

Das geomagnetische Feld

als biologischer Regulator und dessen Sensibilität gegenüber elektromagnetischen Frequenzen

Karl Hecht

Die Regulation biologischer Systeme vollzieht sich auf der Grundlage von Regelkreisen zyklisch (Synonyme: rhythmisch, periodisch, schwingend, wellenartig).

Je höher ein biologisches System entwickelt ist, desto mehr vermaschte Regelkreise besitzt es. Der Mammaliaorganismus, einschließlich der menschliche, verfügt über ein bisher sicher nachgewiesenes Frequenzspektrum von 10^{-12} – 10^8 Sekunden, das auf allen Regulationsebenen (subzellulärer bis organismischer) nachzuweisen sind.

Besondere Bedeutung kommt den Potentialänderungen und deren Weiterleitungen an den Membranen von Sinnes-, Nerven- und Muskelzellen, die als Grundelemente erregbarer Systeme funktionieren, zu. Die Zellen der erregbaren Systeme können selbsterregte Rhythmen (Eigenrhythmen) erzeugen. Deren Parameter sind durch Licht, Temperatur,

Bioelektrizität, ionales Milieu, pH-Wert, elektromagnetische Felder sowie durch endogene und exogene Wirkstoffe zu beeinflussen.

Die rhythmischen Funktionseigenschaften erregbarer Systeme dienen der Übermittlung von Informationen. Das Zusammenwirken der Rhythmen mehrerer Zellen erregbarer Systeme vermag z. B. die räumliche Position eines Stimulus auf den Rezeptor zu reflektieren. Die Kodierung einer Information geschieht mit Veränderungen der Rhythmus-eigenschaften Frequenz, Intervalldauer oder Phasenbeziehung zwischen mehreren Rhythmen erregbarer Systeme. Interaktionen von Zellen erregbarer Systeme können z. B. durch Amplitudenmodulation der resultierenden Rhythmen, z. B. die des EEGs (Elektroenzephalogramms), sowie durch gegenseitige oder einseitige Mitzieheffekte der Frequenz (Kopplung,



Synchronisation) erfolgen. Hierbei spielen bioelektrische, biomagnetische und biochemische Mechanismen eine Rolle [Rensing 1973; Lehninger 1970].

Die Vielfältigkeit der periodischen Funktionsformen in Frequenz und Amplitude soll an dem Alpha- und Beta-Wellenband des EEG verdeutlicht werden. Die Ausschnitte aus einer EEG-Registrierung von vier verschiedenen gesunden Versuchspersonen (von oben nach unten) legen dies eindeutig dar. Alpha-Wellen haben Frequenzen von 8-13 Hz, Beta-Wellen haben mehr als 13 Hz, Theta-Wellen von 4-8 Hz und Delta-Wellen unter 4 Hz.

Beta-Wellen charakterisieren gesteigerte Aufmerksamkeit, Stress, Erregung. Alpha-Wellen reflektieren relaxierte Wachzustände. Theta-Wellen widerspiegeln Übergangszustände von Wach- zum Schlafzustand, z. B. Meditation, Hypnose. Delta-Wellen sind charakteristisch für den Tiefschlaf. Das gilt für Gesunde.

Randoll et al. [1995, 1994a und b; Randoll und Henning 2001a und b] konnten auch nachweisen, dass in der extrazellulären Matrix eine rhythmische Taktung stattfindet, die sich als Eigenrhythmus im Bereich 8-12 Hz abspielt.

Die extrazelluläre Matrix ist ein eigenständiges Organ des menschlichen Körpers, das die Grundregulation gewährleistet, die Grundlage aller unspezifischen Reaktionen und Regulationen darstellt und einer rhythmischen Ordnung unterliegt [Pischinger 1989; Rimpler 1987; Heine 1989].

