

# Electromagnetic Fields and the Life Environment. Marha, Karel; Musil, Jan; Tuhá, Hana, San Francisco 1971 (S.29ff)

## 4 Biological Effects Of Electromagnetic Waves And Their Mechanism

### 4.1 Effect on the human organism and on other vertebrates

#### 4.4. Mechanism of effects

Publiziert von diagnose:funk. Übersetzer: unbekannt. Erhalten am 16.08.2019 von Prof. Karl Hecht

## 4 Biologische Wirkung von elektromagnetischen Wellen und die zugrundeliegenden Mechanismen

### 4.1 Wirkung auf den Körper von Menschen und anderen Wirbeltieren

Die wachsende Entwicklung der Anwendung von Radiowellen für die verschiedensten Zwecke lässt die Zahl der beruflich diesem physikalischen Faktor ausgesetzten Personen weiter ansteigen. Chronische Einwirkung der elektromagnetischen Wellen kann zu subjektiven und objektiven Beschwerden bei Personen führen, die mit UHF ( 21, 81, 101, 117, 119, 126, 184, 224, 225, 274-277, 280 ) oder Radiofrequenz Generatoren ( 51, 111, 135, 147, 157, 183, 245, 246 ) arbeiten. Am stärksten wirken UHF Felder auf die Augen und auf das an der Fortpflanzung beteiligte Gewebe ( beim Mann ), weil diese Organe nahe an der Körperoberfläche liegen und deshalb von den elektromagnetischen Wellen leicht erreicht werden können. Anfällig sind auch das Nervensystem und das Herz-Kreislauf System, die nicht nur in der Nähe der Körperoberfläche liegen, sondern auch leitende Eigenschaften haben.

#### Thermische Wirkung.

Die am besten bekannte Wirkung bei der Absorption von Radiofrequenzenergie in biologischem Material ist die Erwärmung ( 34 ). Die Wärmewirkung findet vor allem bei relativ starker Intensität des Radiofrequenzfeldes statt. ( 193 ). ( Fußnote: Hohe Intensität: In der Größenordnung von hunderten Volt pro Meter im Radiofrequenzbereich oder hunderte Mikrowatt im UHF Band. Niedrige Intensität: In der Größenordnung von zig Volt pro Meter im Radiofrequenzbereich und zig Mikrowatt im UHF Band.( Anmerkung des Übersetzers: Nach Marha Radiofrequenzbereich von 30 kHz bis 300 MHz, UHF Bereich von 300 MHz bis 3000 GHz. ) Die einfach nachweisbare und vorführbare Wirkung ist die Zunahme der Körpertemperatur ( 228, 245 ), die mit zunehmender Länge und Stärke der Bestrahlung zunimmt ( 90, 279, 282 ). Viele Autoren haben die Auswirkung von Radiofrequenzstrahlung auf die Temperatur von Haut und tieferliegendem Gewebe ( 40, 80, 138 ), die Temperatur von Muskeln ( 95, 142 ) und die Temperatur der Augen untersucht. Kurze Bestrahlung führt zur größten Erwärmung der Körperoberfläche ( Haut ), oft sogar zu örtlichen Verbrennungen der Oberfläche. Die Temperatur nimmt mit zunehmender Tiefe ab. Längerwellige Strahlung dagegen verursacht die höchste Temperatur in tiefliegenden Muskeln ( 195 ). Die Temperatur innerer Organe und deren Durchblutung steigt ebenfalls ( 282 ). Bei Bestrahlung mit Feldern hoher Intensität ( 40 bis 100 mW/Quadratmeter ) werden Blutgefäße ernsthaft verletzt und es kommt zu Blutungen der inneren Organe ( 40, 283 ). Es ist auch möglich dass einzelne Organe ernsthaft verletzt werden ohne dass der gesamte Körper überhitzt wird. (Seite 30) Dieses Phänomen entsteht vor allem dann, wenn sich ein Teil des Körpers aufgrund seiner Abmaße im Verhältnis zur Wellenlänge in Resonanz befindet. Wenn die Abmaße eines Teils eines bestrahlten Objektes vergleichbar ist mit der Wellenlänge ( zum Beispiel ein ganzzahliges Vielfaches der Hälfte der Wellenlänge ) können dort stehenden Wellen auftreten. Implantiertes Metall kann auch zu einer Konzentration von Radiofrequenzenergie führen ( 165, 195, 209 ).

Über einen bestimmten Bereich der Bestrahlungsstärke kann die Wärmeregulation des Organismus das Gleichgewicht aufrechterhalten ( 139, 280 ). Bei starker Bestrahlung kann diese Regelung die Temperatur des Organismus nicht mehr ausgleichen, so dass es zu Überhitzung und Tod kommt ( 169, 283 ). Die Überlebenszeit kann bedeutend von der Anfangstemperatur des Organismus und seiner Kühlung während der Bestrahlung abhängen ( 7, 41 ). Es sollte beachtet werden, dass Ergebnisse, die alleine auf Tierversuchen beruhen, nicht so einfach auf die Wirkung elektromagnetischer Felder auf den Menschen übertragen werden können. Das etwas unterschiedliche Wärmeregulationssystem und verschiedene andere Einflüsse ( auf dem Gebiet des Wärmehaushaltes und der Radiofrequenzabsorption ) in verschiedenen Organismen müssen berücksichtigt werden ( 137 ).

#### Subjektive Beschwerden von Personen die in Radiofrequenzfeldern arbeiten.

Arbeiter klagen über Kopfschmerzen, Anspannung der Augen mit Tränenfluß, Ermüdung als Folge allgemeiner Schwäche und Schwindel nach längerer Zeit des Stehens. In der Nacht ist ihr Schlaf gestört und oberflächlich und am Tag sind sie müde. Solche Personen sind launisch, oft gereizt und sogar ungesellig. Sie zeigen hypochondrische Reaktionen und sind ängstlich. Manchmal empfinden sie nervliche Anspannung oder im Gegensatz dazu Verringerung der geistigen Leistungsfähigkeit in Verbindung mit Verschlechterung intellektueller Funktionen ( vor allem Beeinträchtigung des Gedächtnisses ). Nach einer längeren Zeit der Bestrahlung kommt es zu einer deutlichen Trägheit und der Unfähigkeit Entscheidungen zu treffen. Die Betroffenen klagen über ein ziehendes Gefühl in Kopfhaut und Stirn, Haarausfall, Schmerzen der Muskeln und in der Herzgegend ( in Verbindung mit Herzklopfen ) sowie Atemprobleme. Es ist nicht ungewöhnlich, dass sie über sexuelle Probleme klagen. Weiterhin kann man ein leichtes Zittern der Augenlider, der Zunge und der Finger, verstärktes Schwitzen der Gliedmaßen, Dermographismus ( Fußnote: "Schreiben auf der Haut", Überempfindlichkeit gegenüber mechanischer Stimulation. Wiederholtes leichtes Reiben der Haut verursacht wegen örtlicher Reizung und starker Durchblutung sofort rote Flecken. Bei einigen Personen existiert eine solche Reizbarkeit der Haut von Geburt an. Sie tritt ziemlich häufig bei Neurotikern auf ) und brüchige Fingernägel beobachten. Eine einzige Bestrahlung kann eine Verringerung der Widerstandsfähigkeit des Organismus verursachen ( 259, 279 ). Mit Hinblick auf die Wirkung radiofrequenter Felder auf die Sexualität reagieren Frauen im allgemeinen empfindlicher als Männer ( 64, 190, 262 ). Es wurde über einer Verringerung der Milchproduktion stillender Mütter berichtet ( 186, 195 ). Nach einer bestimmten Zeit ohne Bestrahlung ( manchmal mehrere Wochen oder auch länger ) (Seite 31) stellt sich der Organismus wieder auf seinen normalen physiologischen Zustand ein, und alle subjektiven und objektiven Beschwerden verschwinden. Diese Reaktion wird in der Literatur in der Regel als Regeneration beschrieben ( 195, 279 ).

#### Wirkung auf die Augen: Versuche mit Tieren.

Der stärkste thermische Effekt von elektromagnetischen Wellen wird im UHF Bereich beobachtet, wie durch Untersuchungen der Erhitzung der Augen in Abhängigkeit von der Frequenz ( 195 ) und der Verteilung der Wärme innerhalb der Augen bestätigt wurde ( 39, 142 ). Diese Versuche haben gezeigt, dass die Temperatur schneller ansteigt als die Energiedichte der Strahlung ( 26 ). Eine solche Erwärmung führt zu verschiedenen starken Schäden der Augen ( 17, 107, 161, 259 ), manchmal sogar zu Trübungen der Linse und der Hornhaut ( 215 ). Bei einer genügend starken Bestrahlung kann eine Trübung bereits nach einer einmaligen Bestrahlung auftreten, wobei die notwendige Bestrahlungszeit umgekehrt proportional zur Bestrahlungsstärke ist ( 137, 227, 269 ). Sogar bei einmaliger Bestrahlung bei Stärken die das Auge nicht sofort schädigen, kann ein Grauer Star oder eine Linsentrübung in den folgenden 1 bis 60 Tagen entstehen ( 195, 213 ). Wiederholte Bestrahlung unterhalb der für direkte Schädigung notwendigen Stärke kann ebenfalls zu Schäden führen ( 14, 26, 27, 30 ). Dies ist ein Hinweis auf kumulative biologische Wirkung von UHF Strahlung ( 132, 279 ). Im Hinblick auf die Verursachung von Trübungen im Auge ist ein gepulstes elektromagnetisches Feld wirkungsvoller als ein ungepulstes ( 26, 27 ). Schäden an den Augen entstehen nur durch ihre direkte Bestrahlung. Bei Bestrahlung des ganzen Körpers mit fast tödlicher Stärke werden die Augen nicht geschädigt ( 20, 31, 195 ), nicht einmal mit gepulster Strahlung ( 142 ), wenn die Strahlung nicht auf die Augen gerichtet wird.

#### Wirkung auf die Augen des Menschen.

Beim Personal von Radiofrequenzsendern wurde keine Schädigungen der Augen beobachtet ( 21 ), aber eine bedeutende Zahl von Schädigungen wurde bei Personen gefunden, die in einem UHF Feld arbeiten, vor allem bei Radarpersonal ( 12, 28, 29 ). In einer Zahl von Fällen wurde Grauer Star an

einem oder beiden Augen beschrieben ( 99, 225, 279, 280 ). Sowjetische Autoren warnen dass chronische Bestrahlung mit Stärken in der Größenordnung von einigen Milliwatt pro Quadratcentimeter genügen um Trübungen im menschlichen Auge hervorzurufen ( 195 ). Bei solchen Personen wird zuerst vermehrter Tränenfluß und Erschöpfung der Augen ( 280 ) in Verbindung mit Veränderungen im Sehen beobachtet. Diese Veränderung im Sehen zeigt sich vor allem in einer Verringerung der Empfindlichkeit gegenüber farbigem Licht ( insbesondere Blau ) und fehlerhaftem Sehen von weißen Objekten. Bei diesen Untersuchungen benutzten die Autoren ein "projection perimeter" ( Anmerkung des Übersetzers: Gerät zur Gesichtsfeldmessung? ) ( 283 ). Ein schwaches Radiofrequenzfeld verringert auch die Schwelle der Empfindlichkeit für Lichtreize in dem an die Dunkelheit angepassten Auge ( 116 ). Die Veränderung an der Grenze der Empfindlichkeit ist für gepulste und nichtgepulste Sender gleich ( 280 ). Auch eine Änderung des Augeninnendrucks als Folge chronischer Bestrahlung mit Zentimeterwellen wurde beobachtet ( 279 ). Bei Bestrahlung unterhalb der für direkte Schäden notwendigen Stärke wurde eine Verringerung von Vitamin C in der Linse und in der Flüssigkeit der vorderen Augenkammer beobachtet ( 195 ). Während der akuten Entstehung von Grauem Star kommt es zu einer bedeutenden Verringerung der Aktivität von Adenosintriphosphatase und Pyrophosphatase in der Linse ( 37 ).

