

Auswirkungen von Elektromagnetischen Feldern

Eine Recherche russischer Studienergebnisse 1960-1996

Karl Hecht

Das Bundesinstitut für Telekommunikation (Mainz) beauftragte das von mir geleitete Pathologische Institut der Berliner Charité und danach das Institut für Stressforschung Berlin, in dem ich die Funktion des medizinischen Direktors ausübte, eine Studie der russischsprachigen Fachliteratur vorzunehmen. Wir sahen insgesamt 1.500 Originalarbeiten durch und verwendeten bei der inhaltlichen Zusammenfassung der Studie (HECHT & BALZER 1997) 878 Literaturquellen. Nachfolgend soll stichwortartig ein Auszug aus dieser Studie vorgelegt werden, ohne uns dabei auf Vollständigkeit berufen zu können. In der einschlägigen Literatur werden russische Originalarbeiten äußerst selten oder gar nicht zitiert. Deshalb möchten wir nachfolgend auf die zahlreichen wissenschaftlichen Ergebnisse die Aufmerksamkeit lenken, um auch diese Erkenntnisse mit in die Betrachtung in westlichen Ländern einbeziehen zu können.

hohe elektrische Stromdichten im Körper zu berücksichtigen sind. Bemerkenswert ist, dass die in Russland geltende GOST-Norm für Wirkungen von elektromagnetischen Feldern um den Faktor 10 niedriger ist als in den USA und Westeuropa einschließlich Deutschland. Für Deutschland wird die hier übliche großzügige Handhabung plausibel, wenn man weiß, dass die Grenzwertfestlegung durch die Deutsche Elektrotechnische Kommission erfolgt, die keine staatliche Instanz, sondern ein Zusammenschluss von Vertretern „interessierter Kreise“ (KRAHN-ZEMBOL 1993, NEITZKE et al. 1994) darstellt. Grenzwerte sind sowieso zweifelhafte Parameter, weil sie z.B. die individuelle Sensibilität gegenüber Einwirkungen, die Dauer der Einwirkungen, psychophysikalische Reaktivität und chronobiologische Gesetzmäßigkeiten nicht berücksichtigen. So gibt es Hinweise auf die Beziehung zwischen Magnetfeldwirkungen und zirkadianen Rhythmen (MOORE-EDE et al. 1992, GROH et al. 1990, WEVER 1994).

1. Einleitung

Biologische Wirkungen von elektromagnetischen Feldern bestehen unbestreitbar (BECKER & MARINO 1982, BECKER 1994, NEITZKE ET AL. 1994, KATALYSE 1994). Auch über Zusammenhänge zwischen elektromagnetischen Feldern und Krankheiten, besonders in bezug auf Leukämie und Krebs (COLEMAN et al. 1984, MIHAM 1982, SAVITZ et al. 1990, SCHREIBER et al. 1993, WRIGHT et al. 1982) liegen Untersuchungsergebnisse vor. Gegenwärtig wird in der Öffentlichkeit die gesundheitsschädigende Wirkung der elektromagnetischen Felder des Handys und insbesondere der Mobilfunksendeanlagen diskutiert. Zahlreiche Studien in verschiedenen Ländern, die gewöhnlich eine Untersuchungszeit von zirka zwei Jahren auswiesen, erbrachten häufig keine überzeugenden Beweise für die gesundheitsschädigende Wirkung.

1.1 Grenzwerte

Grenzwertkonzeptionen in Deutschland gehen gewöhnlich davon aus, dass akute Schädigungen durch

1.2 Elektrosensibilität

Der Begriff Elektrosensibilität wird selten gebraucht. Darunter wird verstanden, dass Individuen außerordentlich starke Reaktionen bereits auf schwache elektrische und magnetische Felder zeigen. Mit dieser Problematik haben sich besonders Smith et al. (1989) beschäftigt. In verschiedenen Ländern haben sich Betroffene in Selbsthilfvereinen für Elektrosensible zusammengeschlossen. In Deutschland sollen ca. 200.000 (= 0,2% der Bevölkerung) elektrosensibel sein (KATALYSE 1994).

Wir selbst fanden Beziehungen zwischen Elektrosensibilität und Schlafstörungen. Wir stießen auf diese Problematik als wir feststellten, dass Schlafgestörte, die in der Nähe von Funkanlagen wohnten, in unserem Schlaflabor in der Berliner Charité, das gleichsam ein Faraday-Käfig war, trotz Verkabelung und Elektroden bestens schliefen. Gewöhnlich schlafen Patienten im Schlaflabor schlechter als zu Hause. Sobald diese Patienten sich wieder in ihrer Wohnung befanden, war der Schlaf wieder gestört. Patienten, die aus dieser Wohnung in eine Gegend

Kontakt:

Prof. em. Prof. Dr. med.
Karl Hecht
Stress-, Schlaf-, Chrono-,
Umwelt-, Raumfahrtmedizin
Büxensteinallee 25
12527 Berlin
Tel. + Fax: 030/674 89 325

ohne Funkanlagen zogen, verloren ihre Schlafstörungen.

1.3 Elektrosensible Schlafgestörte (Insomnier)er)

Auf Grund dessen bezogen wir in die Anamnese von Schlafstörungen Fragen nach dem möglichen Einfluss von elektromagnetischen Felder (Wohnelektrik, Hochspannungsleitungen, Funkanlagen), sowie mögliche Elektrosensibilität mit ein und sammelten die Fälle, bei denen es derartige Zusammenhänge gab. Von 305 schlafgestörten Patienten (Insomnie) fanden wir bei 36 Beziehungen zwischen Schlafstörungen und Einfluss von elektromagnetischen Feldern. Diese Elektrosensibilität äußerte sich gegenüber verschiedenen Quellen, z.B. Funkeinrichtungen in der Nähe der Wohnung, Elektroinstallationen im Schlafzimmer, bei Funktaxifahrten und bei Störungen geomagnetischer Felder durch „Sonnenstürme“. Die Patienten wiesen alle folgende Symptome neben der Schlafproblematik auf: Niedriger Blutdruck, Neigung zu depressiver Stimmung, zeitweilige Motivationsarmut, Wetterfühligkeit, Störung der biologischen Zeitstruktur, z.B. Phasenverschiebung des zirkadianen Rhythmus und Desynchronose.

1.4 Studie der russischen Fachliteratur 1960-1996

Leider war es uns aus finanziellen Gründen nicht möglich, diese Fragen weiter zu verfolgen. Aber es gab einen anderen glücklichen Umstand, die Thematik „elektromagnetische Felder und Gesundheit“ weiter zu bearbeiten. Das Bundesinstitut für Telekommunikation (Mainz) beauftragte zunächst das von mir geleitete Pathologische Institut der Berliner Charité und danach das Institut für Stressforschung Berlin, in dem ich die Funktion des medizinischen Direktors ausübte, eine Studie der russischsprachigen Fachliteratur vorzunehmen. Wir sahen insgesamt 1.500 Originalarbeiten durch und verwendeten bei der inhaltlichen Zusammenfassung der Studie (HECHT & BALZER 1997) 878 Literaturquellen. Nachfolgend soll stichwortartig ein Auszug aus dieser Studie vorgelegt werden, ohne uns dabei auf Vollständigkeit berufen zu können. Bemerkenswert ist noch, dass die Zusammenfassung dieser Studie, die in deutscher Sprache vorliegt, bereits in Australien, Kanada, Mexiko und den USA Interesse gefunden hat. So wie in den genannten Ländern, findet man auch in der deutschen einschlägigen Literatur russische Originalarbeiten äußerst selten oder gar nicht zitiert. Deshalb möchten wir nachfolgend die Aufmerksamkeit auf die zahlreichen wissenschaftlichen Ergebnisse lenken, um auch diese Erkenntnisse mit in die Betrachtung in westlichen Ländern einbeziehen zu können.

Erwähnt werden sollte noch, dass in der früheren Sowjetunion und in den jetzigen GUS-Staaten funk-

tionellen Veränderungen und Langzeitstudien große Aufmerksamkeit geschenkt wurde.

— 2. Ausgewählte Studienergebnisse der einschlägigen russischen Fachliteratur von 1960-1996

2.1 Klinische und arbeitshygienische Aspekte der EMF (Elektromagnetische Felder) - Langzeitwirkungen

2.1.1 Allgemeines

Es handelt sich hierbei größtenteils um betriebsärztliche Untersuchungen größeren Ausmaßes, im Sinne von Langzeitfeldstudien.

In diesem Betrachtungskomplex wurden insgesamt ca. 60 Arbeiten (1960-1985) einbezogen. In 23 davon waren Angaben über die Zahl der Untersuchten. Insgesamt: 3.549 Patienten und 477 Gesunde als Kontrollen. In den anderen Arbeiten waren die Zahlenangaben unbestimmt, z.B. war als Angabe mehrere 1.000 Personen oder Patienten zu finden.