Der Mensch ist daher ein elektromagnetisches Wesen. Die Bioelektrizität des Menschen können wir messen. Sie ist Grundlage zahlreicher diagnostischer Verfahren, z. B. EEG

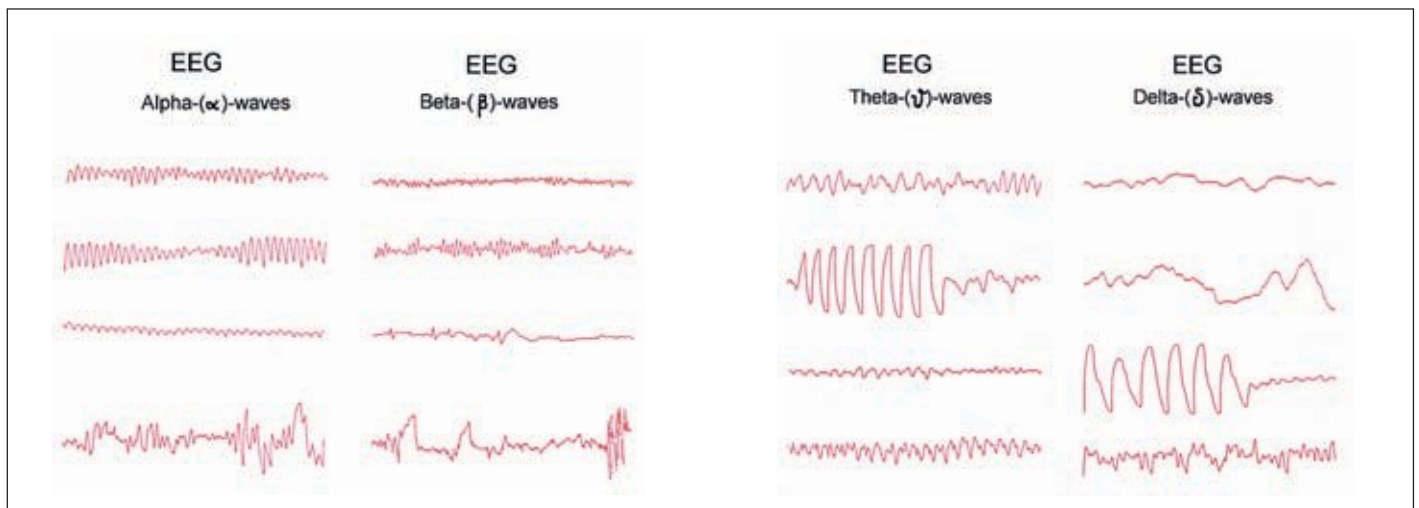


Abb. 1: EEG-Wellen

(Hirnströme), EKG (Herzströme), EMG (Muskelströme), EDA (Hautströme). In gleicher Weise ist es möglich, die Magnetfelder des Gehirns (MEG) und des Herzens (MKG) zu messen [Weiss 1991].

1952 wurde von dem Physiker Otto Schumann die nach ihm benannte Frequenz entdeckt [Schumann und König 1954]. Sie wird als Grundfrequenz unseres Lebensraums, der sich von der Erdkugel bis zur Magnetosphäre in ca. 100 km über der Erde erstreckt, angesehen. Diese Grundfrequenz eines ganzen Spektrums von natürlichen Resonanzfrequenzen, beträgt genau 7,83 Hertz. Sie liegt also im Bereich der EEG-Alpha-Wellen der Menschen. Die EEG-Wellen können in einem Bereich von 1-40 Hz beim Menschen in Erscheinung treten. Auch die Frequenzen des geomagnetischen Felds können sich über diesen Bereich erstrecken.

Es gilt als bewiesen [Wever und Persinger 1974; Wever 1971; Aschoff und Wever 1962; Aschoff 1960, 1959, 1955, 1954], dass der circadiane Rhythmus die Endogenität von Menschen und Tieren in der Evolution durch den Einfluss des Licht-Dunkelwechsels, d. h. durch Erdumdrehung, geprägt hat und dass auch das Magnetfeld der Erde, welches ebenfalls einen circadianen Rhythmus ausweist, über die Epiphyse (Zir-

beldrüse) und über das Gehirn an dieser Prägung beteiligt ist [Baker 1988; Marino 1988; Becker und Marino 1962].

