großen Unterschiede zwischen den osteuropäischen und den amerikanischen Sicherheitsstandards im Jahre 1969 bestanden.

Die Gründe, die in der Tschechoslowakei zu so drastischen Strahlenschutzmaßnahmen geführt haben, erläutert Dr. Marha übrigens ausführlich in seinem Buch „Elektromagnetische Felder und ihr Einfluß auf die lebendige Umwelt“. Der Verfasser hofft, daß die englischsprachige Ausgabe des Werkes von allen, die es angeht, gelesen worden ist. Denn im Kapitel über biologische Effekte von Mikrowellenstrahlungen, die es zu verhindern gilt, werden unter anderem aufgezählt:

- Ausbreitung von Veränderungen bei der Fortpflanzung (schon unter dem Einfluß von Radiowellen niedrigerer Frequenz): sinkende Fruchtbarkeit, Sterilität, Ansteigen der Zahl von Mädchen-Geburten;
- Anstieg der Zahl von Fehlgeburten und von Mißbildungen bei Neugeborenen, z. B. nach Mikrowellen-Therapie im Frühstadium der Schwangerschaft;
- Senkung der Lebenserwartung bei Kindern, die im Mutterleib Mikrowellen ausgesetzt waren.

Auf dem Symposium in Richmond verteidigte sich Dr. Marha leidenschaftlich, als ihm seitens verschiedener amerikanischer Kollegen hartnäckige Kritik entgegenschlug. Auf den Einwand, wir Menschen seien doch noch viel schlimmeren Umwelteinflüssen ausgesetzt, so daß es nicht nötig gewesen sei, den Grenzwert für die Strahlungs-Leistungsdichte gleich um den Faktor 10 niedriger anzusetzen als den Wert, bei dem noch ein geringer Schaden beobachtet wurde, meinte der tschechische Forscher: „Diese Frage zeigt den großen Unterschied in der Denkweise der Wissenschaftler aus Ost und West. Unser Bestreben ist es, nicht nur Schäden zu verhüten, sondern von den Leuten selbst geringstes Unbehagen fernzuhalten.“

Indem er so den menschlichen Faktor in den Mittelpunkt stellte, wies Dr. Marha auf den tatsächlichen größten Mangel

hin, den die Mikrowellenforschung in den Vereinigten Staaten aufzuweisen hat. Denn innerhalb von mehr als 25 Jahren wurden hier unzählige Hunde, Katzen, Kaninchen, Ratten und andere Versuchstiere bestrahlt (oder, wie manche amerikanischen Wissenschaftler es nennen: hingemordet); mit Mikrowellen der verschiedensten Frequenzen und Intensität wurde ihnen Blindheit, Sterilität, künstlicher Schlaf, Fieber, Gehirnerstörung und Tod zugefügt – alles mit der Absicht, aus den Beobachtungen einmal einen wirksamen Sicherheitsstandard für die Strahlungsexposition des Menschen abzuleiten. Doch eine breit angelegte Untersuchung der Personengruppen, die tagtäglich bei ihrer Arbeit der Einwirkung von Mikrowellen ausgesetzt sind, wurde seltsamerweise nie vorgesehen. Man begnügte sich hier mit der Beobachtung der Fälle mit Augenbeschwerden. Die biologischen Effekte wurden ausgerechnet in einer Zeit ignoriert, in welcher Bedeutung und Anwendung von Mikrowellen für Wirtschaft und Armee immerzu anwuchsen.

Doch unter den Teilnehmern des Symposiums von Richmond waren bereits viele Wissenschaftler, die sich fest dazu entschlossen hatten, auf alle Wirkungen zu achten, die durch Mikrowellenstrahlung bei Personen auftreten. Dazu gehört auch, daß Mikrowellen der Frequenzen zwischen 330 und 3 000 Megahertz, die bei Radar, Fernsehen, Kurzwellenfunk, Richtfunktelephonie und Mikrowellenöfen benutzt werden, sich unter Umständen als *hörbar* erwiesen haben. Schon während des 2. Weltkrieges hatten Angehörige von Radar-Bedienungsmannschaften den pulsierenden Mikrowellenstrahl als leises „zip–zip–zip“-Geräusch vernommen; aber die Fachleute erklärten die Wahrnehmung damals für Sinnestäuschungen und ließen die Betroffenen psychiatrisch untersuchen. Erst Anfang der sechziger Jahre wurde das Phänomen von einem einzelnen amerikanischen Biologen nachgewiesen, Dr. Frey vom privaten Forschungsinstitut Randomline. Dabei zeigte sich, daß das Geräusch je nach Impulsabstand als Brummen, Pfeifen, Zischen, Ticken oder Klappern empfunden wurde, und zwar bei ganz verschiedener Leistungsdichte und noch 100 Meter weit weg von der Sende-