Einwirkungsfaktoren waren vordergründige in der Industrie vorkommende EMF, solche von Radarstationen und von Hochspannungsleitungen. Es wurden kontinuierliche, unterbrochene und in bestimmten Zeitabschnitten (Wochen/Tage) nur zeitweilig einwirkende Bestrahlung unterschieden.

Die Langzeitwirkungen wurden von 200 Stunden bis 20 Jahre angegeben. Der größte Teil der Untersuchungen bezog sich auf eine Einwirkungsdauer von > 3 Jahre (Mittelwert ca. 9 Jahre). Das Alter der Patienten erstreckte sich von 26 bis 60 Jahre.

Die EMF-Einwirkung lag teilweise um die Grenzwertfestlegungen der UdSSR, aber in manchen Untersuchungen auch um das 5 bis 10fache darüber.

Wie den Arbeiten zu entnehmen ist, scheinen die Art der EMF und auch die Grenzwerte bei der Erzeugung chronischer Krankheitssymptome nicht die dominierende Rolle zu spielen, sondern die Einwirkungsdauer in Jahren, wenn die Bestrahlung täglich mehrere Stunden (2-8 Stunden) erfolgte. Kurzzeitige EMF-Bestrahlung, von ca. 10 Minuten täglich, hatten auch bei häufigen Wiederholungen keine wesentlichen bioaktiven Effekte.

Als dominierende Symptomatik wird das hypoton ausgerichtete neuro-vegetativ-asthenische Syndrom infolge der Langzeitwirkung der EMF-Wirkungen angegeben (DROGITSCHINA & STADTSCHIKOWA 1964, 1965, 1968, LYSINA et al. 1982, KAPITANENKO 1964, BESDOLNAJA 1987, OWSJANNIKOW 1973, BOJZOW & OSINZEWA 1984, OSIPOW & KALJADA 1968, NIKOLAJEWA 1984).

Abkürzungen:

EF=	Elektrische(s) Feld(er)
EMF=	Elektromagnetische(s) Feld(er)
GOST=	Staatliche Norm der Sowjetunion bzw. Russlands
HF=	High Frequency (Hochfrequenz)
LF/NF=	Low Frequency/ Niederfrequenz
SHF=	Short High Frequency (Kurze Hochfrequenz)
UHF=	Ultra High Frequency (Ultra Kurzfrequenz)

Objektive Befunde

Als wesentliche Symptome der Langzeitwirkungen, meistens ab dem 3. Einwirkungsjahr beginnend und mit den zunehmenden Einwirkungsjahren (häufig als Dienstjahre bezeichnet) an Intensität und Häufigkeit zunehmend, werden u.a. folgende angeführt:

- Neurasthenie, neurotische Symptome
- Arterielle Hypotonie, Bradykardie oder Tachykardie
- Vagotone Verschiebung des Herz-Kreislauf-Systems
- EEG-Veränderungen (Zerfall des Alpha-Rhythmus bei Theta- und vereinzelt Delta-Rhythmus)
- Überfunktion der Schilddrüse
- Potenzstörungen
- Störung im hypothalamischen-hypophysären Nebennierenrindensystem
- Verdauungsfunktionsstörungen
- Schlafstörungen
- Verlangsamung der Sensomotorik
- Ruhetremor der Finger
- Haarausfall

Subjektive Beschwerden

- Erschöpfung, Mattigkeit
- Konzentrationsschwäche
- Kopfschmerzen
- Schwindelgefühl
- Schweißausbrüche
- Spontane Erregbarkeit aus hypotoner Reaktionslage, besonders bei Anforderungen
- Herzschmerzen

(nach Drogitschina und Stadtschikowa 1964)

2.1.2 Befunde nach mehr als 5-jähriger EMF-Einwirkung

Nicht alle Symptome treten bei allen Patienten auf (sind jedenfalls in den einzelnen Arbeiten nicht enthalten). Als Beispiel soll eine Untersuchung von Lysina und Rapoport (1968) angeführt werden:

SHF-Einwirkung > 5 Jahre - 85 Patienten
(60 Gesunde als Kontrolle)

Neurozirkulatorische Dystonie	20 Personen
Vagotone vegetative Dystonie	14 Personen
Asthenisches Syndrom	11 Personen
Bradykardie	26 Personen
Tachykardie	8 Personen
Keine Befunde	6 Personen

In den meisten anderen Arbeiten wird als dominierendes Symptom die neurozirkulatorische Dystonie und vagotone Reaktionslage (arterielle Hypotonie mit Bradykardie oder auch Tachykardie) und Verlangsamung der Sensomotorik, die durch Phasen erhöhter Erregbarkeit durchdrungen werden kann, sowie Leistungsabbau der körperlichen und geistigen Prozesse angeführt.

2.1.3 Dauer der Einwirkungen wichtig für die Wirkungen

Es wurden Gruppen von Menschen mit Dienstalter von 1-5, 5-9 und mehr als 10 Jahren untersucht, die unter den Bedingungen der SHF- und HF-Bestrahlung bei ALD (abfallende Leistungsdichte) von 20-60 µW/cm², elektrischer Komponente von 100 V/m, magnetischer Komponente von 3 A/m, arbeiteten.

Die Ergebnisse zeigten, dass es keine oder leicht stimulierende Änderungen im Organismus bei Dienstalter weniger als 5 Jahr gibt. Bei 5-9 jähriger Arbeitspraxis wurden vegetativ-zirkulatorische Dystonie und bei einem Dienstalter von mehr als 10 Jahren verschiedene Störungen des ZNS und anderer Organe festgestellt (TJASHELOWA 1983). Auf grund dieser Ergebnisse werden drei verschiedene Stadien in Abhängigkeit von dem Zeitfaktor unterteilt.

Leichte Veränderungen (1-5 Jahre Einwirkungsdauer): Aktivierung der physiologischen Reaktion bei kurzzeitiger Einwirkung mittlerer Intensität oder der chronischen Wirkung mit niedrigen Intensitäten.

Mittlere Veränderungen (5-10 Jahre Einwirkungsdauer): Anfangsphase der pathologischen Veränderungen.

Schwere Veränderungen (über 10 Jahre Einwirkungsdauer): Als Krankheit eingestuft.

(nach Tjashelowa 1983)

Eine ähnliche Einteilung wurde auch von anderen vertreten (PISKUNOVA & ABRAMOWITSCH-POLJAKOW 1961, DROGITSCHINA & STADTSCHIKOWA 1964, SHUK et al. 1967).

Stadium 1: 3-5 Jahre nach Arbeitsaufnahme unter SHF-Bedingungen. Dabei werden vegetative und asthenische Syndrome beobachtet. Charakteristisch dafür ist die vagotone Reaktionslage vegetativer und Herz-Kreislauf-Reaktionen.

Des weiteren Bradykardie, Arrhythmie, arterielle Hypotonie, Hautarterienreaktionen auf Histamin.

Im Stadium 2 (weitere Arbeiten unter diesen Bedingungen) ist das astheno-vegetative Syndrom charakteristisch, oft begleitet durch angiostatische und neurotische Erscheinungen.

Im Stadium 3 werden neurozirkulatorische Dystonie und dienzephalisches Syndrom beobachtet.

Aus den Arbeiten ist weiter zu entnehmen, dass die ersten 3 Jahre Einwirkungsdauer entweder ohne Befund oder mit einer sympathikotonen Reaktionslage gekennzeichnet ist. Vom 3. bis 5. Einwirkungsjahr vollzieht sich der Umschlag in den vagotonen Bereich. Plechanow (1987) verweist darauf, dass der Ausgangszustand des Biosystems ebenfalls eine Rolle bei der Wirkung von EMF spielt: „Wenn infolge endogener oder exogener Prozesse das untersuchte Biosystem in einem Zustand geringer Resistenz gebracht

wurde, dann kann in 10-15 % der Veränderungen einzelner Parameter die Normalregulation unterbrochen werden und zusätzliche Feldeinwirkungen können zur Entstehung von pathologischen und sogar tödlichen Ausgängen führen.“ Die Dauer der Einwirkungen ist offensichtlich ein sehr entscheidender Faktor für die bioaktive bzw. gesundheitsschädigende Wirkung der EMF.

2.2 EEG bei EMF-Langzeitwirkungen

Nachfolgend werden Beispiele von Untersuchungsbefunden verschiedener Autoren angeführt (BESDOLNAJA 1987, BARANSKY & EDELWEJN 1972, GINSBURG & STADSCHIKOWA 1964, ERMAKOW 1969, ERMAKOW & MURASCHWO 1970, RUBZOWA 1983, STADSCHIKOWA & NIKONOVA 1971, WOLFOWSKAJA et al. 1961, RUBZOWA 1993, STADTSCHIKOWA 1964), die EEG-Untersuchungen bei EMF-Langzeitwirkungen von Patienten, bei denen bereits das vagoton-neurovegetativ-asthenische Syndrom bestand, vornahmen.