In der Evolution erfolgte eine Endogenisierung der Geomagnetfeldfrequenzen beim Menschen und somit entstand eine „Symbiose“ zwischen geomagnetischem Feld und den Lebewesen auf unserer Erde. Die Epiphyse ist bekanntlich der Produzent des natürlichen Schlafhormons Melatonin, welches beim Dunkelwerden auch mit der Hilfe von Frequenzen des geomagnetischen Felds aktiviert wird. Beim Hellwerden wird es wieder deaktiviert.

Dass das geomagnetische Feld, d. h. die Magnetosphäre für Menschen, Tiere und Pflanzen lebensnotwendig ist, wurde spätestens nach den ersten kosmischen Flügen von der russischen Weltraummedizin entdeckt. Beim Zweiten kosmischen Flug von German Titow, der im Gegensatz zu Juri Gagarins erstem Flug (108 Minuten) 24 Stunden dauerte, traten erhebliche Befindensstörungen mit Erbrechen auf. Da die Raumfahrzeuge in über 300 km Entfernung von der Erde flogen, waren die Besatzungen ohne Schutz der Magnetosphäre. Entsprechende technische Maßnahmen an den Raumfahrzeugen behoben diese Beschwerden [interne mündliche Information IMBP Moskau an Hecht]. Von großer Bedeutung sind dies-