(Seite 32) Im Hinblick auf diese Fakten sind Warnungen im Hinblick auf die therapeutische Anwendung von Zentimeterwellen also gerechtfertigt, vor allem wenn eine Augenkrankheit besteht ( 99, 213 ). In Versuchen mit Modellen mit denen man versucht hat, die Wärmeverteilung innerhalb des von einem UHF Feld bestrahlten Auges zu messen, wurden Materialien wie 30prozentige Gelatine und Polystyrolschaum verwendet ( 100 ). Verschiedene Ansichten wurden über die Ursache von Augenschäden geäußert. Bei höheren Intensitäten ist der Schaden offensichtlich eine Folge der Erwärmung, die mit einer Koagulation von Proteinen in der Linse verbunden ist. Bei niedrigen Intensitäten findet eine Störung von Stoffwechselfvorgängen statt. Eine wichtige Rolle dabei wurde Glutathion zugeschrieben. Trübungen könnten auch durch Störung der Zellatmung und des Reduktions-Oxidationssystems verursacht werden. ( 195 ).

#### Das Nervensystem.

Die subjektiven Beschwerden von Personen, die in Radiofrequenzfeldern arbeiten, stehen vor allem mit dem Nervensystem im Zusammenhang. Aus diesem Grund wurde den Veränderungen im Zentralen Nervensystem unter Bestrahlung besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Der Leser findet Einzelheiten in verschiedenen leicht beschaffbaren Zeitschriftenartikeln ( 142, 195, 205, 279, 280, 282, 283 ). Bei der Erforschung der Wirkung von Radiofrequenz- und UHF Feldern auf den menschlichen Körper ( 64, 122, 123 ) wurden Veränderungen in der Aktivität des Zentralen Nervensystems ( ZNS ) bei großen und bei relativ kleinen Feldstärken untersucht. Diese Veränderungen wurden durch eine Bewertung des EEGs von Personen festgestellt, die in ihrer Mehrheit lange Zeit in Radiofrequenz- und UHF Feldern gearbeitet hatten ( 64, 248 ). Die Untersuchung des EEGs ist zur Zeit die einfachste objektive Methode um frühe Stadien der Schädigung des ZNS durch elektromagnetische Wellen festzustellen ( 53, 112, 122-124 ). Das Gesamtbild der Veränderungen der Nervenfunktionen die durch Schädigung des ZNS durch Radiofrequenz- und UHF Felder niedriger Intensität verursacht werden, gleicht einer Krankheit vom asthenischen Typus ( 47 ). Nur in einem Fall wurde eine schwere neurotische Erkrankung mit weiteren funktionellen Verschlechterungen bei einer Person beschrieben, die 10 Jahre lang im Feld eines Kurzwellengenerators gearbeitet hatte ( 35 ).

Bei hohen Intensitäten von Radiofrequenz- und UHF Feldern wird das Asthenische Syndrom sehr oft von Störungen der vegetativen Regulation des Herz-Kreislauf-Systems begleitet ( 61, 102 ). Gelegentlich wurden funktionelle Veränderungen bei Personen beschrieben, die ständig von Radiofrequenzfeldern mit Wellenlängen von einigen 10 bis einigen 100 Metern bestrahlt wurden ( 183, 194, 228 ). Auch hier treten die neurotischen Symptome am häufigsten auf und werden als Kurzwellenkater bezeichnet ( 51, 64 ). Interessant wenn auch drastisch sind Versuche, die die Hirnaktivität während der Bestrahlung des Kopfes durch starke Sender untersuchen ( 115 ). Wenn die Versuchsperson unruhig war oder sich kreativ beschäftigte, kam es zu Veränderungen der Hirnwellen. Zur gleichen Zeit wurde festgestellt, dass ein starkes Radiofrequenzfeld sogar Halluzinationen auslösen kann. Andere Autoren stellten unwillkürliche Bewegungen fest, wenn das Gehirn gesunder Personen bestrahlt wurde ( 142 ). Die oben genannten funktionellen Veränderungen (Seite 33) sind in der Regel reversibel. Nach dem Beseitigen der Ursache, also dem Ende der Einwirkung der Bestrahlung, stellt sich der normale Zustand wieder ein. In schwereren Fällen kann eine bedeutende

Verbesserung des Allgemeinzustandes durch die richtige Behandlung erreicht werden ( 35 ). Nur in wenigen Einzelfällen schreiten die Veränderungen weiter voran ( 46, 195 ). Unter dem Einfluß von elektromagnetischen Feldern kann sich auch des Verhalten von Tieren deutlich ändern. Dabei kann man Unruhe ( 180 ), Gereiztheit und verstärkte Aktivität ( 142 ) beobachten, was manchmal so weit geht, dass ruhige Tiere aggressiv werden ( 116 ). Bei niedriger Intensität kann es vorkommen, dass Tiere schläfrig werden. Bestrahlung des Kopfes eines Huhnes mit Radiofrequenzfeldern führt zur Erstarrung. Das Tier trinkt und frisst nicht und wenn man es aufstellt, bleibt es stehen, bis es vor Erschöpfung umfällt.

Interessant sind auch Experimente bei denen die Wirkung von Radiofrequenzfeldern auf die Reaktion von Tieren auf Reize untersucht wurden. Bei Intensitäten die zu niedrig waren, um das Tier zu stören, wurden konditionierte und unkonditionierte Reflexe bei Hunden hervorgerufen ( 142, 208 ). Bei stärkeren Intensitäten allerdings ist die Reaktion auf konditionierte Reflexe deutlich verringert oder ausgelöscht oder die Zeit die zur Hervorrufung des Reflexes benötigt wird ist länger. In einigen Fällen ist es notwendig, den Stimulus zu verstärken, um die Reaktion hervorzurufen ( 11, 79, 159, 208 ). Zum Beispiel haben wir den vollständigen Verlust des in einer Polizeischule antrainierten Gehorsams eines Hundes beobachtet, nachdem das Tier für ungefähr sechs Monate in einem starken Radiofrequenzfeld gehalten wurde. Aber diese Ergebnisse sind nicht eindeutig, denn einige Hunde, die auf gleichzeitige Geschmacks und Verteidigungsreflexe konditioniert waren, behielten die Verteidigungsreflexe während der Bestrahlung ( 14 ). Das EEG wurde bei Tieren und bei Menschen benutzt um Veränderungen in der elektrischen Aktivität des Gehirns während der Bestrahlung durch ein Radiofrequenzfeld festzustellen ( 276 ). Die Wirkung von einzelnen und chronischen Bestrahlungen des Organismus durch ein Radiofrequenzfeld auf Reflexe ist wahrscheinlich eine Folge von Veränderungen der Verbindungen der Nerven ( 143, 168, 279, 283 ). Man kann Degenerationen von Neuronen in Hirnrinde, Basalganglien, Pons, Medulla Oblongata und in einigen Fällen sogar dem Cerebellum sowie histologische und chemische Veränderungen in der Nähe von Nervenfasern feststellen ( 20, 143, 228 ).

Ähnliche Wirkungen wie sie durch Zentimeterwellen verursacht werden, sind auch die Folge von viel niedrigeren Frequenzen ( 12 ). Die Reaktion der Hirnrinde auf ein Radiofrequenzfeld gleicht der Wirkung von Bromiden oder Koffein ( 142 ). Es sind auch Untersuchungen über den funktionellen Zustand und die Änderung der Erregbarkeit von neuro-muskulären Präparaten in Radiofrequenzfeldern ( 39 ) sowie deren Wirkung auf Rheobase ( Anmerkung des Übersetzers: Minimal nötiger Gleichstrom der zur Beeinflussung eines Nervs notwendig ist ) und Chronaxie ( Anmerkung des Übersetzers: Zeit die ein Strom von doppelter Stärke der Rheobase benötigt, um einen Nerv zu beeinflussen. ) bei Tieren und Menschen durchgeführt worden. Weiterhin liegen Berichte von Unterschieden zwischen der Wirkung von ungepulsten und gepulsten Feldern sowie der Wirkung von Bromiden und Koffein auf das Ergebnis vor.

Die Reaktivität des gesamten Nervensystems eines Tieres wird durch ein Radiofrequenzfeld gestört. Zum Beispiel wird die Berührungsempfindlichkeit und (Seite 34) die Schmerzgrenze reduziert ( 223, 228 ). Die betäubende Wirkung des Radiofrequenzfeldes wird durch eine Verringerung in der Weiterleitung des betroffenen Nervs erklärt. Verschieden Veröffentlichungen befassen sich mit der Wirkung eines Radiofrequenzfeldes auf die Schwelle der Empfindlichkeit und auf die Latenzzeit von Rückenmarksnerven ( 142 ). Wie bereits erwähnt, wird das Sehen von einem Radiofrequenzfeld beeinflusst ( 51, 116, 225 ). Wenn das Gehör einem elektromagnetischen Feld ausgesetzt wird führen selbst niedrige Intensitäten zu verringerter Erregbarkeit der Nerven und verlängern gleichzeitig die Latenzzeit. Trotzdem kann das Hörvermögen bei solchen niedrigen Intensitäten etwas verbessert sein. Bestrahlung des menschlichen Cerebellums kann eine kurzfristige Änderung der Geräuschwahrnehmung im Raum hervorrufen ohne die Hörschwelle zu beeinflussen. Die Empfindlichkeit des Geruchssinns nimmt bei Bestrahlung mit einem Radiofrequenzfeld ebenfalls ab ( das heißt die Schwelle für die Wahrnehmungen wird höher ) ( 225 ). Diese Abnahme der Geruchsempfindlichkeit kann als eines der ersten Symptome der Wirkung von Zentimeterwellen auf gesunde Personen dienen, die mit Radiofrequenzgeneratoren arbeiten ( 279 ). Bei Kaltblütern ( Hai ) verschlechtert sich die Fähigkeit die Beute zu "riechen" oder auf andere Weise zu finden bei der Einwirkung von Radiofrequenzfeldern ( 287 ). Die Wirkung von UHF Feldern hoher Intensität kann zu einer Schädigung des Interrezeptor Apparates ( Anmerkung des Übersetzers: Soll wohl heißen der Nervenverbindung zwischen den Rezeptoren ) führen.