- **SHF (10 $\mu\text{V}/\text{cm}^2$)**
37 männliche Personen, 25-40 Jahre alt, 2-8 Jahre unter Einfluss von SHF
EEG: Veränderungen, Frequenzsenkung: Alpha \ddot{E} Theta
Bei 50 % asthenisch-neuro-vegetative Störungen
- **SHF (3,5-5 mW/cm^2) Langzeitwirkung (> 5 Jahre)**
Zirka 1.000 Personen
EEG: Desynchronisation, Alphazerfall. Bei einem Teil der Untersuchten neurasthenische Störung. Beeinflussung des ARAS im Sinne einer Dämpfung des ZNS (Schläfrigkeit, Müdigkeit).
- **Radiowellen (SHF, UHF, HF)**
48 Personen, Langzeiteinwirkung
EEG: Mesendienzephalische Störungen im Sinne einer neuro-vegetativen Asthenie, bilaterale synchrone paroxysmale Aktivität.
- **SHF, 7-14 Jahre Einwirkungsdauer**
Zusammenfassung von Ergebnissen der Jahre 1978-1983
Wirkungen von SHF über 100 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$
EEG: Veränderungen im Alphasrhythmus, Auflösung des Alphasrhythmus
Bluthirnschranke: Erhöhung der Permeabilität
- **Elektrisches Feld, 50 Hz/f KV/m**
Personenzahl und Einwirkungsdauer nicht konkret angegeben. Langzeitwirkung
EEG: Bei sensorischer Stimulierung Verringerung des Alpha-Index
Verringerung der LZ der Alphasynchronisation
Vergrößerung der LZ zur Wiederherstellung der Alphasynchronisation
Desynchronisation des Alphasrhythmus
- **EEG-Untersuchungen, Langzeitwirkungen**
Im Durchschnitt 7 Jahre bei elektrischem Feld 100-150 V/m bis 600-2.500 V/m

101 Frauen: Bei ca. 50 % Veränderungen im EEG im Sinne einer Desynchronisation: Zerfall des Alphasrhythmus

- **SHF: 80 Arbeiter unter Industriebedingungen**
Bei ca. 50 % Veränderungen im EEG in Richtung Theta-Delta-Wellen
Erhöhung der Schilddrüsenfunktion
Vagotone Reaktion, neuro-vegetativ-asthenisches Syndrom
- **SHF wenige mW/cm^2 (Gruppe 1), herabgesetzte Leistungsdichte (Gruppe 2)**
Tagesschläfrigkeit, erhöhte Ermüdbarkeit und Reizbarkeit, labiler arterieller Blutdruck in Richtung Hypotonie
EEG: Veränderungen in Richtung Theta-Delta

2.3 Hypoton (vagoton) ausgerichtetes neuro-vegetativ-asthenisches Syndrom

Untersuchungsbeispiele vor allem aus langzeitigen Untersuchungen betriebsärztlicher Tätigkeit. Die Untersuchungen fanden gewöhnlich in jährlichen Intervallen statt.

- **SHF über 1.000 Personen**
Asthenisierung der Funktionen des zentralen und vegetativen Nervensystems im Sinne von neurotischen Depressionen und einer vagotonen Reaktionslage des vegetativen Systems, Hypofunktion des Blutdrucks, des Blutzuckerspiegels u. a.
Umschlag in die vagotone Reaktionslage korreliert mit zunehmender Einwirkungsdauer (ab 3-4 Einwirkungsjahre).
- **SHF - Frauen**
50 Hz, 1.000-10.000 A/m
Hoher Anteil der Personen mit Ruhetremor (Zunahme mit zunehmender Einwirkungsdauer), Arterieller Hypotonie und vegetativ-kardiovaskulärer Dystonie
- **SHF Langzeit-Wirkung**
Untersucht wurde eine Gruppe von 244 Personen im Alter von 26-44 Jahren, die längere Zeit unter SHF-Bedingungen gearbeitet haben. Die Patienten klagten über Kopfschmerzen, Erregbarkeit, Weinerlichkeit, Verringerung der Gedächtnisleistung und Aufmerksamkeitsschwund, Herzbeschwerden, Arm- und Beinbeschwerden, Schläfrigkeit während der Arbeit, Erhöhung der Müdigkeit, Verringerung des Wohlbefindens.
Bei einer Reihe von Patienten wurden trophische Störungen, Haarausfall, Osteoporose und stark verzögerte Heilung von Geschwüren auf der Gesichtshaut festgestellt. Bei Männern: Herabsetzung der Potenz, bei Frauen: Störung des Menstruationszyklus. Nachweis des astheno-vegetativen Syndroms, Neigung zur Hypotonie, Extrasystolen, Zeichen von Vagotonie, Neigung zu Spasmen der Kapillaren, Erhöhung der Retikulozytose auf 1,8 %, Tendenz zur Leukozytose auf 10.500 oder instabile Leukopenie.

- **SHF Langzeitwirkung**
100 Personen, Kontrolle 103 Personen
< 3 Jahre Einwirkungsdauer 37 Personen
3-5 Jahre Einwirkungsdauer 28 Personen
> 5 Jahre Einwirkungsdauer 35 Personen
Flussdichte im zulässigen Bereich (33 Personen)
Flussdichte, die periodisch unter dem zulässigen Bereich liegt (67 Personen)
Unabhängig von dieser Dosierung traten bei dem größten Teil und derer, die > 3 Jahre der SHF ausgesetzt waren mit zunehmenden Einwirkungsphasen Symptome auf, die das hypoton-vegetativ-asthenische Syndrom charakterisieren, z.B. Bradykardie, arterielle Hypotonie, Müdigkeit u.a.
In den ersten Jahren der Einwirkung von SHF waren keine sichtbaren Symptome nachgewiesen worden.
- **SHF Langzeit**
14 Männer, 30-45 Jahre, 30 Kontrollen
Neuro-vegetativ-asthenisches Syndrom, vegetative Dystonie mit vagotoner Komponente
- **SHF Langzeit bis 1 mW/cm² kontinuierlich und periodisch bis 1 mW/cm²**
Einwirkungsdauer 10,8 Jahre
Neuro-vegetativ-asthenisches Syndrom, hypotone vegetative Gefäßdysfunktionen
- **SHF Einwirkung > 5 Jahre Einwirkungsdauer**
85 Patienten (60 Kontrollen)
Befunde:
Neurozirkulatorische Dystonie 20 Personen
Vegetative Dystonie mit vagotoner Dominanz 14 Personen
Astheno-vegetatives Syndrom 11 Personen
Pulsabilität, Bradykardie 26 Personen
Tachykardie 8 Personen
Keine Befunde 6 Personen
- **SHF Einwirkungsdauer > 3 Jahre + Lärm 65-75 dB unter Beleuchtung 50-100 Lux**
110 Arbeiter unter Industriebedingungen
Erste Krankheitssymptome zeigten sich nach 3-5 Jahren Einwirkungsdauer
Neuro-vegetative Asthemsie
Subjektiv: Kopfschmerzen, Tachykardien, Haar- ausfall, Konzentrationsschwäche, Erregbarkeit, Gedächtnisschwäche
(GARKAWI et al. 1984, DROGITSCHINA 1960, DROGITSCHINA & STADTSCHIKOWA 1962, 1964, SHUK et al. 1967, KOLODUB 1984, KOLODUB et al. 1979, PANOW & TJAGIN 1966, PLECHANOW 1984, 1987, PLECHANOW & WEDJUSCHKINA 1966, SOKOLOW & TSCHULINA 1968ab, ABRAMOWITSCH-POLJAKOW et al. 1974, TJASHELOVA 1983, MEDWEDEW 1973, PISKUNOWA & ABRAMOWITSCH-POLJAKOW 1961, RAKITIN 1977, KRYLOW et al. 1982, MOROS 1984, LEJTES & SKURICHINA 1961, LYSINA & RAPO-PORT 1968)

2.4 Störungen der Sensomotorik und Motorik

Beispiele von verschiedenen Autoren (WDOWIN & OSINZEWA 1987, KOSLOWSKIJ & TUROWA 1987, BOJENKO 1964, BOJENKO & BUDKO 1964, BOJZOW & OSINZEWA 1984, TICHONTSCHUK et al. 1987):