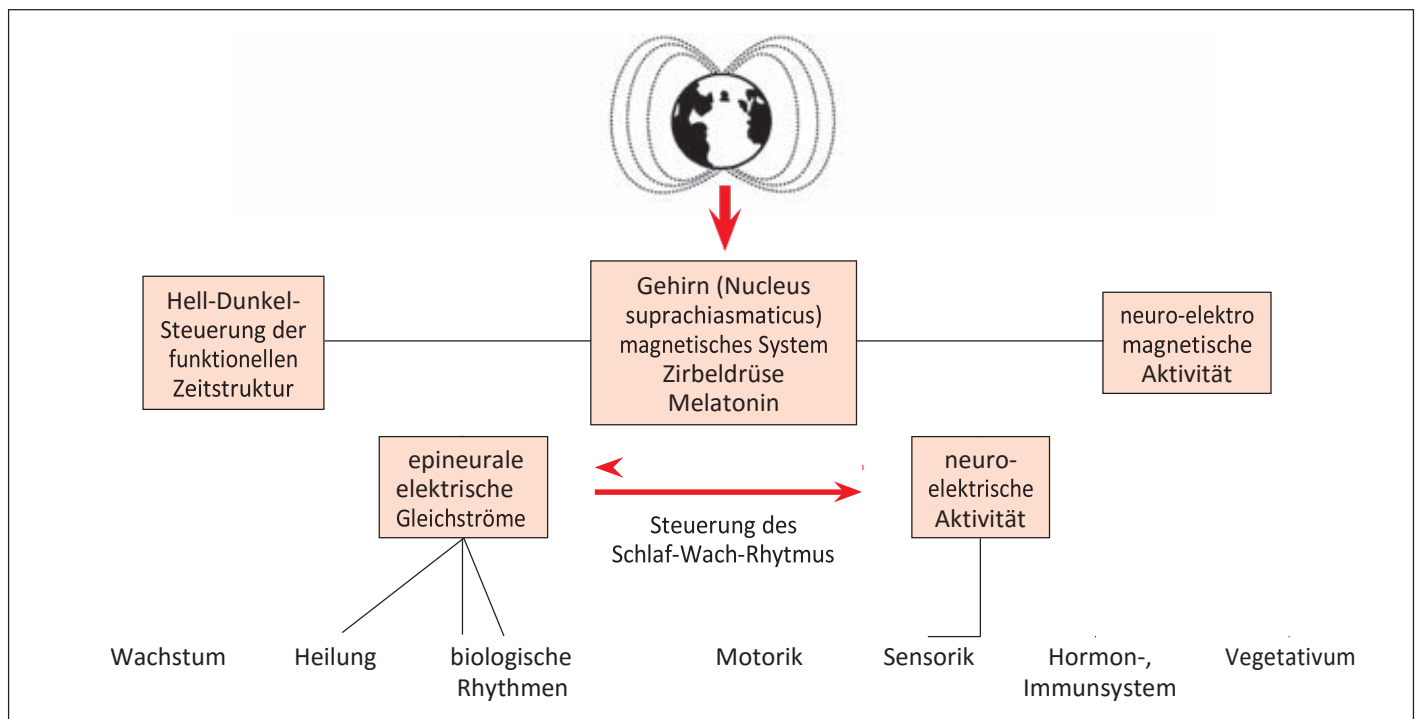


Abb. 2: Schematische Darstellung der Beziehungen zwischen Magnetfeld der Erde und den Funktionen des Zentralnervensystems und epineuralen Gleichstromsteuerungssystems bei der Steuerung des Schlaf-Wach-Rhythmus [nach Robert Becker 1994]

bezüglich die Untersuchungen von Prof. Rütger Wever im magnetfeldgeschirmten Bunker von Andechs bei München [Wever 1971, 1969 a und b, 1966, 1967, 1968a und b].

Nach einem Monat Untersuchungszeit zeigten die Personen in den abgeschirmten Räumen einen 25 h- bis 26 h-Rhythmus sowie die Desynchronisation der tagesrhythmischen Parameter. Auch die Abweichung der Parameter der einzelnen Personen hatte erhebliche Differenzen. Personen, die in nicht elektromagnetisch abgeschirmten Räumen einen Monat lebten, behielten ihren 24 h-Rhythmus bei. Wenn die Personen der abgeschirmten Gruppe wieder unter normalen Verhältnissen lebten, stellten sich die 24 h-Periodik und alle Synchronisationsvorgänge wieder ein. Dasselbe erreichte Wever auch, wenn er mit einem 10 Hz gepulsten Magnetfeld auf die Personen der abgeschirmten Gruppe Einfluss nahm. Wever konnte unter speziellen Untersuchungsbedingungen nachweisen, dass die natürlichen geomagnetischen Felder die gleiche Wirkung auf die circadiane Periodik von Körperfunktionen haben wie ein künstliches elektrisches 10-Hz-Feld. Wenn diese aber fehlen, tritt eine endogene Desynchronisation auf. Wever betonte in diesem Zusammenhang, „dass die 10-Hz-Frequenz nicht die einzige Komponente der natürlichen Magnetfelder ist, die auf den Menschen wirkt; sie ist aber ein starker Hinweis dafür, dass die 10-Hz-Strahlung eine wesentliche Komponente dieser Felder wenigstens für die Wirkung auf die circadiane Periodik ist.“

Die Schumannfrequenz (7,83 Hz) und die von Rütger Wever beobachtete 10-Hz-Frequenzen liegen beide in dem Alphawellenbereich des EEG, welches beim Menschen den relaxierten Wachzustand reflektiert.

Auch Presman [1970] berichtet über Zusammenhänge des Tagesrhythmus verschiedener physiologischer Funktionen des Menschen mit der geomagnetischen Frequenzen. Diese Untersuchungen von Wever [1968] und Presman [1970] wurden von verschiedenen Wissenschaftlern in verschiedenen Ländern weitergeführt (z. B. [Ludwig 2002, 1974; König 1974; de Large und Marr 1974; Persinger et al. 1974; Adey und Bawin 1977]). Sie bestätigten die Ergebnisse von Presman und Wever und erkannten, dass äußere Einflüsse, besonders elektromagnetische Mikrowellenstrahlung, die Symbiose zwischen Mensch und geomagnetischem Feld stören und infolge dessen pathogene Prozesse auslösen können.