### Fortpflanzungsorgane.

Neben den Augen und dem Nervensystem sind die Fortpflanzungsorgane besonders anfällig für die Wirkung von Radiofrequenzfeldern. Wahrnehmbare Veränderungen finden vor allem bei hohen Feldstärken im Zentimeterbereich statt ( 17, 30, 82, 113, 137 ). Bei hohen Feldstärken besteht die hauptsächlichste Wirkung in thermischer Schädigung des der Fortpflanzung dienenden Gewebes. Eine Zunahme der Temperatur von männlichen oder weiblichen Geschlechtsorganen führt zu morphologischen Veränderungen ( 83 ) und möglicherweise zu degenerativen Prozessen in diesen Organen. Die Veränderungen sind ähnlich den durch thermische Verletzung hervorgerufenen ( 82 ). Das heißt, daß die Wände der Blutgefäße die die Fortpflanzungsorgane versorgen sich zusammenziehen können oder dass es zu einer direkten Schädigung von Eierstöcken und Hoden kommen kann. Untersuchungen an Zellen haben Unterbrechung der Spermienproduktion in verschiedenen Phasen der Entwicklung gezeigt ( 282 ). Diese morphologischen Veränderungen können sich dann in Veränderungen des Fortpflanzungszyklus zeigen, in einer Verringerung der Zahl der Nachkommen, in der Sterilität der Nachkommen ( 79 ) oder in einer Zunahme der Zahl der geborenen Weibchen.

Eine Abnahme der Fruchtbarkeit wurde bei Personen, die in Radiofrequenzfeldern arbeiten nicht festgestellt ( 12, 36, 280 ), aber was die Zahl der Kinder angeht, wurden deutlich mehr Mädchen geboren. Das Ergebnis einer Studie über die Wirkung von Radiofrequenz- und UHF Feldern auf den Menstruationszyklus von Frauen ist nicht eindeutig. Störungen des Menstruationszyklus wird als eines der Symptome der Wirkung von elektromagnetischen Feldern auf Organismen erwähnt ( 182 ), auch wenn die Ergebnisse von einigen anderen Untersuchungen von Frauen die zwischen 3 und 11 Jahren in einem UHF Feld gearbeitet haben diese Wirkung nicht bestätigt ( 24, 286 ). Es scheint, dass die Einwirkung von Radiofrequenzstrahlung auf schwangere Frauen und trächtige weibliche Tiere den Prozentsatz von Fehlgeburten erhöht ( 222 ). Die (Seite 35) Nachkommen von weiblichen Kaninchen, die der Einwirkung eines Radiofrequenzfeldes ausgesetzt waren, zeigten im Vergleich zu Nachkommen nicht bestrahlter Kaninchen deutliche funktionelle Änderungen und eine höhere Sterblichkeit ( 30 ). Die Literatur kennt einen Fall von Schädigung des Fetus bei einer Frau, die zu Beginn der Schwangerschaft mit Kurzwellendiathermie behandelt worden war. Nach der Geburt zeigte das Kind Veränderungen an den unteren und oberen Extremitäten. In den oberen Extremitäten fehlten Verknöcherungszentren ( 30 ). Andere Forscher haben berichtet dass ein Radiofrequenzfeld eindeutig die Entwicklung des menschlichen und tierischen Embryos behindert, vor allem im frühen Stadium. Die Entwicklung des Fetus wird verlangsamt, angeborene Veränderungen entstehen und die Lebenserwartung des Neugeborenen ist verringert. Die Wirkung ist kumulativ und die Erwärmung spielt ebenfalls eine eindeutige Rolle ( 160 ).

### Kreislaufsystem.

Wiederholte Bestrahlung mit einem Radiofrequenzfeld hoher Intensität führt zu Veränderungen im Kreislaufsystem ( 195, 279, 280, 283 ). Störungen im Blutkreislauf wurden beschrieben ( 80 ) die sich durch eine Änderung im Blutfluß bemerkbar machen ( 216 ). Im allgemeinen wird eine Zunahme des Blutflusses beschrieben die proportional der Stärke und Dauer der Bestrahlung ist ( 214 ). In Extremitäten mit unterbrochenen Nerven wird allerdings eine Verringerung der Durchblutung beobachtet. Die bessere Durchblutung beruht auf einer Erweiterung der Gefäße. Und eine Veränderung des Blutflusses durch Gefäßerweiterung verändert den Blutdruck ( 262 ). Zuerst steigt der Blutdruck geringfügig an und fällt dann ( 5, 11, 98, 224 ). Dieser Abfall kann sehr ausgeprägt sein und mehrere Wochen nach der Bestrahlung anhalten. Allerdings sind auch Berichte vorhanden, die keine solche Wirkung bei Radarpersonal beobachtet haben ( 224 ). Auch die Pulsrate verändert sich ( 141 ). Abhängig davon welcher Bereich des Körpers bestrahlt wird kann der Puls beschleunigt oder verringert sein ( 11, 198, 199 ). Das EKG wird für objektive Untersuchungen von Veränderungen der Herzaktivität verwendet. Radiofrequenzfelder verringern die Weiterleitung im Koronaren Kreislaufsystem was sich dann als Veränderung im EKG zeigt. Charakterisiert wird diese Veränderung als Bradykardie vom Sinustyp, manchmal in Verbindung mit Sinus Arrhythmie ( 245 ). Weitere Beobachtungen beinhalten Störungen der Reaktionen der Blutgefäße wie beispielsweise Schwingungen des Tonus der Adern ( 61 ).

Sowjetische Autoren ( 279 ) unterscheiden Symptome chronischer Bestrahlung mit Zentimeterwellen ( im Bezug zur Störung der Gefäße ) in drei Stadien: 1. der ursprüngliche Normalzustand, 2. leichte Veränderungen, 3. klar erkennbare Veränderungen. Der Grad der Veränderungen hängt von der Intensität und der Dauer der Bestrahlung mit dem UHF Feld ab. Die oben beschriebenen

Veränderungen in der Funktion des Kreislaufes sind reversibel, aber es ist auch ein Fall beschrieben worden, in dem die Veränderung des EKGs anhielt nachdem die Bestrahlung beendet worden war, obwohl die anderen Funktionen sich normalisierten ( 280 ).

#### Veränderungen im Blutbild.

Eine Anzahl von Autoren vertreten die Meinung, dass das Blutbild durch die Einwirkung eines Radiofrequenzfeldes nicht merklich beeinflusst wird ( 12, 36, 143, 195 ). Aber andere haben Veränderungen ( 105, 107, 224, 276 ) sowohl beim weißen ( 79, 95, 98, 156, 200, 225, 279 ) (Seite 36) als auch beim roten Blutbild ( 104, 224 ) sowie eine Verringerung des Hämoglobins ( 79 ) gefunden. Der osmotische Widerstand der roten Blutkörperchen ist merklich negativ beeinflusst ( 195 ). Wenn Zentimeterwellen auf eine Suspension von roten Blutkörperchen einwirken, verändert sich ihr Volumen und ihre Form, und fortgesetzte Bestrahlung kann sogar zu Hämolyse führen ( 73, 245 ). Die dadurch erhaltenen Zellwände haben andere elektrische Eigenschaften als die durch die üblichen osmotischen Verfahren gewonnenen. Nach der Bestrahlung mit einem Radiofrequenzfeld ist die Koagulationszeit verringert ( 195 ). Die Prothrombin Zeit nach Quick ist verkürzt ( 229 ). Erhöhte Koagulation in Verbindung mit den Veränderungen in den Gefäßen kann sogar zu Thrombose führen. Einige Autoren haben auch die Wirkung von Mikrowellenstrahlung auf die blutbildenden Organe untersucht ( 42, 121 ).

#### Beeinflussung anderer Organe durch Radiofrequenzfelder.

Die Beeinflussung des Kreislaufsystems führt zu der Beobachtung, dass die Atemrate erhöht ( manchmal auch verringert ) wird ( 11, 195 ). Weiterhin kann es in einigen inneren Organen zu kleineren und größeren Blutungen kommen ( 20, 195 ). Eine Anzahl von Autoren haben die Wirkungen auf Nieren, Nebennieren und Leber untersucht ( 20, 92, 195 ). Sie fanden eine verringerte Filterfunktion der Nierenkanälchen, vielleicht als Folge der Schädigung von Epithelzellen in den Nierenkanälchen. Außerdem kam es zu verstärkter Aktivität der Nebennierenrinde, Blutungen in der Leber und Schädigung von Leberzellen. Personen, vor allem Frauen, die in einem Radiofrequenzfeld arbeiten zeigen eine Vergrößerung der Schilddrüse, allerdings ohne das klinische Bild einer Überfunktionsstörung. Verstärkte Aufnahme von radioaktivem Jod wurde in Untersuchungen der Funktion der Schilddrüse festgestellt ( 190, 262, 279, 280 ).

Weil die Abmaße einiger Teile des Körpers zu Resonanzen der elektromagnetischen Wellen führen können, kann es zu einer örtlichen Verletzung von Organen kommen wie beispielsweise zu einer Nekrose des Darms. Radiofrequenzstrahlung verursacht keine Veränderungen der Zellen des Knochenmarks oder des Einbaus von radioaktiv markiertem Kalzium und Phosphor in bestrahlte Knochen ( 56, 106, 250 ). Einige Zellveränderungen in Muskeln wurden nach chronischer Bestrahlung beschrieben ( 158 ). Bei höheren Feldstärken werden Schädigungen nicht nur innerhalb des Körpers sondern auch in den Pfoten und Ohren von Versuchstieren hervorgerufen ( 195, 259 ). Nach einer einmaligen Bestrahlung wurden keine Zellveränderungen gefunden ( 282 ).

#### Biochemische Veränderungen.

Die Wirkung elektromagnetischer Wellen zeigt sich durch Änderungen im Stoffwechsel der verschiedensten Körpergewebe ( 251 ). Eine Reihe von Versuchen wurde an Stücken der Hirnrinde unternommen ( 8, 93 ). Unter dem Einfluß eines gepulsten Feldes fällt der Glukosespiegel und steigt der Sauerstoffverbrauch ( 133, 154 ). Gleichzeitig steigt der Kohlensäure- und Milchsäuregehalt und der Spiegel von anorganischen Phosphaten während sich die Menge der Makroergen Strukturen ( Anmerkung des Übersetzer: Also von Eiweißen, Aminosäuren, Vitaminen und anderen zur Funktion des Stoffwechsels notwendiger Moleküle ) verringert. Also findet eine bedeutende Verbrennung von Zucker statt. Veränderungen im Alkalihaushalt und im pH Wert des Blutes wurden auch gefunden ( 33, 127 ). (Seite 37) Bei nicht betäubten Kaninchen verändert sich die Aktivität von Succinodehydrogenase und Cytochromoxidase leicht. Bei betäubten Kaninchen ( deren Stoffwechselgrundumsatz geringer ist ), steigert das Radiofrequenzfeld die Aktivität der Zellatmung auf eine fast normale Rate ( 118 ). Eine Studie über die Wirkung eines Radiofrequenzfeldes auf den Oxidationsvorgang beim Menschen wurde durchgeführt ( 22 ).