- **SHF führen in Abhängigkeit von der Zahl an Einwirkungsjahren zur Verkürzung der sensomotorischen Reaktionszeiten**
Verlangsamung der Bewegungsreaktionen bei Differenzierungsaufgaben
- **SHF-Langzeiteinwirkung mit Industriefrequenz (U-Bahn)**
Steigerung der Erregbarkeit der Bewegung
Reaktionszeitverkürzung
- **14 Arbeiter mit NF-Langzeiteinwirkungen (Kontrollgruppe n = 13)**
Koordination der Motorik und Arbeitsgeschwindigkeit wurde zu Beginn und am Ende der Schicht geprüft.
Beginn der Schicht NF = 53,7 % höher versus Kontrollen
Ende der Schicht NF = 29,2 % höher versus Kontrollen
Die Fehlerquote war bei beiden Gruppen gleich.
- **Elektrisches Feld (50Hz, 1.000-10.000 A/m) Langzeiteinwirkung > 5 Jahre**
Ruhetremor der Finger; mit zunehmenden Einwirkungsjahren verstärkend
54 Arbeiter mussten neurologischer Behandlung zugeführt werden.
- **Höreffekte von Impuls-EMF im SHF-Bereich**
Die Entstehung subjektiver Hörempfindungen als unspezifische Reaktion des Organismus ist das Ergebnis der Umwandlung elektromagnetischer Energie in mechanische, in den Geweben des Kopfes. Dazu gibt es aber noch keine einheitlichen Auffassungen.
- **Ohrenrauschen bei 200-3.000 MHz ALD 0,4 mW/cm²**
Es wurde festgestellt, dass man für jede Hirnstruktur spezifische Parameter der EMF-Bestrahlung, die für die Effektergewinnung nötig ist, finden kann. Dabei ist nachgewiesen worden, dass bei EMF-Einwirkung von 380-500 MHz und 100 mW/cm² auf Probanden Ohrenrauschen, Pulsation im Kopf und Aggressivität gegenüber dem Untersucher auftritt.
Die Spezialversuche zeigten, dass die Menschen bei EMF-Modulation verschiedene Töne hören können: Pfeifen, Schnalzen, Klappern, Summen. Diese Töne verschwanden bei Abschirmung der Schläfengegend. Es stellte sich heraus, dass der Frequenzbereich von 200-3.000 MHz und die abfallende Leistungsdicht (ALD) von 0,4 mW/cm² für einen Menschen wirkungsstark sind.

2.5 Herz-Kreislaufsystem

Einige ausgewählte Beispiele zur EMF-Langzeitwirkung auf das Herz-Kreislaufsystem des Menschen.

- **SHF-Langzeiteinwirkung und Nachkontrolle**
160 Arbeiter und Ingenieure, Wirkung von Industrie-SHF
Unspezifische Wirkung von SHF.
Bleibende Veränderungen des Herz-Kreislaufsystems nach 20-jähriger Einwirkung von SHF am Arbeitsplatz.
Untersuchungen 4-7 Jahre nach Verlassen dieses Arbeitsplatzes ergaben folgende Befunde: Erhöhung der Blutlipide, Myokardischämie und arterielle essentielle Hypertonie.
Schlussfolgerung: SHF führen bei Langzeitwirkungen zur beschleunigten Entwicklung von Herz-Kreislaufkrankungen.
- **5-10 Jahre Mikrowelleneinfluss**
führt auch zur Veränderung der Hämodynamik des Hirnblutkreislaufs im Sinne einer Hypotonie und Mangel durchblutung.
- **SHF bewirken Entwicklung und Manifestierung einer hypotonen-vegetativ-vaskulären Asthenie innerhalb von 10 Jahren**
(73 Männer und 27 Frauen im Alter von 21-40 Jahren)
SHF > 5 Jahre (Höhe Dosis 5-10-fach über Höhe Grenzwert)
72 Arbeiter (70% männlich, 30% weiblich) 69% hypotone neuro-vegetativ-kardiovaskuläre Asthenie.
- **SHF 1.000-3.000 Stunden Einwirkungsdauer**
100 Personen
4 Personen Hypotonie
5 Personen Hypertonie
7 Personen Pulsstabilität
33 Personen Bradykardie
- **SHF (10 mW/cm²) 19 Jahre Einwirkung, 4-7 Jahre, später Nachkontrolle**
80 Männer (80 Kontrollen)
Veränderung der Herz-Kreislauffunktion in Richtung vagotoner Reaktionslage (arterielle Hypotonie, Bradykardie)
(MEDWEDEW 1973, 1977, STADTSCHIKOWA et al. 1972, WOLYNSKIJ 1973, DROGITSCHINA et al. 1966)

2.6 Biologische Rhythmen und EMF-Langzeitwirkungen

Ausgewählte Beispiele.

- **Radiofrequenzen im Arbeitsbereich**
Die Langzeiteinwirkung über 10 Jahre mit EMF im Radiofrequenzbereich führt zu:
Veränderungen der zirkadianen Rhythmen der Körpertemperatur (81 % der Untersuchten)
Veränderungen der zirkadianen Rhythmen der Herzfrequenz (88 % der Untersuchten).

Parasympathische Funktionslagen nehmen mit zunehmendem Dienstalder zu, die möglicherweise die Ursache für die Störungen der zirkadianen Rhythmik sind.

- **Zirkadianrhythmischer Verlauf**
der Katecholaminausschüttung unterscheidet sich bei Langzeitbelastung mit SHF nicht von denen, die unter nicht belasteten Bedingungen leben.
- **Langzeitige SHF-Einwirkungen**
(> 3 Jahre) führen zu Veränderungen in der saisonalen Rhythmik des Verdauungssystems.
- **Zirkadiane Reaktionstypen**
Untersucht wurden 10 Versuchspersonen im Alter von 23-35 Jahren.
Benutzt wurde Niederfrequenz, Untersuchungsdauer 3 Tage, Zahl der Untersuchungen 3 pro Tag (um 8, 14 und 20 Uhr). EMF wurde am 2. Tag von 10-15 Uhr appliziert. Bewertet wurde mit einer Reihe psychologischer Tests.
Aussagen:
Mit einer Verringerung der Arbeitsfähigkeit während EMF-Einwirkung reagierten 20% der Untersuchten. Mit einer Erhöhung reagierten 60% in 3 verschiedenen Varianten:
1.: 40% der Untersuchten zeigten ein Abklingen der erhöhten Arbeitsfähigkeit zum Abend auf das Ausgangsniveau von EMF-Einfluss.
2.: 10% zeigten weitere Verbesserung.
3.: 10% zeigten keine Veränderung.
Generell ohne Veränderung blieben 20% der Untersuchten.
Bezüglich der Arbeitsfähigkeit wurden bestimmt: 40% Morgentypen, 20% Abendtypen und 40% indifferente Typen.
Der Abendtyp stimmt vollständig überein mit der 1. Gruppe (Verringerung der Arbeitsfähigkeit).
Der Morgentyp enthält den wesentlichen Teil der 2. Gruppe.
Die Indifferenztypen gehören entweder zur 3. oder 2. Gruppe.
- **Messungen des konstanten elektrischen Feldes des Menschen führten zu saisonabhängigen Veränderungen der Differenz der elektrischen Potentiale (DFP) zwischen Hals und distalen Enden der Extremitäten**
Herbst-Winter-Verschiebung in den Bereich der positiven Werte
Frühling-Sommer-Verschiebung in den Bereich der negativen Werte
- **Über die Wirkung von atmosphärischer Elektrizität auf den Organismus eines Menschen**
Im Zusammenhang mit Untersuchungen der Sonnenaktivität wurde festgestellt, dass die Häufigkeit der Sterberate zwischen 4-10 Uhr liegt, wenn die Ladungsdichte der atmosphärischen Luft ihr Maximum hat und zwischen 19-20 Uhr, wenn das Minimum erreicht wird. Die Arbeitsfähigkeit des Menschen ist phasenverschoben. Sie erreicht

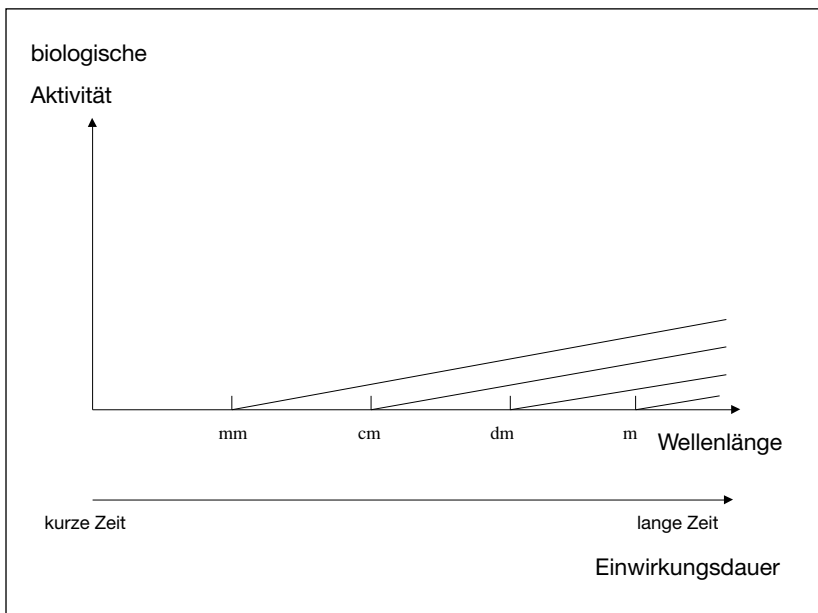


Abb. 1: Zum Verhältnis von Wellenlänge, biologische Wirkung und Einwirkungsdauer (schematische, vereinfachte Darstellung)

ihr Maximum zwischen 10-12 Uhr, das Minimum gegen 14 Uhr und ein weiteres Maximum gegen 16-18 Uhr.