Den Untersuchungen von Rütger Wever [1976, 1974a und c, 1971 a und b, 1970, 1969 a und b, 1968 a und b, 1967, 1966] von Wever und Persinger [1974] von Persinger

et al. [1974] sowie Presman [1970, 1968] ist also zu entnehmen, dass zur Steuerung der „Inneren Uhr“ (circadiane Periodik) des Menschen unbedingt die circa-10 Hz-Pulsation des Magnetfelds der Erde erforderlich ist. Fehlen diese oder werden diese durch exogene Faktoren gestört, dann wird das System der circadianen Rhythmik instabil und es tritt eine Desynchronose mit Symptomen auf, wie wir die vom Jetlag-Syndrom kennen. Hier sind Zusammenhänge mit den Ergebnissen der russischen Wissenschaftler zu sehen, die das Mikrowellensyndrom in ihren Langzeituntersuchungen unter Einfluss von Mikrowellenstrahlungen (EMF) tausendfach nachweisen konnten (Grenzwert $\leq 10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$). In dessen chronischer Symptomatik wurde stets auch der Zerfall des Alphanrhythmus (8-10 Hz) und nicht selten das Auftreten von Deltawellen im Tages-EEG beobachtet [Medwedew 1973; Sadtchikowa et al. 1972; Pawlowa und Drogitschina 1968; Presman 1968; Drogitschina 1960 u. a.]. (Siehe Übersicht bei Hecht und Balzer 1997; Hecht 2011)

Längere und wiederholte Einwirkungen von schwachen Magnetfeldern kumulieren und erhöhen die Elektrosensibilität

Presman [1968] fasst seine Ergebnisse wie folgt zusammen. Die Untersuchungen an vielen Menschengruppen, die arbeitsbedingt einem chronischen Einfluss einer schwachen Feldstärke ausgesetzt waren ($<10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$) zeigten mit individuell großen Unterschieden, Veränderungen der hirnelektrischen Prozesse im Sinne einer Hemmung der zentralnervalen Prozesse. Hierbei werden bei langer Einwirkungsdauer und Wiederholungen **kumulative Wirkungen** beobachtet. Über kumulative Wirkungen von nichtionisierenden Strahlungen berichten auch Gordon [1966], Marha et al. [1968/1971], Süsskind [1959], Praußnitz und Süsskind [1961].

In den Tierexperimenten wurde auch im EEG das Auftreten von Tagesdeltawellen neben Zerfall des Alphanrhythmus beobachtet. Die größte Sensibilität gegenüber EMF hatten die Funktionen der Hirnrinde und des Zwischenhirns. Das sind jene Prozesse, die die vegetativen, hormonellen und immunologischen Prozesse steuern und auch in den funktionellen Stress-Regelkreis Hypothalamus-Hypophyse-Nebenniere eingreifen und somit auch den Schlaf stören.

Es gilt heute als erwiesen [u. a. Becker 1994; Persinger et al. 1974; Presman 1970; Wever 1968], dass die in der Evolution herausgebildete Symbiose zwischen den lebenden Organismen und den natürlichen Feldern der Magnetosphäre der Erde durch Magnetstürme der Sonne [Halberg et al. 2000;

Cornelissen et al. 2000; Cornelissen und Halberg 1994] in gleicher Weise wie durch die vielfältige, technisch hochfrequente Strahlung [Hecht 2011; Hecht und Balzer 1997; Warnke 2009 u. a.] gestört werden kann. Infolge dessen wird Stress bzw. Desynchronose ausgelöst [Wever 1968], woraus sich die Entwicklung der Symptomatik des Mikrowellensyndroms und der Elektrosensibilität ergibt, welche ähnliche Symptome wie das Jetlag-Syndrom und das Schichtfehlpassungssyndrom zeigen [Moore-Ede 1993].