Sogar bei relativ niedrigen Feldstärken ist die Aktivität von Cholinesterase im Blut und in anderen Organen reduziert ( 279 ). Wir können daraus schließen, dass das Radiofrequenzfeld einen Anstieg des Azetylcholinspiegels in einigen Teilen des Körpers verursacht, was große Bedeutung für die Entwicklung von vegetativen Veränderungen haben könnte. Verschiedene Veränderungen in der

Zusammensetzung von Blutplasma sind auch beschrieben worden ( 18, 252 ). Einige Autoren haben eine Verringerung des Gesamtproteins beschrieben mit einer gleichzeitigen Abnahme des Verhältnisses von Albumin zu Globulin ( 9, 82, 280 ). Die Änderung dieses Verhältnisses wird sehr wahrscheinlich durch eine starke Zunahme von Gammaglobulin hervorgerufen (62, 82, 224, 279 ). Die Zunahme von Gammaglobulin wiederum könnte mit einer Veränderung des Abbaus von Proteinen im Gewebe zusammenhängen. Jedenfalls ist diese Beobachtung eher eine Ausnahme als die Regel. In einigen Fällen wurde eine Zunahme des Histaminspiegels im Blut festgestellt ( 97, 200, 280 ). Und mit ihr eine Zunahme des Widerstandes gegen ionisierende Strahlung. Das Radiofrequenzfeld beeinflusst auch den Zuckerhaushalt des Körpers ( 195, 229, 279 ) und den Glykogen Abbau in der Leber ( 82, 116 ). Bei gesunden Personen wurden nur geringe Änderungen bei den Spiegeln von Zucker, Cholesterin und Fetten im Blut beobachtet, aber es gab eine deutliche Abnahme aller drei Komponenten und eine Verbesserung von subjektiven Beschwerden wenn Diabetiker mit Radiofrequenzstrahlung behandelt wurden ( 92 ). Es ist wahrscheinlich, dass im Blut von Kaninchen gefundene Änderungen im Spiegel von Zucker und Phosphor durch eine Störung des Zuckerstoffwechsels hervorgerufen wurden ( 195 ).

Eine Verringerung des Spiegels von Ribonukleinsäure ( RNA ) in der Milz ( und nach fortgesetzter Bestrahlung auch in der Leber und im Gehirn ) von Ratten wurde nach chronischer Bestrahlung durch Mikrowellen verursacht. Der Spiegel von Desoxyribonukleinsäure ( DNA ) blieb unverändert ( 283, 195 ). Andere Autoren berichten dass eine einzige Bestrahlung von Ratten zu einer Verringerung der Aktivität von Ribonuklease und Desoxyribonuklease, also einer Zunahme des Spiegels von DNA und vor allem von RNA führte ( 282 ). In Hautzellen und in aus Hautzellen entstandenen Zellen führte eine einzige Bestrahlung zu einer Zunahme der Aktivität von beiden Enzymen ( 283 ). Eine Zunahme des RNA Gehalts wurde auch in den Lymphozyten von mit Radiofrequenzgeneratoren arbeitenden Personen beobachtet, was mit der beobachteten Zunahme der Zahl der Monozyten im Blutbild übereinstimmt die den größten Teil der RNA ( junge Zellen ) enthalten ( 245 ). Beeinflusst wird auch die fibrinolytische Aktivität, die bei jungen Personen nach der Bestrahlung zu- und bei Älteren eher abnimmt ( 15 ), während sie ohne Bestrahlung bei beiden Gruppen gleich ist. Die Wirkung auf die Aktivität anderer Enzyme wurde auch untersucht ( 91 ).

Auf der Grundlage biologischer Veränderungen ( vor allem des Zuckerstoffwechsels ) unter dem Einfluß von Radiofrequenzfeldern haben mehrer Autoren ausgeführt dass Forschung in dieser Richtung den Weg zu ( Seite 38 ) einer erfolgversprechenden Methode der Krebsbehandlung weisen könnte ( 19, 116 ). Die Wirkungen von Radiofrequenzfeldern auf Krebspatienten sind tatsächlich untersucht worden ( 60, 164 ). Eine Gruppe französischer Wissenschaftler hat über eine erfolgreiche Krebsheilung bei Ratten berichtet, die einer kurzzeitigen Bestrahlung mit Radiofrequenzfeldern verschiedener Frequenzen unterzogen wurden ( 217, 218, 219 ). ( Allerdings wurde dieser Bericht mit einiger Skepsis durch Krebspezialisten aufgenommen. ) Die Autoren schließen aus bis jetzt gemachten Versuchen, dass Radiofrequenzfelder Veränderungen im Stoffwechsel von Tumorgewebe verursacht ( 179 ), wodurch nicht nur das Wachsen des primären Sarkoms verringert, sondern auch das Wachsen sekundärer Tumore und die Produktion von Metastasen verhindert wird.

#### **4.2 Wirkung auf andere Organismen**

(...) (S.40ff) *Die Abhängigkeit biologischer Effekte von den Feldparametern*

Aus der obigen kurzen Beschreibung der Effekte und Auswirkungen von elektromagnetischen Feldern auf lebende Organismen und sogar nach einer ausführlichen Studie der in der Bibliographie angegebenen Veröffentlichungen ist es noch nicht möglich, einen kurzen und ( soweit möglich ) eindeutigen Schluß zu ziehen. Wenn wir die Tatsache bedenken, dass die biologischen Wirkungen von Radiowellen von einer Reihe von Faktoren abhängen ( von denen die wichtigsten die Stärke des Feldes, seine Eigenschaften und die Länge der Einwirkung sind ), wird klar, dass auch die endgültigen Ergebnisse nicht eindeutig sein sondern mehr oder weniger variieren ( oder sogar widersprüchlich sein ) werden, wie man es oft, auch in der obigen Zusammenfassung, sieht. Aus den folgenden Abschnitten, die verschiedene wichtige Faktoren in Abhängigkeit von den Eigenschaften des elektromagnetischen Feldes beschreiben, kann man eine Vorstellung von den Schwierigkeiten bekommen, eine richtige und objektive Bewertung der Wirkungen zu bekommen.

Die Frequenzabhängigkeit der biologischen Wirkungen kann sich in Abhängigkeit von den oben genannten Teilmechanismen dieser Wirkungen ändern. Es scheint, dass die komplexen biologischen Wirkungen von elektromagnetischen Wellen bei relativ niedriger Feldstärke nicht zu sehr von der Frequenz abhängig sind, vorausgesetzt dass die auf den Organismus einwirkende Energie (Seite 41) von gleicher Stärke bleibt. Andererseits kann der einzelne Wirkungsmechanismus eine ausgeprägte Frequenzabhängigkeit zeigen. Es gibt grundsätzlich zwei Gruppen von Wirkungen: thermische und nichtthermische. Es muß darauf hingewiesen werden dass die nichtthermischen Wirkungen nicht von den thermischen Wirkungen getrennt werden können ( Anmerkung des Übersetzers: Denn eine, wenn auch geringe, Erwärmung findet ja bei der Einwirkung von Radiofrequenzfeldern immer statt ). Bei hohen Intensitäten herrschen die von der übertragenen Energie abhängigen thermischen Wirkungen vor. Thermische Wirkungen nehmen mit steigender Frequenz stark zu und sind deshalb im Bereich der sogenannten Mikrowellen von besonderer Bedeutung. Wegen der durch ihre starke Dämpfung im Gewebe hervorgerufenen geringen Eindringtiefe der Mikrowellen sind die Augen sowie die Geschlechtsorgane ( des Mannes ) besonders gefährdet. Nichtthermische Wirkungen hängen in erster Linie von der augenblicklichen Amplitude der Radiofrequenzstrahlung ab. Ihre Bedeutung nimmt bei wiederholter Bestrahlung mit relativ geringer Energie zu. Dies betrifft vor allem gepulste Felder, bei denen die gesamte übertragene Energie zwar gering, aber die augenblickliche Amplitude ziemlich groß ist.

In diesem Fall überwiegen meistens die nichtthermischen Effekte gegenüber den thermischen. Auf der Grundlage unseres jetzigen Wissens über die primären biophysikalischen Mechanismen der nichtthermischen Wirkungen elektromagnetischer Wellen können wir sagen, dass diese primären Wirkungen vor allem auf makromolekularer und zellulärer Ebene stattfinden. In erster Linie handelt es sich dabei um die Beeinflussung der kolloidalen Struktur der Zellbestandteile und anderer Kolloide im Organismus sowie um die Wirkung auf die elektrische Leitfähigkeit der Zelle was sich vor allem auf die Funktion des Zentralen Nervensystems auswirken kann. Die Frequenzabhängigkeit dieser beiden Teilmechanismen muß nicht die Gleiche sein, und zur Zeit ist unser Wissen über diese Abhängigkeit sehr unvollständig. Allerdings wissen wir aus Versuchen über die Wirkung von elektromagnetischen Wellen auf einzelne kolloide Komponenten, dass die Frequenzen und Intensitäten bei denen sie beeinflusst werden, von der Zusammensetzung dieser Kolloide abhängen.

Die Frequenzabhängigkeit der biologischen Wirkung von Radiofrequenz- und UHF-Feldern wurde von vielen Autoren untersucht. ( 17, 279 ). Soweit die thermischen Wirkungen betroffen sind ( 41, 195, 210 ), wird diese Frequenzabhängigkeit dadurch hervorgerufen, dass die elektrische Charakteristik der verschiedenen Gewebe von der Frequenz abhängig ist ( 240 ). Diese Frequenzabhängigkeit ist monoton, das heißt beim Anstieg oder Abfall der Frequenz nimmt die Wirkung gleichmäßig zu oder ab, ohne dass bei bestimmten Frequenzen Wirkungsmaxima oder Wirkungsminima entstehen. Für den Körper als Ganzes gibt es ( allerdings ) einen bestimmten Bereich von optimalen Frequenzen bei denen die Erwärmung ein Maximum erreicht. ( 69, 235 ). Dieser Bereich ist eine Folge der begrenzten Abmaße des Körpers, der keine homogene Struktur hat und der Frequenzabhängigkeit der dielektrischen Konstante ( die sogenannte Dispersion ) vieler Gewebe. Die Frequenzen für die maximale Erwärmung des menschlichen Körpers liegen im Bereich von VHF- und Zentimeterwellen. Allerdings gilt im allgemeinen, dass die Erwärmung des Gewebes mit steigender Frequenz zunimmt. Viele andere Wirkungen sind ebenfalls bei höheren Frequenzen deutlicher ausgeprägt. Darum ist die Einschränkung der Augenbewegungen ebenso wie die Veränderungen im Zentralen Nervensystem bei 75 MHz stärker ausgeprägt als bei 0,3 MHz ( 280 ). Veränderungen im Wachstum von Bakterien in Abhängigkeit von der Frequenz wurden ebenfalls beschrieben ( 63 ). So weit der Blutumlauf betroffen ist wurde festgestellt dass ( Seite 42 ) er im Bereich der Zentimeterwellen zunimmt während er bei viel niedrigeren Frequenzen unter den Normalbereich abfällt ( 195 ). In diesem Fall allerdings war das Ergebnis wohl eher eine Folge zweier unterschiedlicher Feldstärken. Dieselbe Annahme kann wohl auch für den bereits beschriebenen Unterschied in der Empfindlichkeit des Hörorgans bei Wellenlängen von 10 und 3 Zentimetern gemacht werden, denn bei diesen Wellenlängen gibt es keinen Unterschied in ihrer Wirkung auf das Hormonsystem oder das Zentrale Nervensystem ( 279 ).