Biosysteme des Menschen beginnen ihre Arbeitsfähigkeit bei einem Schwellenwert der Ladungsdichte und werden zerstört, wenn der Wert der Ladungsdichte in der doppelschichtigen Membran den Durchbruchswert erreicht. Die Ladungsdichte erreicht in der Atmosphäre im Mittel $3 \times 10^{-11} \text{ C/m}^3$. Bedeutende Abweichungen davon führen zur Zerstörung der Impulsübertragung in den transmembranen Ketten.

(SAZEPINA et al. 1980, CHISAMKEEW & KUPZOW 1982, KALJADA 1987, KOLESNIK et al. 1967, KOLESNIK 1968, PAWLOWA & DROGITSCHINA 1964, ROMANOW et al. 1980)

2.7 Tierexperimente

Nachfolgend sollen aus der Vielzahl der vorliegenden Tierexperimente wesentliche Ergebnisse zusammengefasst werden. Literaturquellen dazu können vom Autor zur Verfügung gestellt werden.

Nervensystem

Untersuchungen an verschiedenen Tieren (vor allem Ratten und Kaninchen, aber auch Meerschweinchen, Katzen und Hunde, seltener Nutztiere (Rinder) und Nichtsäugetiere (Frösche, Schnecken u.a.) zur bioaktiven Wirkung von EMF (NF, HF, SHF am häufigsten) auf zentrale und periphere Nervenprozesse, vor allem auf

- elektrophysiologische (EEG) Prozesse,
- Transmitter (Hormone),
- Lernen, Gedächtnisverhalten, bedingt-reflektorische Reaktionen,
- Erregungsleitung,
- Reaktionsgeschwindigkeiten,

- sensorische, sensomotorische, motorische Funktionen, pharmakologisch stimulierte Prozesse, Synapsenfunktionen und neuronale Prozesse ergaben folgendes Bild von Ergebnissen, die als repräsentativ anzusehen sind und für den Spezialisten auch nachvollziehbar und reproduzierbar sind. **Alle angewendeten EMF und EF riefen in Abhängigkeit von einer Reihe von Faktoren wie**

- Dauer der Einwirkung,
- individuelle Empfindlichkeit,
- Art der EMF,
- Dosierung u. a.

vorwiegend eine unspezifische Stress-Reaktion im Sinne von Hans Selye hervor.

Die biologische Wirkung von SHF hängt von der Wellenlänge (bei gleicher Dosierung) ab:

mm-Wellen rufen geringe biologische aktive Wirkungen hervor. Die stärksten biologischen aktiven Wirkungen werden von m-Wellen hervorgerufen. Des Weiteren ergeben sich folgende zeitliche Abhängigkeiten für Wirkungsdauer und Wellenlänge bezüglich der biologischen aktiven Wirkungen. Um eine biologisch aktive Wirkung zu erzielen, benötigen m-Wellen eine kurze Einwirkungsdauer, mm-Wellen dagegen eine sehr lange Einwirkungsdauer (siehe Abb. 1).

Bezüglich der biologisch aktiven Wirkung wurden auch im Tierexperiment verschiedene Reaktionsphasen gefunden und klassifiziert

1. Phase:

- übermäßige Erregung, Stress oder
- stimulierende, leistungsfördernde (bei kurzen Einwirkungsdauern 5-30 Min./tägl. oder
- therapeutische Effekte (bei Einwirkungsdauern 5-30 Min./tägl.)

Diese Effekte können sowohl bei einmaligen, als auch bei mehrmaligen oder sogar häufig täglich sich wiederholenden Einwirkungen festgestellt werden.

2. Phase:

Umschlag in eine hypotone bzw. vagotone Reaktionslage oder (bezogen auf die in der UdSSR gebräuchliche Pawlow'sche Terminologie) in die zentralnervösen Hemmungsprozesse. Hierbei werden Subphasen, die mit der zeitlichen Einwirkungsdauer progressiv verlaufen, verifiziert.

3. Phase:

Phase der Überlastungshemmung (Schutzfunktion nach I. P. Pawlow)

4. Phase:

Phase der Erschöpfung der Erregungsprozesse (chronischer hypotoner, in den Reaktionen verlangsamer Zustand)

5. Phase:

Phase der Erschöpfung der Erregungs- und Hemmungsprozesse. Allgemeines Erschöpfungssyndrom im Sinne einer Neuroasthenie, vergleichbar mit Symptomen des „CFS“ oder des „Burnout“.

Generell kann aus den analysierten Ergebnissen der Tierexperimente eingeschätzt werden, dass die Dauer der Einwirkung den maßgeblichsten Faktor für biologisch aktive Wirkungen von EMF bzw. EF darstellt.

Diese kann beeinflusst werden von der

- individuellen Empfindlichkeit bzw. Reaktionslage des biologischen Wesens
- Art des EMF
- Dosierung des EMF

Dabei können drei verschiedene mittlere Zeitdauerabschnitte, vor allem bezüglich Ratten und Kaninchen und auch in eingeschränkter Weise (weil weniger Experimente) für Katzen und Hunde gültig, unterschieden werden.

Diese Ergebnisse von Untersuchungen an Mensch und Tier zeigen sehr ähnliche Effekte.

Schlußfolgerung

Abschließend kann eingeschätzt werden, dass das EMF als ein stiller Distressor bewertet werden kann, dessen bioaktiver Effekt von verschiedenen Faktoren abhängig ist und dessen pathogene Wirkung erst nach Jahren sichtbar wird. Bezüglich des Symptomatik bestehen Ähnlichkeiten mit dem Chronischen Müdigkeitssyndrom (Chronic Fatigue Syndrom CFS).

Nachweise

- ABRAMOWITSCH-POLJAKOW, D. K., A. I. KLEINER, F. A. KOLODUB; et al. (1974): Klinischeskaja charakteristika wosdejstwija elektromagnitnych polej pri kontaktnoj elektroswarke. Klinische Charakteristik der EMB-Einwirkung (EMB - elektromagnetische Bestrahlung) während des Widerstandsschweißens. Wratschabnoje delo 4, S. 106
- ASABSEW, L. T. SCH., T. JU. BONTSCHKOWSKAJA & I. G. SHAGALLO (1972): Isutschenie reakzli zentralnoj nerwnoj sistemy shiwotnych na dejstwije EMP SWTSCH malych intensivnostej. Die Untersuchung der Reaktion des zentralen Nervensystems von Tieren auf die Wirkung SHF-EMF mit geringer Intensität. Gigiena truda i biologitscheskoe dejstwije elektromagnitnych woin radiotschastot. Wses. Simposim 17-19, oktjabrja, S. 48
- BARANSKI, S. & S. EDELWEJN (1972): Issledowanie wlijanija mikrovoln na nerwnuju sistem. Die Untersuchung der Wirkung von Mikrowellen auf das Nervensystem. Gigiena truda i biologitscheskoe dejstwije elektromagnitnych woin radiotschastot, S. 31
- BECKER, R. O. & A. M. MARINO (1982): Electromagnetism and Life. State University of New York Press, Albany
- BECKER, R. O. (1994): Heilkraft und Gefahren der Elektrizität. Scherz Verlag - Neue Wissenschaft, Berlin, München, Wien
- BESDOLNAJA, I. S. (1987): Biologitscheskoe dejstwije I kriterii ozenki funkcionalnogo sostojanija ZNS tschelowecka pri giglenitscheskoj reglamentazii elektritscheskogo polja promyschiennoj tschastoty 50 Gz. Die biologische Wirkung und Bewertungskriterien des funktionellen Zustands des ZNS eines Menschen bei hygienischem Standard des elektrischen Felds mit einer Industriefrequenz von 50 Hz. Simposium Mechanismy biologitscheskogo dejstwija elektromagnitnych Istsutschenij Tesisy dokladow, Puschschino, S. 169

BOJENKO, I. D. (1964): Physiologische Einwirkungseffekte von elektromagnetischen Schwingungen der Ton- und Radiofrequenzbereiche auf den Organismus. Veröffentlichungen der Woronesher Abteilung der Pawlow-UPG 7