Die wesentlichsten Symptome des Mikrowellensyndroms sind dauerhafte Schlafstörungen, Tagesmüdigkeit, Erschöpfungszustände, Kopfschmerzen verschiedener Art, Tinnitus, Hypersensibilität gegen Umweltreize, Tremor, Muskelschmerzen, Atembeschwerden, Verminderung der geistigen Leistungsfähigkeit [Hecht und Balzer 1997]. Diese zunächst als Funkwellenkrankheit bezeichnete Symptomatik wurde 1932 zum ersten Mal von dem deutschen Arzt Dr. Schliephake [1932] beschrieben. Er fand diese bei Arbeitern, die in der Nähe von Sendetürmen des damals sich entwickelnden Rundfunks tätig waren. Schlafstörungen, Tagesmüdigkeit, Nervenerschöpfung und unerträgliche Kopfschmerzen stellte er bei diesen Arbeitern fest.

Ich beobachtete diese Symptomatik zum ersten Mal 1984 bei einem Schlafgestörten, der im Zentrum von Berlin in der Nähe von verschiedenen Sendeanlagen wohnte, über gravierende, unerträgliche Schlafstörungen klagte und sich in dem von mir geleiteten Schlaflabor der Berliner Charité vorstellte. Als er in unser mit einer geerdeten Abschirmung versehenes Schlaflabor kam, schlief er trotz ca. 20 Elektroden und entsprechender Verkabelung sehr gut. Der Wechsel nach Hause hatte wieder die intensiven Schlafstörungen zur Folge. Die Rückkehr ins Schlaflabor beseitigte diese wieder. Da der Patient Ingenieur von Beruf war, erdete er zu Hause sein Metallbett und konnte infolgedessen besser schlafen.

In den weiteren Jahren beobachtete ich derartige Elektromog induzierte Schlafstörungen häufiger. Nicht immer konnte eine Erdung realisiert werden. Nicht selten waren Wohnungswechsel erforderlich.

Infolge der Zunehmenden Verschmutzung der Umwelt durch Elektromog empfehle ich Holzbetten zu verwenden und auch Erdungen der Schlafstätten anzustreben.

Literatur

- Adey, W.R.; S. M. Bawin (1977): Brain interactions with weak electric and magnetic fields. *Neurosciences Res. Prog. Bull.* 15/1, S. 1-129
- Aschoff, J. (1954): Zeitgeber der tierischen Tagesperiodik. *Naturwiss.* 41, S. 49-56
- Aschoff, J. (1955): Zeitgeber der 24-Stunden-Periodik. *Acta Scand.* 306-309, S. 50-52
- Aschoff, J. (1959): Zeitliche Strukturen biologischer Vorgänge. *Nova Acta Leopoldiana* 21, S. 147
- Aschoff, J. (1960): Exogenous and endogenous components in circadian rhythms. *Cold Spring Harbour Symp. Quant. Biology* 25, S. 11-28
- Aschoff, J., R. Wever (1962): Spontanrhythmik des Menschen bei Ausschluss aller Zeitgeber. *Naturwissenschaften* 49, 337-342
- Baker, R. R. (1988): Human magnetoreception for navigation. In: M. E. O'Conner; R. H. Loveleg (ed.): *Electromagnetic Fields and Neurobehavioral Funktion.* Alan R. Lis, New York
- Becker, R. O. (1994): Heilkraft und Gefahren der Elektrizität. Scherz Verlag - Neue Wissenschaft, Bern, München, Wien (Übersetzung aus dem Englischen)
- Becker, R. O.; A. A. Marino (1962): *Electromagnetism and Life.* State University of New York Press, Albany New York
- Cornelissen, G.; F. Halberg; L. Gheonjian; T. Paatahwili; P. Faraone; Y. Watanabe; K. Otsuka; R. B. Sothorn; T. Breus; R. Baevsky; M. Engebretson; W. Schröder (2000): Schjwabe's ca. 10,5- and hale's ca. 21-year cycles in human pathology and physiology. In: W. Schröder (ed.): *Long- and Short-Term Variability in Sun's History and Global Change.* Science Edition, Bremen, S. 79-88
- Cornelissen, G.; F. Halberg (1994): Introduction to Chronobiology-Medtronic Chronobiology Seminar #7, April, S. 52 ff (Library of Congress Catalog Card #94-060580, <http://revilla.mac.lie.uva.es/chrono>).
- Drogitschina, E. A. (1960): Zum klinischen Verlauf der chronischen Wirkung von SHF auf den Organismus des Menschen. *Trudy Instituta gigieny truda i profsabilewanij AMN SSR*, S. 23 (Berichte des Instituts für Arbeitshygiene und Berufskrankheiten der Akademie der Medizinischen Wissenschaften der Sowjetunion, Moskau) (russisch)
- Gordon, Z. V. (1966): Probleme der Industrial-Hygiene und die biologischen Effekte der elektromagnetischen superhohen Frequenzfelder. *Medizina*, Moskau (russisch)
- Halberg, F.; G. Cornelissen; K. Otsuka; Y. Watanabe; G. S. Katinas; N. Burjoka; A. Delyukov; Y. Gorgo; Z. Zhao; A. Weydahl; R. B. Sothorn; J. Siegelova; B. Fiser; J. Dusck; E. V. Syutkina; F. Perfetto; R. Tarquini; R. B. Singh; B. Rhees; D. Lofstrom; P. Lofstrom; P. W. C. Johnson; O. Schwartzkopff; *International BIOCOS Study Group* (2000): Cross-spectrally coherent ca. 10,5- and 21-year biological and physical cycles, magnetic storms and myocardial infarctions.