Viel bedeutender als die Frequenzabhängigkeit ist der Einfluß der Eigenschaften des abgestrahlten Signals. Das Signal kann entweder unmoduliert sein, so dass das elektromagnetische Feld eine mehr oder weniger gleichbleibende Amplitude hat ( CW-Betrieb ), oder es wird moduliert. Ein Grenzfall der Amplitudenmodulation ist die Pulsmodulation.

Stellen wir uns vor, dass wir zwei Hochfrequenzgeneratoren mit der gleichen Frequenz haben, von denen einer unmoduliert und der andere pulsmoduliert ist. Wenn die durchschnittlich abgestrahlte Leistung beider Geräte vergleichbar ist, gibt es in der Wärmewirkung diese beiden Felder auf den Körper keinen Unterschied ( 279 ). Trotzdem können wir Unterschiede in der Wirkung feststellen. Bei der einmaligen Bestrahlung von Ratten mit einer Bestrahlungsstärke von ungefähr 200 mW/cm<sup>2</sup> im Bereich einer Wellenlänge von 10 cm verursacht ein ungepulstes Feld auch nach 30 Minuten keine sichtbare Auswirkung auf das Versuchstier, während ein gepulstes Feld ( Pulslänge 1 Mikrosekunde, Pulswiederholrate 1000 Hz ) die Ratte innerhalb von 3 oder 4 Minuten tötet ( 151 ). Die Untersuchung der Ratte nach dem Tod zeigt nur eine deutliche Vergrößerung der Milz. Das Erscheinungsbild der Zellen der Hauptorgane ( einschließlich des Gehirns ) ist normal. Außerdem ist die Reaktion eines Versuchstieres auf gepulste Strahlung schon beim Beginn der Bestrahlung charakteristisch und zeigt die vorherrschende Beeinflussung von elektromagnetischen Wellen auf das Zentrale Nervensystem. Ein gepulstes Feld ist also biologisch wirkungsvoller als ein ungepulstes Feld. Zu diesem Schluß ist man unabhängig voneinander in der UdSSR, den USA und der Tschechoslowakei gekommen ( 118, 145, 151, 254 ).

Es kann angenommen werden, dass die größere biologische Wirksamkeit eines gepulsten Feldes durch nichtthermische Wirkung hervorgerufen wird. ( 118 ). Die Unterschiede in der Wirkung von unmodulierten und gepulsten Feldern auf die Entstehung von Trübungen im Auge ( 26, 27, 215 ), Veränderungen an den Übergängen zwischen Neuronen ( 280 ) und auf Rheobase ( Anmerkung des Übersetzers: Minimal nötiger Gleichstrom der zur Beeinflussung eines Nervs notwendig ist ) und Chronaxie ( Anmerkung des Übersetzers: Zeit die ein Strom von doppelter Stärke der Rheobase benötigt, um einen Nerv zu beeinflussen. ) ( 142 ) wurden bereits erwähnt. Die in diesen Versuchen verwendeten Wellenlängen lagen im Zentimeterbereich. Sender in diesem Bereich arbeiten meistens im Pulsbetrieb. Aber auch bei Wellenlängen im Meterbereich wurde eine stärkere Wirkung des gepulsten Feldes auf biologische Vorgänge, wie zum Beispiel auf Oxidationsvorgänge im Gewebe, gezeigt ( 118 ). Mit zunehmender durchschnittlicher Leistungsdichte des Feldes verwischen sich die Unterschiede zwischen den Wirkungen eines ungepulsten und eines gepulsten Feldes, denn die thermischen Wirkungen beginnen vorzuherrschen ( 20 ).

Es wurde bereits darauf hingewiesen, dass das Radiofrequenzfeld in seinen Auswirkungen entweder stimulierend oder dämpfend wirken kann. Und diese verschiedenen Wirkungen können von einer bestimmten Frequenz und den Eigenschaften des Feldes abhängen. Die Wirkung hängt auch von der Stärke des Feldes ( Seite 43 ) und vom Zeitraum der Einwirkung ab. Bei hoher Stärke hängt das Auftreten der Wirkung von der Stärke des Feldes und von der Länge der Einwirkung ab, während die Wirkung bei niedrigen Stärken oder kurzer Einwirkung oszillieren kann.

Viele verschiedene Eigenschaften beeinflussen also die biologische Wirksamkeit eines Radiofrequenzfeldes. Im Hinblick darauf ist es offensichtlich belanglos wie dieses Feld produziert wird. Außer in Radiofrequenzgeneratoren entstehen solche elektromagnetischen Felder auch in der Natur. Eine solche leistungsfähige natürliche Quelle ist die Sonne. Zusätzlich zur Wärme- und Lichtstrahlung ist die Sonne auch im ganzen Bereich des Radiofrequenzspektrums aktiv. Die Stärke dieser Strahlung kann unter bestimmten Voraussetzungen Werte erreichen, die genügen, biologische Wirkungen hervorzurufen ( 6 ). Außerdem sendet die Sonne Korpuskularstrahlung aus, die beim Auftreffen auf die obersten Schichten der Atmosphäre kurze Radiofrequenzpulse im Bereich von 10 bis 50 KHz verursachen können ( 50 ). In ähnlicher Weise können große Luftbewegungen ( vor allem Fronten mit instabilen feuchten Grenzen ) unter bestimmten Bedingungen Quellen für Radiostrahlung im selben Frequenzbereich sein. Es gibt zur Zeit viele Veröffentlichungen, die sich mit den biologischen Wirkungen dieses Frequenzbereiches befassen ( 51, 187, 188, 288 ). Interessant ist, dass statistisch signifikante Beweise über den Einfluß solcher Felder auf die Sterberate ( 51 ), die Geburtsrate, Verkehrsunfälle und Arbeitsunfälle ( 6 ) vorgelegt wurden.

*Laserstrahlung.* Nach der Erfindung der Laser, also von Quellen kohärenter elektromagnetischer Strahlung im sichtbaren Bereich, wurden Untersuchungen über die biologischen Wirkungen dieser Strahlen begonnen ( 49, 256, 284 ). Es wurde festgestellt, dass Laserstrahlung, genau wie elektromagnetische Wellen niedrigerer Frequenz, ebenfalls thermische und nichtthermische biologische Wirkungen hervorrufen können und dass ihre bedeutendste Wirkung biologisch komplexe Makromoleküle ( Proteine ) betrifft ( 62 ). Wenn gepulste Laserstrahlung auf das Auge trifft, entstehen

im Schädel Ultraschallwellen, die Vibrationen des Gehirns, des Hirnwassers und der Schädelknochen hervorrufen; Piezoelektrische Aufnahmen ( Anmerkung des Übersetzers: also mit einem Kristallmikrofon für Körperschall ) dieses Schalls können an der Schädelbasis gemacht werden ( 2, 43 ).

Vergleiche mit der Wirkung von normalen einfarbigen Lichtquellen ( deren Strahlung nicht kohärent ist und die deshalb in der Praxis nur thermische Wirkungen hervorrufen können ) zeigen dass Laserstrahlen spezifische chemische und elektrochemische nichtthermische Wirkungen haben ( 260 ). Es wurde die Hypothese aufgestellt, dass der Mechanismus dieser Wirkung der Gleiche ist wie bei den Radiowellen.

*Gleichzeitige Einwirkung von elektromagnetischen Wellen und anderen Faktoren.* Beim Betrieb von Radiofrequenzgeneratoren werden die Röhren des Endverstärkers mit Hochspannung betrieben. Bei Spannungen von ungefähr 20 kV und darüber entsteht durch den Anodenstrom Röntgenstrahlung ( 145 ). Messungen an verschiedenen UHF Generatoren haben gezeigt, dass Spitzenwerte bis zu 50 r/Min. auftreten können. Die gemeinsame Wirkung von Radiofrequenzfeld und Röntgenstrahlung wurde deshalb untersucht. Man fand heraus, dass in so einem Fall der Schaden an biologischen Objekten schwerer war, als wenn jeder Faktor ( Seite 44 ) unabhängig vom anderen eingewirkt hätte ( 195, 264 ). Eine Verstärkung der Wirkung wurde bei aufeinanderfolgender Einwirkung von Radiofrequenzfeld und Ultravioletter Strahlung ( 114 ) oder Gammastrahlung ( 200 ) gefunden. Die gemeinsame Einwirkung von Radiofrequenzfeldern verschiedener Frequenzen scheint ( ebenfalls ) sehr gefährlich zu sein ( 76 ). Bestrahlung eines Organismus mit einem Radiofrequenzfeld kann ebenfalls die bekannten Wirkungen bestimmter chemischer Substanzen, zum Beispiel von Medikamenten, stark beeinflussen, so dass diese Wirkungen verstärkt oder gestört werden ( 116 ).

## References

- 1 Abahazi, R: A new method for measurement of dielectric constant in materials with high conductivity, in Acta Imeko (5), *Transactions of the Second International Conference for Measurement Technology and Instrument Design*, Budapest, 1961; p. 334 (In German.)
- 2 Amar, L., M. Bruma, and P. Desvignes: Detection of elastic (ultrasonic) waves in the occipital bone induced by laser impulses on the eye of a rabbit, *C.r.acad.sci.* 259: 3653-3655, 1964. (In French.)
- 5 Aronova, S.B.: On the problem of the mechanism of the action of a pulsed uhf field on arterial pressure. *Vopr. Kurort.* 3: 243-246, 1961 (in Russian)
- 6 Assman, D.: *Die Wetterfähigkeit des Menschen* (Sensitivity of Man to Weather), Jena, 1955; p. 182. (In German.)
- 7 Auerswald, W.: Temperature topographic studies of the problem of the effect of short waves passing through the midbrain, *Wien. Z. Nervenheilkunde* 4: 273-281, 1952 (In German.)
- 8 Ayres, F.W., and H. McIlwain: Techniques in tissue metabolism: 2. Application of electrical impulses to separated tissues in aqueous media, *Biochem. J.* 55: 607-617, 1953.
- 9 Bach, S.A., A.F. Luzzic, and A.S. Bronnell: Effects of rf energy on human gamma globulin, *J. Med. Electronics* 9-14, Sep. - Nov. 1961.
- 11 Baronenko, V.A., and K.F. Timofeyeva: The effect of rf and uhf electric fields on conditioned-reflex activity and on several nonconditioned functions in animals and man, *Fiziol. zh.* 45: 203-207, 1959. (In Russian.)
- 12 Barron, C.I., and A.A. Baraff: Medical considerations of exposure to microwaves (radar), *J. Amer. Med. Assn.* 168: 1194-1199, 1958.