antenne. Es wirkte aber, als käme es nicht von weitem, sondern von einem Punkt in geringer Entfernung von der Mitte des Hinterkopfes – und wurde auch von Leuten vernommen, die fast taub waren oder denen man die Augen verbunden hatte. Offensichtlich hatte die Empfindung überhaupt nichts mit akustischen Luftschallwellen zu tun; sie war also eigentlich kein „Hören“. – Dr. Allan H. Frey wurde durch diese Untersuchungen ein Pionier der Erforschung von Mikrowelleneffekten, die das Nervensystem treffen. In Versuchen mit Tieren und Radarpersonal bewies er, daß die Töne der Radarstrahlen keineswegs durch mechanische Vibration von Gebiß, Trommelfell, Knochen, Muskeln oder Kopfhaut an das Ohr weitergeleitet werden. Und da aus der sowjetischen Literatur bekannt war, daß Mikrowellenfrequenzen, welche die nun beobachteten Geräusche hervorriefen, auch direkt ins Gehirn dringen können, besonders über das Schädeldach, beschloß Dr. Frey, zu untersuchen, ob die Wellen das Nervengewebe des Gehirns möglicherweise direkt reizen. Dazu pflanzte er Elektroden in Katzengehirne und begann, die Gehirnströme anhand der Lichtspuren auf einem Oszillographen zu beobachten. Dann bestrahlte er die Köpfe der Versuchstiere mit Mikrowellen-Impulsen einer Intensität von nur $0,03 \text{ mW/cm}^2$ (also 30 Mikrowatt) – einer Leistungsdichte, die nahezu 350mal geringer ist als der 10 mW -Standard. Und dabei zeigten die Ausschläge der Lichtbänder auf dem Sichtschirm unmißverständlich und eindeutig an, daß das Gehirn – einschließlich dem Hypothalamus mit seinen dem vegetativen Nervensystem übergeordneten Zentren*) – sehr stark auf die Reizung durch Mikrowellenenergie reagierte.

Dr. Frey vervollständigte seine Untersuchungen noch durch Experimente an Frosch-Herzen. Dabei entdeckte er eine weitere, wichtige Einzelheit: wenn er die Mikrowellen-Im-

pulse der auf die Versuchstiere gerichteten Strahlung mit dem Herzschlagrhythmus synchronisierte, konnte er zunächst den Herzschlag verändern, dann aber auch das Herz völlig zum Stillstand bringen.

Dank dieses Einsatzes für die Klärung biologischer Strahlungswirkungen genoß Dr. Frey beim Symposium in Richmond den besonderen Respekt seiner Kollegen. Doch das hinderte ihn nicht daran, die meisten von ihnen wegen ihrer Engstirnigkeit und der einseitigen Art ihrer Forschungsarbeit anzugreifen. Frey rief das Auditorium dazu auf, das mathematische Kalkül zu vergessen, wonach längst bewiesen sei, daß Mikrowellen den Nerven nichts anhaben könnten. Alle müßten vielmehr erkennen, wie wenig im Grunde über das Funktionieren der Nervenzentren bekannt sei, und wie wenig man also auch gültige Aussagen über den Zusammenhang zwischen Radiofrequenzstrahlungen und den Funktionen des menschlichen Körpers machen könne. Und er sagte abschließend etwas, was bisher noch kein amerikanischer Mikrowellenforscher öffentlich geäußert hatte: „Ich habe meine Versuche aus ethischen Gründen nicht an Menschen durchgeführt; denn ich habe schon zu viel gesehen. Ich selbst vermeide es sorgfältig, mich unsichtbaren, hochfrequenten elektromagnetischen Wellen auszusetzen. Ich glaube deshalb nicht, daß ich bei meinen Versuchen Leute in den Wirkungsbereich elektromagnetischer Felder lassen, also der Strahlung aussetzen, und ihnen ehrlich dazu erklären könnte, die Sache sei für sie auch nur im geringsten sicher.“

*) Der Hypothalamus ist ein Teil des Zwischenhirns, der unter dem sogenannten Sehhügel liegt. Von hier aus werden die wichtigsten Regulationsvorgänge des Organismus geleitet: Schlaf, Blutdruck, Atmung, Wärmeregulation, Schweißsekretion, Geschlechtsfunktionen u. a.