BOJENKO, I. D. & L. N. BUDKO (1964): Interozeptiwnye rasdrashenija kak faktor, ismenjajuschtschij odnoschenie organisma k wosdejstwiju energii elektromagnitnych kolebanij swukowogo i radiotschastotnogo spektra. Interozeptive Reizung als Faktor, der das Verhältnis des Organismus zur Einwirkung der EMF-Energie (EMF - elektromagnetisches Feld) des Schall- und Radiofrequenzbereichs verändert. Einige Fragen von Physiologie und Biophysik. Veröffentlichungen der Woronesher Abteilung von Pawlow-WFO 78

BOJZOW, W. W. & T. P. OSINZEWA (1984): Erregbarkeitsindex der Bewegungszentren von Personen mit verschiedener Dauer der Berufstätigkeit. In: EMFIF-Einwirkungsbedingungen (EMFIF - elektromagnetisches Feld der Industriefrequenz). Biologische Mechanismen und Wirkungsphänomene von Niederfrequenz- und statistischen EMF auf die lebenden Systeme. TGU: Tomsk, S. 98

CHISAMBEEW, SCH. R., G. M. KUPZOW, SDRAWOOCHRANENIJA SSSR (1982): Kusnezowa IW/Ministerstwo, SSSR Institut mediko-biologitscheskich problem MS, Ziolkowskogo. Gosudarstwennyj musej istorii kosmonawtiki imKE. Issledowanie psichitscheskoj rabotosposobnosti operatora w uslowijach wosdejstwija niskotschastotnych elektromagnitnych polej. Kosmitscheskaja biologija i awiakosmitscheskaja medicina, VII wsesojunaja konferenzija po kosmitscheskoj biologii i awiakosmitscheskoj. Medizinische Untersuchung der psychischen Arbeitsfähigkeit eines Operators unter den Bedingungen der Einwirkung niederfrequenter elektromagnetischer Felder. Kosmische Biologie und Weltraummedizin VII. Allunionskonferenz zur kosmischen Biologie und Weltraummedizin, Kaluga. Vo. 2, S. 24

COLEMAN, M. P., C. M. J. BELL, H.-L. TAYLOR & J. M. PRIMIC-ZAKEL (1989): Leukämia and residence near electricity transmission equipment: A case control study. Br. J. Cancer 60, S. 793-798

DROGITSCHINA, E. A. (1960): K klinike chronitscheskogo wosdejstwija SWTSCH na organism tschelowecka. Zum klinischen Verlauf der chronischen Wirkung von SHF auf den Organismus des Menschen. Trudy Instituta gigieny truda i profsablewanij AMN SSR, S. 23

DROGITSCHINA, E. A. & M. N. SADTSCHIKOWA (1962): Nekotorye klinitscheskie projawienija chronitscheskogo wosdejstwija santimetrovych woin. Einige klinische Erscheinungen bei Langzeiteinwirkung von cm-Wellen. Gigiena truda i professionalnye sabolewanija 1, S. 28

DROGITSCHINA, E. A. & M. N. SADTSCHIKOWA (1964): Klinitscheskie sindromy pri wosdejstwii raslitschnych diapasonow radiotschastot. Klinische Syndrome bei der Wirkung von unterschiedlichen Radiofrequenzbereichen. O biologitscheskom wosdejstwii biologitscheskich polej radiotschastot 2, S. 105

DROGITSCHINA, E. A.; M. N. SADTSCHIKOWA (1965): Klinitscheskie sindromy pri wosdejstwii raslitschnych diapasonow radiotschastot. Klinische Syndrome bei Einwirkung verschiedener Bereiche von Radiowellen. Gigiena truda i professionalnye sabolewanija 1, S. 17

DROGITSCHINA, E. A., N. M. KONTSCHALOWSKAJA, K. W. GLOTOWA et al. (1966): K woprosu o wegetatiwnych i serdetschno-sosudistich naruschenijach pri chronitscheskorn wosdejstwij elektromagnitnych polej swerchwsokich tschastot. Zu Fragen vegetativer und Herz-Kreislauf-Störungen bei Langzeiteinwirkung elektromagnetischer Felder mit Superhochfrequenz. Gigiena truda i profsabetewanija 7, S. 13

DROGITSCHINA, E. A. & M. N. SADTSCHIKOWA (1968): K klassifikazii klinitscheskich sindromow pri chronitscheskom wosdejstwil elektromagnitnych polej diapasona radiotschastot. Zur Klassifizierung der klinischen Syndrome bei chronischer Einwirkung von elektromagnetischen Feldern im Radiofrequenzbereich. Gigiena truda i biologitscheskoe dejstwije elektromagnitnych woin radiotschastot 2, S. 42

ERMAKOW, E. W. (1969): O mechanisme wosniknwenija asteno-wegetatiwnych naruschenij pri chronitscheskom wosdejstwil SWTSCH polja. Über den Mechanismus der Entstehung von asthenisch-vegetativen Störungen bei chronischer Wirkung eines SHF-Felds. Wojenno-medizinskij shurnal. 3, S. 42