- 13** Bassett, C., and L. Andrew: Electrical effects in bone, *Scientific American* 213 (No. 4): 18-25, 1965
- 14** Belova, S.E., and Z.V. Gordon: The effect of centimeter waves on the eye, *Bull. Exp. Biol. Med.* 4:43-46, 1956. (In Russian.)
- 15** Benetato, G., and E. Dumitresku-Papachadzhi: Changes in the fibrinolytic activity of blood plasma under the influence of uhf radiation in the hypothalamic region in various age groups, *Rev. roumaine fiziol.* 1: 125-133, 1964. (In Russian.)
- 17** Boiteau, H.: The biological effects of radar waves, *Rev. corps de santé des armées* 1 : 637-652, 1960. (In French.)
- 18** Botani, B., A. Franciosi, and R. Lorenzini: Biochemical effects of adrenal short-wave therapy of patients with bronchial asthma, *Boll. Soc. med. chir. Modena* 53: 11-14, 1953.
- 19** Bovill, C.B.: Are radar radiations dangerous? A survey of the possible hazards, *Brit. Comm. And Electronics* 5: 363-365, 1960
- 20** Boysen, F.E.: Hyperthermic and pathologic effects of electromagnetic radiation (350 Mc), *Arch. Ind. Hyg. Occup. Med.* 7:516-525, 1953
- 21** Boysen, F.E.: USAF experience with microwave exposure, *J. Occup. Med.* 4: 192-194, 1962.
- 22** Bratkovskiy, R.E.: On the effect of a uhf electric field on the oxidation processes of nitrogen exchanges in man, *Fizioterapiya* 3: 53-58, 1938 (In Russian.)
- 24** Braun, H., and G. Thom: Microwave studies on experimental animals, *Strahlentherapie* 99: 617-623, 1956 (In German.)
- 26** Carpenter, R. L., D.K. Biddle, and G.A. Van Ummersen: Opacities in the lens of the eye experimentally induced by exposure to microwave radiation, *Trans. IRE ME-7*: 152-157, 1960
- 27** Clark, F.W.: Effects of intense microwave radiation on living organisms, *Proc. IRE* 38: 1028-1032, 1950
- 28** Cleary, S.F., and B.S. Pasternock: Lenticular changes in microwave workers, *Arch. Environ. Health* 12: 23-29, 1966
- 29** Cleary, S.F., and B.S. Pasternock: Cataract incidence in radar workers, *Arch. Environ. Health* 11: 179-182, 1965
- 30** Coccozza, G., A. Blasio, and B. Nunziata: Remarks on short-wave embryopathy, *Pediatria rivista d'igiene med. e chir. dell'infanzia* 68 (No. 1): 7-23, 1960 (In Italian.)
- 31** Cogan, D.G., S.F. Fricker, and M. Lubin: Cataracts and ultrahigh-frequency radiation, *Arch. Industr. Health* 18: 299-302, 1958
- 32** Cole, K.S.: Rectification and inductance in the squid giant axon, *J. Gen. Physiol.* 25: 29-51, 1941-42.
- 33** Compère, A.: Changes in blood composition during short-wave treatment, *C.r. séances soc. biol. Filiales associées* 120: 237-240, 1935. (In French.)
- 34** Cook, H.F. : A physical investigation of heat production in human tissues when exposed to microwaves, *Brit. J. Appl. Physics* 3: 1-6, 1952

- 35** Czerski, P., J. Hornowski, and J. Szewczykowski: A case of microwave disease, *Med. pracy* 15: 251-253, 1964. (In Polish.)
- 36** Daily, L.E.: A clinical study of the results of exposure of laboratory personnel to radar and high-frequency radio, *U.S. Navy Med. Bull.* 41: 1052-1065, 1943.
- 39** Danilevskiy, B., and A. Vorobev: On the long-range effect of electrical high-frequency currents on the nerves, *Pflügers Arch. Ges. Physiol.* 236: 440-451, 1935. (In German.)
- 40** Deichmann, W.B., F.H. Stephens, and J.M. Keplinger: Acute effects of microwave radiation on experimental animals (24000 Mc), *J. Occup. Med.* 1: 369-381, 1959
- 41** Deichmann, W.B., and F.H. Stephens: Microwave radiation of 10 mW/cm<sup>2</sup> and factors that influence biological effects at various power densities, *Industr. Med. Surg.* 30: 221-228, 1961
- 42** Deichmann, W.B.: Effects of microwave radiation on the haematopoietic system of the rat, *Toxic. Appl. Pharmacol.* 6: 71-77, 1964
- 43** Desvignes, P., L. Amar, and M. Bruma: On the generation of ultrasonic waves and formation of blister on the lens of a human eye by laser radiation, *C. r. acad. sci.* 259: 1588-1591, 1964. (In French.)
- 46** Drogichina, E.A., M.N. Sadchikova, and D.A. Ginzburg: Some clinical phenomena associated with the chronic action of centimeter waves, *Gigiyena truda* 1: 28-34, 1962. (In Russian.)
- 47** Drogichina, E.A., and M.N. Sadchikova: Clinical syndroms associated with with the action of various radio-frequency wavelengths, *Gigiyena truda* 9: 17-21, 1965. (In Russian.)
- 49** Dulberger, L.H.: How dangerous are lasers? *Electronics* 35 (No. 4): 27, 26 January 1962.
- 50** Düll, B.T.: Cosmic and physical disturbance of the ionosphere and biosphere, *Bioklimatische Beiblätter* 6: 65-76 and 121-134, 1939. (In German.)
- 51** Düll, B.T.: *Wetter und Gesundheit (Weather and Health)*, Jena, 1941; p. 100. (In German.)
- 53** Edelwejn, Z., and S. Haduch: Electroencephalographic studies on subjects working within the reach of microwaves, *Acta physiol. pol.* 13: 431-435, 1962
- 54** Eley, D.D.: Organic semiconductors, *Research* 12: 293-299, 1959.
- 56** Engel, J.P.: Effects of microwaves on bone, bone marrow, and adjacent tissues, *Arch Phys. Med.* 31: 453-461, 1950
- 60** Everdingen, W.A.G. van: On the alteration of molecular structure by irradiation with 16- and 10-cm radio waves (1875 and 3000 MHz): Part 3. Liver metabolism and the problem of cancer, *Rev. belg. sci. med.* 5: 279-283, 1946. (In French.)
- 61** Figar, S.: The influence of a strong electromagnetic field on vasomotor activity, *Cs. Fisiol.* 12: 316, 1963 (In Czech.)
- 62** Fine, S., E. Klein, and R. Scott: Laser irradiation of biological systems, *IEEE Spectrum* 1(No. 4): 81-86 and 91-95, April 1964
- 63** Fleming, H.: Effects of high-frequency fields on micro-organisms, *Electrical Engineering* 63: 18-21, 1944

- 64** Formánek, J., R. Fischer, and D. Frantíková: *Zdravotnické problémy práce ve vf poli, zejména na vysílacích stanicích* (Health Problems of Working in the Rf Field, Especially Near Transmitters), Prague, 1961; p. 54, Fig. 11. (In Czech.)
- 66** Frank-Kamenetskij, D.A.: Plasma phenomena in semiconductors and the biological action of radio waves, *C.r. acad. sci. URSS* 136: 476-478, 1961. (In Russian.)
- 69** Franke, V.A.: Problems of safety when working with rf and uhf installations in industry, in *Vysokochastotniye elektromicheskiye ustanovki* (High-Frequency Electrothermal Apparatus), Leningrad, 1961; pp. 138-144 (In Russian.)
- 73** Füredi, A.A., and I. Ohad: Effects of high frequency electric fields on the living cell: 1. Behaviour of human erythrocytes in high frequency electric fields and its relation to their age, *Biochim. Biophysica acta* 79: 1-8, 1964.
- 76** Goncharova, N.N.: *Gigiyena truda pri rabote na vysokochastotnykh ustanovkakh* (Hygiene of Work with High-Frequency Apparatus), Kharkov, 1961; p. 13. (In Russian.)
- 79** Gorodetskaya, S.F.: On the characteristic of the biological action of 3-cm waves on a living organism, in *Voprosy biofiziki i mekhanizma deystviya ioniziruyushchey radiatsii* (Problems of Biophysics and the Mechanism of Action of Ionizing Radiation), Kiev, 1964; pp. 70-74. (In Russian.)
- 80** Grishchina, K.F.: Significance of certain methodological conditions in a reaction to the local action of centimeter waves, *Biofizika* 3: 358-362, 1958. (In Russian.)
- 81** Gruszecki, L.: Influence of microwave radiated by a radar transmitter on the human and animal organism, *Przeegl. lek.* 20: 336-338, 1964. (In Polish.)
- 82** Grzesik, J., F. Kumaszka, and Z. Paradowski: Influence of a medium-frequency electromagnetic field on organ parenchyma and blood proteins in white mice, *Med. pracy* 11: 323-330, 1960. (In Polish.)
- 83** Gunn, S.A., T.C. Gould, and W.A. Anderson: The effect of microwave radiation on morphology and function of rat testes, *Laboratory Investigation* 10: 301-314, 1961
- 84** Guttman, R., and K.S. Cole: Electrical rectification in single nerve fibers, *Proc. Soc. Exp. Biol.* (N.Y.) 48: 293-297, 1941.
- 85** Guttman, R.: Action of potassium and narcotics on rectification in nerve and muscle, *J. Gen. Physiol.* 28: 43-51, 1945.
- 90** Harvey, A.F.: Industrial, biological, and medical aspects of microwave radiation, *Proc. IEEE* 107: 557-566, 1960
- 91** Hasche, E.: The action of short waves on tissue, *Naturwissenschaften* 8: 613, 1940
- 92** Hasik, J., and Z. Mikolajczyk: Retention of sugar, cholesterol, and lipids in the blood of diabetics under the influence of short waves, *Pol. tyg. lek.* 15: 817-820, 1960. (In Polish.)
- 93** Heald, P.I.: The effects of metabolic inhibitors on respiration and glycolysis in electrically stimulated central-cortex slices, *Biochem. J.* 55: 625-631, 1953
- 95** Herrick, J.F., and F.H. Krusen: Certain physiologic and pathologic effects of microwaves, *Electronic Engineering* 72: 239-244, 1953