- Hecht, K.; H.-U. Balzer (1997): Biologische Wirkungen elektromagnetischer Felder im Frequenzbereich 0 bis 3 GHz auf den Menschen. Auftrag es Bundesinstituts für Telekommunikation. Auftrag Nr. 4231/630402. Inhaltliche Zusammenfassung einer Studie der russischsprachigen Literatur von 1960 - 1996
- Hecht, K. (2011): Langzeitwirkungen von Elektromog-Ursache von unspezifischen Regulationsstörungen (multimorbide klinische Befunde). Schriftenreihe Kompetenzinitiative zum Schutz von Mensch, Umwelt und Demokratie, Heft 6 (in Druck)
- Heine, H. (1989): Aufbau und Funktion der Grundsubstanz. In: A. Pischinger (Hrsg.): Das System der Grundregulation. Haug Verlag, Heidelberg, S. 13-87
- König, H. L. (1974): ELF and VLF signal properties: Physical characteristics. In: M. A. Persinger (ed): ELF and VLF Electromagnetic Field Effects. Plenum Press, New York, London, S. 9-34
- de Large, J.; H. H. Marr (1974): Operant methods assessing the effects of ELF electromagnetic fields. In: M. A. Persinger (ed): ELF and VLF Electromagnetic Field Effects. Plenum Press, New York, London, S. 145-176
- Lehninger, A. L. (1970): In: L. Rensing (1973): Biologische Rhythmen und Regulation. Gustav Fischer Verlag, Jena
- Ludwig, H. W. (1974): Electric and magnet field strength in the open and in shielded rooms in the ULF- to LF-zone. In: M. A. Persinger (ed): ELF and VLF Electromagnetic Field Effects. Plenum Press, New York, London, S. 35-80
- Ludwig, W. (2002): Körper, Seele, Geist im Lichte der modernen Naturwissenschaften. Interview zu den biophysikalischen Grundlagen eines neuen Medizinverständnisses. Aus der Festschrift Dr. rer. nat. W. Ludwig zum 75. Geburtstag. Bioinformativ Medizin. Ein Lesebuch aus der Praxis für die Praxis. AMB GmbH, D-97941 Tauberbischofsheim
- Marha, K.; J. Musil; H. Tuha (1968/1971): Electromagnetic Fields and the Life Environment. San Francisco Press, San Francisco, 1968 Prag (tschechisch), 1971 San Francisco (englisch)
- Marino, A. A. (1988): Modern Bioelectricity. Marcel Dekker, New York
- Medwedew, W. P. (1973): Erkrankungen des Herz-Kreislaufsystems bei Personen, die in der Vergangenheit EMF im SHF-Bereich unterlagen. *Gigiena truda i professionalnyesabolewaniya* 3, S. 6 (russisch)
- Moore-Ede, M. (1993): Die Nonstopgesellschaft. Risikofaktoren und Grenzen menschlicher Leistungsfähigkeit in der 24-Stunden-Welt. W. Heyne, München
- Pawlowa, I. W.; E. A. Drogitschina u. a. (1968): Biochemische Veränderungen bei Langzeitwirkung von SHF-EMF. *Gigiena truda i biologitscheskoe dejstwie elektromagnitnych wion radiotschastot*, S. 124 (russisch)