ERMAKOW, E. W. & B. F. MURASCHWO (1970): K patogenezu nejroen-

- dokrinnych naruschenij pri dliteinom wozejstwij elektromagnitnogo polja swerchwysokoj tschastoty. Zur Pathogenese neuroendokriner Störungen bei langandauernder Einwirkung eines elektromagnetischen Feldes im SHF-Bereich. *Sowetskaja medizina* 9, S. 136
- GARKAWI, L. CH., E. B. KWAKINA & E. P. KORobejnikow et al. (1984): Ismenenie adaptazionnych reakcij organisma l ego resistentnosti pod wlijaniem elektromagnitnych polej. Die Veränderung der Anpassungsreaktionen des Organismus und seiner Widerstandsfähigkeit unter dem Einfluss von elektromagnetischen Feldern. *Elektromagnitnye polja w biosfere T2, Biologitscheskoe dejstwie elektromagnitnych polej*, S. 46
- GINSBURG, D. A. & M. N. SADTSCHIKOWA (1964): Ismenenija elektroenzelogrammy pri chronitscheskom wozejstwij radiowoln. Die Veränderungen des Elektroenzephalogramms bei Langzeiteinwirkung von Radiowellen. O biologitscheskom dejstwij elektromagnitnych polej radiotschasiot, S. 126
- GROH, K. R., M. A. READY & C. H. EHRET (1990): Chronobiological effects of electric fields. In: Welson et al., S. 47-86
- HECHT, K. & H.-U. BALZER (1997): Biologische Wirkungen elektromagnetischer Felder im Frequenzbereich 0 bis 3 GHz auf den Menschen. Im Auftrag des Bundesinstituts für Telekommunikation. Auftrag Nr. 4231/630402. Inhaltliche Zusammenfassung einer Studie der russischsprachigen Literatur von 1960 - 1996
- KALJADA, T. W. (1987): Osobennosti funkcionalnych ismenenij nekotorych sistem organisma tschelowecka pri kontakte s elektromagnitnymi isitsuschenijami radiotschasiot. Die Besonderheiten der funktionellen Veränderungen einiger Systeme des menschlichen Organismus beim Kontakt mit elektromagnetischen Strahlungen im Radiofrequenzbereich. *Simposium Mechanismy biologitscheskogo dejstwija elektromagnitnych islutschenij Tesisy dokladow, Puschtschino*, S. 139
- KAPITANENKO, A. M. (1964): Klinitscheskie projawlenija sabolewanija i letschebnye meroprijatija pri chronitscheskom wozejstwij SWTSCH poija. Klinische Erscheinungen der Erkrankung und leitende Maßnahmen bei chronischer Wirkung eines SHF-Feldes. *Wojenno-medizinskij Shurnal* 10, S. 19
- KATALYSE e.V. (1994): Elektromog: Gesundheitsrisiken, Grenzwerte, Verbraucherschutz. Verlag C. F. Müller, Heidelberg
- KOLESNIK, F. A., W. M. MALYSCHEW & B. F. MURASCHOW (1967): O naruschenijach endokrinnoj sistemy pri chronitscheskom wozejstwij SWTSCH polja. Über Störungen des endokrinen Systems bei chronischer Wirkung eines SHF-Felds. *Wojenno-medizinskij shurnal* 7, S. 39
- KOLESNIK, F. A. (1968): Funkzionalnoe sostojanie sheludka i kischetschnika u liz, rabotajuschtschich w uslowijach wozejstwija SWTSCH-polja. Der funktionelle Zustand des Magens und Darmes bei Personen, die unter Bedingungen der Einwirkung eines SHF-Feldes tätig sind. *Gigienda truda i biologitscheskoe dejstwie elektromagnitnych polej*, S. 75
- KOŁODUB, F. A., I. N. SINIZA & O. N. TSCHERNYSCHewa (1979): Roi tiredoldnych gormonow w mechanisme rasobschtschajuschtschego dejstwija elektromagnitnyh polej na prozessy okislitel'nogo fosforilowanija w golownom mosgu i petscheni kryz. Die Rolle der Schilddrüsenhormone im Mechanismus der Trennungswirkung von elektromagnetischen Feldern auf die Prozesse der Oxydationsphosphorylierung im Hirn und der Leber von Ratten. 4-J Wsesojusnyj biochimitschesklj sjesd 2, S. 101
- KOŁODUB, W. A. (1984): Dejstwie elektromagnitnych polej raslitschnych tschastotnych diapasonow na metalolizm i fermentnye sistemy organisma. Die Wirkung von elektromagnetischen Feldern unterschiedlicher Frequenzbereiche auf den Metabolismus und die Fermentsysteme des Organismus. *Elektromagnitnye polja w biosfere T2, Biologitscheskoe dejstwie elektromagnitnych polej*, S. 115
- KOSŁOWSKI, W. A. & T. F. TUROWA (1987): Pokasatell koordinimetrii u rabotnikow, kontaktirujuschtschich s peremennymi elektromagnitnymi poljami promyschiennoj tschastoty. Kriterien der Koordinometrie bei Arbeitern, die mit elektromagnetischen Wechselfeldern mit Industriefrequenz in Kontakt kommen. *Simposium Mechanismy biologitscheskogo dejstwija elektromagnitnych islutschenij Tesisy dokladow, Puschtschino*, S. 148
- KRAHN-ZEMBOL (1993): Rechtsschutz vor Gesundheitsgefährdungen durch elektromagnetische Strahlungsfelder. *Zeitschrift für Umweltrecht, ZUR* 03, S. 114
- KRYLOW, O. A., M. S. GOLINSKAJA, S. M. SUBKOWA et al. (1982): Osobennosti somatitscheskich i wegetatiwnych reakcij organisma na dejstwie dezimetrowych woin. Besonderheiten somatischer und vegetativer Reaktionen des Organismus auf die Wirkung von Dezimeterwellen. *Biologitscheskoe dejstwie elektromagnitnych polej Wsesojusnyj simposium Tesisy dokladow, Puschtschino*, S. 38
- LEJTES, F. I. & L. A. SKURISCHINA (1961): Wlijanie mikrowoin na gormonalnuju aktivnost kory nadpotschetschnikow. Die Wirkung von Mikrowellen auf die hormonelle Aktivität der Nebennierenrinde. *Bjulieten eksperimentalnoj biologii i mediziny* 52/12, S. 47
- LYSINA, G. G. & M. B. RAPOPORT (1968): K woprosu o reguijazli gemodinamiki pri wozejstwij elektromagnitnych radlowein SWTSCH (Klinikoeksperimentainoe issledowanie). Zur Frage der Regulierung der Hämodynamik bei Wirkung von elektromagnetischen Radiowellen im SHF-Bereich (klinisch-experimentelle Untersuchung). *Gigienda truda i biologitscheskoe dejstwie elektromagnitnych woin radiotschasiot Sb materialwo 3-go. Wsesojusnogo simposiuma*, S. 108
- LYSINA, G. G., E. P. KRASNJUK & A. O. NAWAKATIKJAN et al. (1982): O doklinitscheskich projewienljach sotschetannogo llijanija elektromagnitnoj tenergli SWTSCH i swinza w uslowijach prolswodstwa. Über präklinische Erscheinungen des Zusammenwirkens von elektromagnetischer SHF-Energie und Blei unter Produktionsbedingungen. *Wsesojusnyj simposium Biologitscheskoe dejstwie elektromagnitnych polej Tesisy dokladow, Puschtschino*, S. 134
- MEDWEDEW, W. P. (1973): Sabolewanija serdetschno-sosudistoj sistemy u liz, podwergawschichsja w proschiom wozejstwij elektromagnitnogo polja SWTSCH. Erkrankungen des Herz-Kreislaufsystems bei Personen, die in der Vergangenheit EMF im SHF-Bereich unterlagen. *Gigienda truda i professionalnye sabolewanija* 3, S. 6
- MEDWEDEW, W. P. (1977): Serdetschno-sosudistaje sistema tschelowecka pri wozejstwij elektromagnitnogo polja swerchwysokich ichastot. Das Herz-Kreislaufsystem des Menschen bei Einwirkungen elektromagnetischer Felder des SHF-Bereichs. *Gigienda truda i profsabolewanija* 1, S. 18
- MIHAM, S. (1982): Mortality from leukaemia in workers exposed to electrical and magnetic fields. *N. Engl. J. Med.* 307, S. 249
- MOORE-EDE, M. C., S. S. CAMPBELL & R. J. REITER (1992): *Electromagnetic Fields and Circadian Rhythmicity*. Birkhäuser, Boston
- MOROS, W. W. (1984): Funkzionalnoje sostojanie gl'ofisamo-nedpoischetschnikowoj sistemy pri dejstwij niskotschastotnogo premenno magnitnogo polja. Funktioneller Zustand des hypophysären Nebennierensystems bei Einwirkung von variablem magnetischen Niederfrequenzfeld. *Biologische Mechanismen und Einwirkungsphänomene von Niederfrequenz- und statischem EMF auf die lebenden Systeme. Tomsk TGU*, S. 34
- NEITZKE, H.-P., J. VAN CAPELLE, K. DEPNER, K. EDELER & T. HANISCH (1994): *Risiko Elektromog?* Birkhauser Verlag, Basel, Boston, Berlin
- NIKOLAJEWA, L. A. (1982): Ismenenie spektra gormonow krowi pod wlijaniem mikrowoln santimetrowogo diapasona. Veränderungen des Spektrums der Bluthormone unter dem Einfluss von Mikrowellen im Zentimeterbereich. *Biologitscheskoe dejstwie elektromagnitnych polej Wsesojusnyj simposium Tesisy dokladow, Puschtschino*, S. 23
- OSIPOW, J. A. & T. W. KALJADA (1968): Wlijanie UWTSCH elektromagnitnogo polja neternogennoj intensiwnosti na funkzionalnoe sostojanie organisma rabotajuschtschich. UHF-EMF-Einwirkung (UHF - Ultrahochfrequenz; EMF - elektromagnetisches Feld) der nichtthermischen Intensität auf den funktionellen Zustand des Organismus bei den arbeitenden Menschen. *Fragen der Arbeitshygiene und EMF-Einwirkung auf den menschlichen Organismus. Veröffentlichungssammlung L.*, S. 56
- OWSJANNIKOW, W. A. (1973): Nekotorye gigenitscheskie woprosy wlijanija elektromagnitnych polej na organism tschelowecka. Einige gygienische Fragen der Wirkung von elektromagnetischen Feldern auf den Organismus des Menschen. *Wlijanie elektromagnitnych polej na biologitscheskie objekty* 53, S. 63