- 97** Hildebrandt, F.: Histamine in the blood and tissue under the influence of short waves, diathermy, and fango mud packs, *Arch. exp. Path. Pharmac.* 197: 148-160, 1941. (In German.)
- 98** Hines, H.M., and J.E. Randall: Possible industrial hazards in the use of microwave radiation, *Electronic Engineering* 71: 879-881, 1952
- 99** Hirsch, F.G., and J.T. Parker: Bilateral lenticular opacities occurring in a technician operating a microwave generator, *AMA Arch. Industr. Health* 6: 512-517, 1952
- 100** Hirsch, F.G.: The use of biological stimulants in estimating the dose of microwave energy, *IRE Trans. ME-4*: 22-24, 1956.
- 101** Hoduch, S., S. Baranski, and P. Czerski: Effect of microwave radiations on the human organism, *Acta physiol. pol.* 11: 717-719, 1960.
- 102** Horten, E.: Effect of short-wave irradiation of the hypophysis midbrain upon the vegetative functions in man, *Klin. Wschr.* 25/26: 392-396, 1947. (In German.)
- 104** Hubler, W.Z., G.M. Higgins, and J.F. Herrick: Certain endocrine influences governing the leukocytic response to fever, *Blood* 7: 326-336, 1952
- 105** Hubler, W.Z., G.M. Higgins, and J.F. Herrick: Influence of the pituitary-adrenal axis on the hemogram of febrile white rats, *Arch. Physic. Med.* 33: 391-398, 1952.
- 106** Hutt, B.K., J. Moore, and P.C. Colonna: Influence of microwave irradiation on bone temperature in dog and man, *Amer. J. Phys. Med.* 31: 422-428, 1952.
- 107** Hübner, R.: The biological effect of microwaves, *Elektromedizin* 6: 193-209, 1961. (In German.)
- 109** Hynek, K., and V. Simacek: Organic semiconducting materials, *Sdelovaci technika* 3: 84-87, 1962. (In Czech.)
- 111** Khazan, G.L., N.N. Goncharova, and V.S. Petrovskiy: Some problems of work safety in working with high-frequency currents, *Gigiyena truda* 1: 9-16, 1958. (In Russian.)
- 112** Kholodov, J.A.: *Vliyaniye elektromagnitnykh I magnitnykh poley na tsentralnuyu nervnyuyu sistemu* (Effect of Electromagnetic and Magnetic Fields on the Central Nervous System), Moscow, 1966; p. 283. (In Russian.)
- 113** Imig, C.F., F.D. Thomson, and H.M. Himes: Testicular degeneration as a result of microwave irradiation, *Proc. Soc. Exp. Biol.* (N.Y.) 69: 382-386, 1948.
- 114** Yakimenko, D.I.: Treatment of certain neurotrophic skin diseases with ultraviolet radiation and high-frequency currents in small doses, *Vest. dermat. vener.* 35: 33-36, 1961. (In Russian.)
- 115** Jaski, T., and C. Süsskind, Electromagnetic radiation as a tool in the life sciences, *Science* 133: 443-447, 1961.
- 116** Jaski, T.: Detecting microwave radiation hazards, *Electronics World* 65 (No. 6): 31-37 and 79, June 1961.
- 117** Kalant, H.: Physiological hazards of microwave radiation: A survey of published literature, *Canad. Med. Assn. J.* 81: 575-582, 1959.

- 118** Karbashev, V.L.: The effect of a pulsed ultrahigh-frequency electrical field on processes of biological oxidation under conditions of normal and experimental hypertonicity, *Vopr. kurort. Fisioter.* 22: 37-41, 1957. (In Russian.)
- 119** Kevorkyan, A.A.: Work with uhf generators from the standpoint of work safety, *Gigiyena i sanitaria* 4: 26-30, 1948. (In Russian.)
- 121** Kitsovskaya, I.A.: The effect of centimeter waves of various intensities on the blood and hematopoietic organs in white rats, *Gigiyena truda* 8: 14-20, 1964. (In Russian.)
- 122** Klimková-Deutschová, E.: *Základy průmyslové neurologie* (Fundamentals of Industrial Neurology), Prague, 1956. (In Czech.)
- 123** Klimková-Deutschová, E.: The effect of radiation on the nervous system, *Arch. Gewerbepath.* 16: 72-85, 1957. (In German.)
- 124** Klimková-Deutschová, E., Z. Macek, and E. Roth: Electroencephalographic study of neuroses and pseudoneuroses, with particular emphasis on the electroencephalographic signs of reduced vigilance, *Cas. lék. cs.* 98: 1213-1218, 1959. (In Czech.)
- 126** Knauf, G.M.: Microwave exposure and missile propellants as occupational health problems, *Amer. J. Publ. Health* 50: 364-367, 1960
- 127** Knudson, A., and P.F. Schaible: Physiological and biochemical changes resulting from exposure to an ultrahigh-frequency field, *Arch. Path.* 11: 728-743, 1931.
- 131** Krasny-Ergen, W.: Nonthermal effects of electrical oscillations on colloids. *Hochfrequenz. Elektroakustik* 48: 126-133, 1936. (In German.)
- 132** Krasny-Ergen, W.: Field distribution in the range of very short waves: Spontaneous rotary fields, *Hochfrequenz. Elektroakustik* 49: 195-199, 1937. (In German.)
- 133** Kratzing, C.C.: Metabolic effects of electrical stimulation of mammalian tissues in vitro, *Biochem. J.* 50: 253-257, 1951.
- 135** Kulikovskaya, E.L., and J.A. Osipov: Electromagnetic fields in work areas where high-frequency heating is employed, *Gigiyena truda* 6: 3-7, 1960. (In Russian.)
- 136** Lazarev, P.P.: Theory of the action of short and ultrashort waves, *Klin. med.* 13: 1583-1589, 1935. (In Russian.)
- 137** Leary, F.: Researching microwave health hazards, *Electronics* 37(No. 8): 49-53, 20 February 1959
- 138** Lehman, J.F., A.W. Guy, and V.C. Johnson: The comparison of relative heating in tissues by microwaves at frequencies of about 2450 and 900 Mc, *Arch. Phys. Med.* 43: 69-76, 1962.
- 139** Lehman, J.F.: Modification of heating patterns produced by microwaves at the frequencies of 2456 and 900 Mc by physiologic factors in the human, *Arch. Phys. Med.* 45: 555-563, 1964.
- 141** Levitina, N.A.: Effect of microwaves on the heart rhythm of the rabbit during irradiation of local areas of the body, *Bull. Eksp. Med.* 58: 67-69, 1964. (In Russian.)
- 142** Livshits, N.N.: Effect of a uhf field on the function of the nervous system, *Biofizika* 3: 426-437, 1958. (In Russian.)

- 143** Lubin, M.: Effects of ultrahigh frequency radiation on animals, *Arch. Industr. Health* 21: 555-558, 1960.
- 145** Mackay, R.S.: Some electrical and radiation hazards in the laboratory, *IRE Trans. ME-7*, 111-113, 1960
- 146** Mackay, R.S.: What is a nerve? *IRE Trans. ME-7*: 94-97, 1960.
- 147** Machabeli, M.E., V.A. Khubutiya, and J.J. Chinchaladze: Sanitary and hygienic working conditions and the state of health of workers employed on rf installations, *Gigiyena i sanitaria* 22: 81-83, 1957. (In Russian.)
- 151** Marha, K.: Some experimental observations of the effects of an rf electromagnetic field *in vivo* and *in vitro*, *Prac. lek.* 15: 238-141, 1963 (In Czech.)
- 152** Marha, K.: Biological effects of rf electromagnetic waves, *Prac. lek.* 15: 387-393, 1963. (In Czech.)
- 153** Marha, K.: *Komplexni teorie mechanismu ucinku elektromagnetickych poli na organismus* (Complex Theorie of the Mechanism of the Effects of Electromagnetic Fields on the Organism), Final Report of the Institute of Industrial Hygiene and Occupational Diseases, Prague, 1963. (In Czech.)
- 154** McIlwain, H.: Glucose level, metabolism and response to electrical impulse in cerebral tissues from man and laboratory animals, *Biochem. J.* 55: 618-624, 1953.
- 156** Michaelson, S.M., R.A. Thompson, and El-Tamani, M.Y.: The hematologic effects of microwave exposure, *Aerospace Med.* 35: 824-829, 1964.
- 157** Minecki, L.: State of health of persons exposed to the effects of rf electromagnetic fields, *Med. pracy* 12: 329-335, 1961. (In Polish.)
- 158** Minecki, L., and R. Bilski: Histopathological changes in the internal organs of mice subjected to the influence of microwaves (S-band), *Med. pracy* 12: 337-344, 1961. (In Polish.)
- 159** Minecki, L., K. Olubek, and A. Romaniuk: Changes in the activity of conditioned reflexes of rats under the influence of the action of microwaves (S-band): 1. Single exposure to microwaves, *Med. pracy* 13: 255-264, 1962. (In Polish.)
- 160** Minecki, L.: Effect of an rf electromagnetic field on embryonal development, *Med. pracy* 15: 391-396, 1964. (In Polish.)
- 161** Minecki, L.: Effect of microwave radiation on the sight organs, *Med. pracy* 15: 307-315, 1964. (In Polish.)
- 164** Moressi, W.S.: Mortality patterns of mouse sarcoma 180 cells resulting from direct heating and chronic microwave, *Exp. Cel. Res.* 33: 240-253, 1964.
- 165** Mosinger, M., and G. Bisshop: On the histological reactions following irradiation of intratissular metal pieces by microwaves. *C.r. séances soc. biol. filiales associées* 154 : 1016-1017, 1960. (In French.)
- 166** Moskalkenko, J.E.: Some of the possible biophysical mechanisms for the interaction of the energy of an electromagnetic field with living structures, *Nov. med. techn. Moskva*, pp. 79-88, 1961. (In Russian.)

- 168** Mucha, V., and P. Macúch: The 19th All-Union Congress of Soviet Hygienists, *Bratislavské lekárské listy* 43: 376-384, 1963. (In Slovak.)
- 169** Mumford, W.W.: Some technical aspects of microwave radiation hazards, *Proc IRE* 49: 427-447, 1961.
- 177** Muth, E.: On the phenomenon of chain formation by emulsion particles under the influence of an alternating field, *Kolloid. Z.* 61: 97-102, 1927. (In German.)
- 178** Müller, P., and O.D. Rudin: Induced excitability in reconstituted cell membrane structure, *J. Theor. Biol.* 4: 268-280, 1963.
- 180** Novák, J., and V. Cerný: The influence of a pulsed electromagnetic field on the human organism, *Cas. Léč cs.* 496-497, 1963. (In Czech.)
- 182** Osipov, J.A.: *Gigiyena truda i vliyaniye na robotayushchikh elektromagnitnykh poley radiochastot* (Labor Hygiene and the Influence of Rf Electromagnetic Fields on Workers), Leningrad, 1965; p.220. (In Russian.)
- 183** Osipov, J.A.: Induction heating of metals by high frequency currents from the health point of view, *Gigiyena i sanitaria* 8: 39-42, 1953. (In Russian.)
- 184** Osipov, J.A., E.L. Kulikovskaya, and T.V. Kalyada: Irradiation conditions in a uhf electromagnetic field for workers building and testing radio apparatus, *Gigiyena i sanitariya* 27: 100-102, 1962. (In Russian.)
- 186** Palladin, A.M., F.M. Spasskaya, and R.S. Yakubovich: On the problem of the effect of uhf fields on specific functions in women working with uhf generators, *Akusherstvo I ginekologiya* 38: 69-74, 1962. (In Russian.)
- 187** Pereira, F.A.: Oscillatory chemical mechanics: Modification of chemical reactions under the influence of waveguide oscillator circuits, *C. r. acad. sci.* 197: 1124-1125, 1933. (In French.)
- 188** Pereira, F.A.: On the effect of electromagnetic waves on enzyme systems, *Biochem. Z.* 238: 53-58, 1935. (In French.)
- 190** Piskunova, V.G., M.D. Antonovskaya, and M.D. Truten, Observation of the state of health of workers exposed to the influence of electromagnetic fields of high-frequency currents, *Gigiyena truda* 6: 27-30, 1957. (In Russian.)
- 193** Prausnitz, S., and C. Süsskind, Effects of chronic microwave irradiation on mice, *IRE Trans. BME-* 9: 104-108, 1962.
- 194** Presman, A.S.: Methods of protection against the action of rf electromagnetic fields under industrial conditions, *Gigiyena I sanitaria* 1: 21-27, 1958. (In Russian.)
- 195** Presman, A.S., J.I. Kamenskiy, and N.A. Levitina: Biological effects of microwaves, *Usp. sovr. biol.* 51: 82-103, 1961. (In Russian.)
- 198** Presman, A.S., and N.A. Levitina: Nonthermal action of microwaves on the rhythm of cardiac contractions in animals: 1. Study of the action of continuous microwaves, *Bull. eksp. biol. med.* 18(No. 1): 41-44, 1962. (In Russian.)
- 199** Presman, A.S., and N.A. Levitina: Nonthermal action of microwaves on the rhythm of cardiac contractions in animals: 2. Studies of the action of pulsed microwaves, *Bull. eksp. biol. med.* 18(No. 2): 39-42, 1962. (In Russian.)

- 200** Presman, A.S., and N.A. Levitina: Effect of nonthermal microwave radiation on the resistance of animals to gamma radiation, *Radiobiologiya* 2: 170-171, 1962. (In Russian.)
- 202** Presman, A.S.: Problems of the mechanism of the biological action of microwaves, *Usp. sovr. biol.* 56: 161-179, 1963. (In Russian.)
- 203** Presman, A.S.: On the role of electromagnetic fields in life processes, *Biofizika* 9: 131-134, 1964. (In Russian.)
- 205** Presman, A.S.: Effect of microwaves on living organisms and biological structures, *Usp. fiz. nauk.* 86: 263-302, 1965. (In Russian.)
- 208** Promtova, T.N.: Effect of a uhf continuous electrical field on the higher nervous activity of dogs under normal and pathological conditions, *Zh. vys. nerv. deyatel'nosti* 6: 846-854, 1956. (In Russian.)
- 209** Quan, K.C.: Hazards of microwave radiations: A review, *Ind. Med. Surgery* 29: 315-318, 1960.
- 213** Richardson, A.W., T.D. Duane, and H.M. Himes: Experimental lenticular opacities produced by microwave irradiations, *Arch. Phys. Med.* 29: 765-769, 1948.
- 214** Richardson, A.W., C.J. Imig, and B.L. Feucht: The relationship between deep tissue temperature and bloodflow during electromagnetic irradiation. *Arch. Phys. Med.* 31: 19-25, 1950.
- 215** Richardson, A.W., and T.D. Duane: Experimental cataract produced by three-cm pulsed microwave irradiations, *Arch. Ophthal.* 45: 382-386, 1951.
- 216** Richardson, A.W.: Effect of microwave induced heating on the blood flow through peripheral skeletal muscle, *Amer. J. Phys. Med.* 33: 103-107, 1954.
- 217** Rivière, M.R., A. Priore, and F. Berleureau: Effect of electromagnetic fields on implanted T8 tumors in the rat, *C. r. acad. sci.* 259: 4895-4897, 1964. (In French.)
- 218** Rivière, M.R., A. Priore, and F. Berleureau: Effects of electromagnetic fields on a transplantable lymphoblastic lymphosarcoma in the rat, *C. r. acad. sci.* 260: 2099-2102, 1965. (In French.)
- 219** Rivière, M.R., A. Priore, and F. Berleureau: Regression phenomena observed in an implanted lymphosarcoma in mice exposed to electromagnetic fields, *C. r. acad. sci.* 260: 2639-2643, 1965. (In French.)
- 220** Roberts, J.E., and H.F. Cook: Microwaves in medical and biological research, *Brit. J. Appl. Phys.* 3: 33-40, 1952.
- 222** Rubin, A., and W.J. Erdman: Microwave exposure to the human female pelvis during early pregnancy and prior to conception, *Amer. J. Phys. Med.* 38: 219-220, 1959.
- 223** Sacchitelli, F., and G. Sacchitelli: On the analgesic effect of radar microwaves on caisson disease, *Minerva fiziotherap.* 5: 201-203, 1960. (In Italian.)
- 224** Sacchitelli, F.: On protection of personnel exposed to radar microwaves, *Folia medica* 43: 1219-1229, 1960. (In Italian.)
- 225** Sadichkova, M.N., and A.A. Orlova: A clinic for chronic treatment with electromagnetic centimeter waves, *Gigiyena truda* 6: 16-22, 1958. (In Russian.)

- 227** Salisbury, W.W., J.W. Clark, and H.M. Hines: Exposure to microwaves, *Electronics* 22: 66-67, 1949.
- 228** Schliephake, E.: *Kurzwellentherapie* (Short-Wave Therapy), Stuttgart, 1952; p. 253. (In German.)
- 229** Schliephake, E.: Endocrine influence on bleeding and coagulation time, *Zbl. Chir.* 85: 1063-1066, 1960. (In German.)
- 235** Schwan, H.P.: Impedance measuring techniques in biophysics, *IRE Trans.* I-4: 75-83, 1955
- 240** Schwan, H.P., and Kam Li: The mechanism of absorption of ultra-high-frequency electromagnetic energy in tissues; *IRE Trans.* ME-4: 45-49, 1956
- 245** Smurova, J.I., I.Z. Rogovaya, and S.A. Troyitskiy: Problems of hygiene and health of workers in areas where high-frequency currents are used, *Gigiyena truda* 5: 22-28, 1962. (In Russian.)
- 246** Smurova, J.I.: Problems of hygiene and health of workers using vacuum-tube generators operating at frequencies of 60-90 kHz, *Gigiyena i sanitaria* 12: 27-30, 1964. (In Russian.)
- 248** Sercl, M.: On the effect of electromagnetic centimeter waves on the human nervous system (radar), *Z. ges. Hyg.* 7: 897-907, 1961. (In German.)
- 250** Spála, M.: Dosimetry of thermogenic effects on an rf field and its tolerable dose in the rabbit, *Sborník lékařský* 63: 349-370, 1961. (In Czech.)
- 251** Spála, M., O. Riedel, and J. Kácl: Effect of the rf field on the metabolism of bone tissue in the rabbit: Incorporation of osteotropic radioisotopes, *Cas. lék. cs.* 101: 791-795, 1962.
- 252** Takata, M., and T. Murasugi: Disturbance of the flocculation index in healthy human blood serum: Cosmo-terrestrial sympathy, *Bioklimatische Beiblätter* 8: 17-26, 1941. (In German.)
- 254** Tarusov, B.N.: *Osnovy biofiziki i biofizicheskoy khimii* (Fundamentals of Biophysics and Biophysical Chemistry), Moscow, 1960; p. 221. (In Russian.)
- 256** Tebrock, H.E., and W.N. Young: Laser-medical and industrial hygiene controls, *J. Occup. Med.* 5: 564-567, 1963.
- 257** Teixeira-Pinto, A.A.: The behavior of unicellular organisms in an electromagnetic field, *Exp. Cell. Res.* 20: 548-564, 1960.
- 259** Tolgskaya, M.S.: Morphological changes in animals under the influence of 10-cm waves. *Vopr. kurort.* 1: 21-24, 1959. (In Russian.)
- 262** Ulrich, L., and J. Ferin: The effect of working in high-power transmitting stations upon certain functions in the organism, *Prac. lék.* 11: 500-503, 1959. (In Czech.)
- 264** Volfovskaya, P.H., J.A. Osipov, and T.B. Kolaba: On the problem of the combined action of an rf field and X radiation under production conditions, *Gigiyena i sanitariya* 26: 18-23, 1961. (In Russian.)
- 268** Wildervanck, A., and K.G. Wakim: Certain experimental observations on a pulsed diathermy machine, *Arch. Phys. Med.* 40: 45-55, 1959.
- 269** Williams, D.B., J.P. Monahan, and W.J. Nicholson: Biologic effects studies on microwave radiation, time, and power thresholds for the production of lens opacities by 12.3 cm microwaves, *IRE Trans.* ME-4: 17-22, 1956.

**271** Wyatt, D.G.: Measurement of blood flow by electromagnetic induction. In A. L. Copley and G. Stainsby (eds.): *Flow Properties of Blood and Other Biological Systems*, New York: Pergamon Press, 1960; pp. 390-391.

**274** *Proceedings of Tri-Service Conference on Biological Hazards of Microwave Radiation* (E.G. Pattishall, ed.), 15-16 July 1957, Rome, N.Y.; p. 122.

**275** *Proceedings of the Second Tri-Service Conference on Biological Effects of Microwave Energy* (E.G. Pattishall and F.W. Banghart, eds.), 8-10 July 1958, Rome, N.Y., p. 269.

**276** *Proceedings of Third Annual Tri-Service Conference on Biological Effects of Microwave Radiation Equipments* (C. Susskind, ed.), 25-27 August 1959, Berkeley, Calif. , p. 336.

**277** *Biological Effects of Microwave Radiation: Proceedings of the 1960 Conference* (M.F. Peyton, ed.), 16-18 August 1960, New York, N.Y., p. 325.

**279** *O biologicheskoy vozdeystvii sverkhvysokikh chastot* (On the Biological Effects of Ultra-High Frequencies), Moscow, 1960; p. 134. (In Russian.)

**280** *Fizicheskiye faktory vneshney sredy* (Physical Factors of the Inner Layer), Moscow, 1960; p. 404. (In Russian.)

**282** *Biologicheskoye deystviye ultrazvuka i sverkhvysokochastotnykh elektromagnitnykh kolebaniy* (Biological Effect of Ultrasound and Uhf Electromagnetic Waves), Kiev, 1964. (In Russian.)

**283** *O biologicheskoy deystvii elektromagnitnykh poley radiochastot* (The Biological Effect of Radio-Frequency Electromagnetic Fields), Moscow, 1964; vol. 2, p. 172. (In Russian.)

**284** *Ochrana pred biologickymi ucinky laseru* (Protection Against the Biological Effects of the Laser), *Sdelovaki tehnika* 7: 249, 1965. (In Czech.)

**286** *Rukovodstvo po gigiyene truda* (Handbook of Labor Hygiene), Moscow, 1965; p. 651. (In Russian.)

**288** *Zashchita ot deystviya elektromagnitnykh poley i elektricheskogo toka v promyshlennosti* (Protection Against the Action of Electromagnetic Fields and Electric Current in Industry), Leningrad, 1963; p. 154. (In Russian.)