- PANOW, A. G. & N. W. TJAGIN (1966): Simptomatologija, klassifikacija i ekspertisa posledstwij wozejstwjia SWTSCH polja na orgnism tschelowecka. Symptomatologie, Klassifizierung und Expertise zu Folgen der Wirkung eines SHF-Feldes auf den Organismus eines Menschen. *Wojenno-medizinskij shurnal* 9, S. 13
- PAWLOWA, I. W., E. A. DROGITSCHINA et al. (1968): Bioschimitscheskie ismenenija pri chronitscheskom wozejstwii elektromagnitnych polej swerchwysokich tschastot. Biochemische Veränderungen bei Lagzeitwirkung von SHF-EMF. *Gigiena truda i biologitscheskoe dejstwje elektromagnitnych wion radiotschastot*, S. 124
- PLECHANOW, G. F. & W. W. WEDJUSCHKINA (1966): Wyrabotka sosudistogo usliwnogo refleksa u tschelowecka na ismenenie naprjashenosti elektromagnitnogo polja wysokej tschastoty. Die Herausbildung eines bedingten Gefäßreflexes beim Menschen bei Veränderung der Feldstärke eines elektromagnetischen Feldes mit hoher Frequenz. *Shurnal wysschej nerwnoj dejatelnosti im IP Pawlowa* 16/1, S. 34
- PLECHANOW, G. F. (1984): Tri urownja mehanismow biologitscheskogo dejstwija niskotschastotnych elektromagnitnych polej. Drei Ebenen von Mechanismen der biologischen Wirkung von niederfrequenten elektromagnetischen Feldern. *Biologitscheskie mehanismy i fenomeny dejstwija niskotschastotnych i statitscheskich elektromagnitnych polej na shiwyia sistemy (Materialy wsesojusnogo simposiuma Tomsk, 14-16 sent 1982)*; S. 3
- PLECHANOW, G. F. (1987): Osnownye sakonomernosti biologitscheskogo dejstwija niskotschastotnych elektritscheskich polej na obekty biozenosow. Die wichtigsten Gesetzmäßigkeiten der biologischen Wirkung von niederfrequenten elektrischen Feldern auf die Biozönose von Objekten. *Simposium Mechanismy biologitscheskogo dejstwija elektromagnitnych islutschenij Tesly doktadow*, S. 103
- PISKUNOWA, W. G. & D. K. ABRAMOWITSCH-POLJAKOW (1961): O swoeobrasnom porashenii nerwno-endokrinoj sfery pri wozejstwil tokow wysokej tschastoty. Über eine eigenartige Störung des nerval-endokrinen Systems bei Einwirkung von Strömen hoher Frequenz. *Wratschebnoje delo* 3, S. 121
- RAKITIN, I. A. (1977): Klinitscheskie nabljudenija sa sostojaniem sdorowja shentschtschin, rabotajuschtschich w uslowijach dejstwija radiowoln. Klinische Beobachtung des Gesundheitszustands von Frauen, die unter Einwirkung von Radiowellen arbeiten. *Truky Leningradskogo sanitarno-gigienitscheskogo medizinskogo instituta Faktory wneschnej sredy i tscheloweck 116*, S. 31
- ROMANOW, JU. A., S. A. TSCHEPURNOW, KLEWESAI et al. (1980): Biologitscheskie ritmy i solnetschnaja aktivnost/Problemy kosmitscheskoj biologii. Die biologischen Rhythmen und die Sonnenaktivität. *Probleme der kosmischen Biologie*. Vol. 41/8, Moskwa, Nauka, S. 289
- RUBZOWA, N. B. (1983): Sowremonnnye dannye o wlijanii mikrowolnowych wozejstwij na funkczionalnce sostojanie nerwnoj sistemy. Aktuelle Angaben über die Wirkung von Mikrowellen auf den junctionalen Zustand des Nervensystems. *Gigienitscheskaja ozenka i biologitscheskoe dejstwje prerywistych mikrowolnowych oblutschenij*. S. 56
- RUBZOWA, N. B. (1993): Sostojanie elektritscheskoj aktiwnosti golownogo mosga tschelowecka pri tokalnomo MKW oblutschenii kistej ruk. Der Zustand der elektrischen Aktivität des Gehirns des Menschen bei lokaler Mikrowellenbestrahlung der Handballen. *Simposium Mechanismy biologitscheskogo dejstwija elektromagnitnych istutschenij Tesisy dokladow Puschtschino*, S. 144
- SADTSCHIKOWA, M. N. (1964): Klinika ismonenij nerwnoj sistemy, wyswannych wozejstwijem radiowein raslitschnych diapasonow. Das klinische Bild der Veränderungen des Nervensystems, die durch die Wirkung von Radiowellen unterschiedlicher Frequenzbereiche hervorgerufen wurden. *O biologitscheskom dejstwii elektromagnitnych polej rakiotschastot*, S. 110
- SADTSCHIKOWA, M. N. & K. W. NIKONOWA (1971): Srawniteinaja ozenka sostojanija sdorowja rabotajuschtschich w uslowijach wozejstwija mikrowoln raslitschnych Intensivnostej. Vergleichsbeurteilung des Gesundheitszustands der in den Bedingungen der Mikrowelleneinwirkung verschiedener Intensitäten arbeitenden Menschen. *Gigiena truda i profsablewanika* 9, S. 10
- SADTSCHIKOWA, M. N., W. G. OSLOPOWA & S. N. DURNEWA (1972): Nekotorye dannye o mosgowom i periferitscheskom kroweobraschtschenii pri radiowolnowoj bolesni po rezultatam reografitscheskogo issiedowanija. Hirn- und periphere Blutzirkulation bei der Funkwellenkrankheit während geographisöcher Untersuchungen. *Gigiena truda i profsablewanika* 9, S. 12
- SAVITZ, D. A., E. M. JOHN & R. C. KLECHNER (1990): Magnet field exposure from electric applicanses and childhood cancer. *Am. J. Epidemiol* 131/5, S. 763-773
- SAZEPINA, G. N., A. O. LASAREW & S. W. TULSKIJ (1980): Rasnost elektritscheskich potencialow meshdu utschastkami koshi tschelowecka kak charakteristika fisiologitscheskogo sostojanija organisma. Die Differenz der elektrischen Potentiale zwischen Hautteilen des Menschen als Charakteristikum des physiologischen Zustands des Organismus. *Biofizika* 25(2), S. 330
- SCHREIBER, G. H., G. M. H. SWAEN, J. M. M. MEIJERS, J. J. M. SLANGEN & F. STURMANS (1993): Cancer mortality and residence near electricity transmission equipment. Retrospective cohort study. *Internat. J. F.Epidemiol.* 22/1, S. 9-10
- SHUK, R. D., A. JA. CHRUPINA & T. JA. KAZNELSON (1967): Sostojanie krowotworenija u boinych ot wozejstwija SWTSCH. Der Zustand der Blutbildung bei Kranken von der Einwirkung eines SHF-Felds. *Woprosy gematologii i Immunopatologii*, S. 164
- SMITH, C. W. et al. (1989): The diagnosis ant therapy of electrohypersensitivities. *Clinical Ecology* 6, S. 4
- SOKOLOW, W. W. & N. A. TSCHULINA (1968a): Proliferazija i chromosomnye naruschenija w kletkach knstnogo mosga liz, dlitelno rabotajuschtschich w uslowijach wozejstwija elektromagnitnych polej swerchwysokich tschastot. Die Proliferation und Chromosomenstörungen in Zellen des Knochenmarks bei Personen, die lange unter Bedingungen der Einwirkung von SHF-EMF tätig waren. *Gigiena truda i biologitscheskoe dejstwje elektromagnitnych woin radiotschastot*, S. 147
- SOKOLOW, W. W.; N. A. TSCHULINA (1968b): Ismenenija gemopoesa pod wlijaniem elektromagnitnych polej swerchwysokich tschastot. Veränderungen der Hämopoese unter dem Einfluss von SHF-EMF. *Trudy laboratorii elektromagnitnych polej radiotschastot Instituta gigieny truda i profeionalnych sabolewanij AMN SR* 3, S. 41
- TICHONTSCHUK, W. S.; I. B. USCHAKOW; W. P. FEDOROW (1987): Strukturno-metabolitscheskij analiz reakzii zentralnoj nerwnoj sistemy na kombinirowannoe wozejstwje mikrowolonowogo i ionisirujuschtschego islutschenij. Die struktur-methabolische Analyse der Reaktion des zentralen Nervensystems auf die kombinierte Einwirkung von Mikrowellen- und ionisierender Strahlung. *Radiobiologija* 27(3), S. 361
- TJASHELOWA, W. G. (1983): Kriteril porashenija pri chronitscheskom wozejstwii elektromagnitnogo islutschenija. Kriterien der Beschädigung bei chronischer Einwirkung des EMF. *Sammelband der wissenschaftlichen Arbeiten der Akademie der Medizinischen Wissenschaften der UdSSR, Puschtschino*, S. 132
- WEVER, R. (1994): ELF-Effects on human circadian Rhythmus. In: *Persunger*, S. 101-144
- WDOWIN, G. K. & T. P. OSINZEWA (1987): Sonsomotomye reakzii u rabotnikow, podwergajuschtschichsja wozejstwiju EMP promyshlennoj tschastoty. Die sensomotorischen Reaktionen bei Arbeitern, die einem EMF mit Industriefrequenz ausgesetzt sind. *Simposium Mechanismy biologitscheskogo dejstwija elektromagnitnych eslutschenij Tesisy dokladow, Puschtschino*, S. 148
- WOLFOWSKAJA, R. N., A. JU. OSIPOW, T. W. KOLJADA et al. (1961): K woprosu o kombinirowannomo wozejstwii polja wysokej tschastoty i rentgenowskogo Isiutschenije w proiswodstwennych uslowijach. Zu Fragen des kombinierten Einflusses von HF-Feldern und Röntgenstrahlung unter Produktionsbedingungen. *Gigiena I sanitanja* 5, S. 18
- WOLYNSKIJ, A. M. (1973): Die Veränderung von Herz- und Nerventätigkeit bei Tieren verschiedenen Alters unter den Einwirkung des elektromagnetischen Niederfrequenzfeldes geringer Stärke. *EMF-Einwirkung auf die biologischen Objekte. Veröffentlichungen der Krimer medizinischen Hochschule, Charkow* 53, S. 7
- WRIGHT, W. E., J. M. PETERS & T. M. MACK (1982): Leukaemia in Workers exposed to electrical and magnetic fields. *Lancet*, S. 1160/1