- Persinger, M. A.; G. F. Lafrenière; K. P. Ossenkopf (1974): Behavioural physiological and histological changes in rats exposed during various developmental stages to ELF magnetic fields. In: M. A. Persinger (ed): ELF and VLF Electromagnetic Field Effects. Plenum Press, New York, London, S. 177-226
- Pischinger, A. (1990): Das System der Grundregulation. 1. Aufl. (1975) und 8. Aufl. (1990), Haug Verlag, Heidelberg
- Prausnitz, S.; C. Süsskind (1962): Effects of chronic microwave irradiation on mice. *IRE Transactions on Bio-Medical Electronics*, Vol. BME-9, No. 2, April
- Presman, A. S. (1968): Elektromagnetfelder und lebendige Natur. Nauka, Moskau (russisch)
- Presman, A. S. (1970): Electromagnetic Fields and Life. Plenum Press, New York, S. 141-55
- Randoll, U. G.; K. Olbrich et al. (1994a): Ultrastruktur tomographische Beobachtung von Lebensprozessen in Abhängigkeit von schwachen elektromagnetischen Feldern. Telekom, U.R.S.I.-Landesausschuss u. ITG-Fachausschuss. Tagungsband Kleinheubach
- Randoll, U. G.; R. Dehmlow; G. Regling; K. Olbrich (1994b): Ultrastructure tomographical observations of life processes as dependent on weak electromagnetic fields. *Dtsch. Zschr. Onkol.* 26,1, S. 12-14
- Randoll, U. G.; F. F. Hennig (1995): Hochauflösende Vitalmikroskopie und deren Bedeutung für die Zelldiagnostik. Internationales wehrtechnisches Symposium 1995 - Elektromagnetische Verträglichkeit. Bundesakademie für Wehrverwaltung und Wehrtechnik, Mannheim, 04.-06.10.1995, Tagungsband
- Randoll, U. G.; F. F. Hennig (2001a): A new approach for the treatment of low back pain: Matrixrhythm-therapy. *Osteologie*, Bd. 10, suppl. 1, S. 66
- Randoll, U. G.; F. F. Hennig (2001b): Preoperative und postoperative matrix-rhythm-therapy to optimize hip surgery. *Osteologie* Bd. 10, Suppl. 1, S. 149
- Rensing, L. (1973): *Biologische Rhythmen und Regulation*. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena, S. 217-229
- Rimpler, M. (1987): Der Extrazellulärraum - eine unterschätzte Größe. Ein neuer Ansatz der Zellpathologie. *Therapie Woche* 37, S. 37-40
- Sadtschikowa, M. N.; W. G. Oslpowa; S. N. Durnewa (1972): Hirn- und periphere Blutzirkulation bei der Funkwellenkrankheit während geographischer Untersuchungen. *Gigiena truda i profsabolewaniya* 9, S. 12 (russisch)
- Schliephake, E. (1932): Arbeitsgebiete auf dem Kurzwellengebiet. *Deutsche Medizinische Wochenschrift* 32, S. 1235-1240
- Schumann, W. O.; H. König (1954): *Naturwissenschaften* 41, S. 183
- Süsskind, C. (ed) (1959): Proceedings of the first Annual Tri-Service Conference on Biological Effects of Microwave Radiating Equipments. August 25-27, University of California

Warnke, U. (2009): Ein initialer Mechanismus zu Schädigungseffekten durch Magnetfelder bei gleichzeitig einwirkender Hochfrequenz des Mobil- und Kommunikationsfunks. *Umwelt, Medizin, Gesellschaft* 22/3, S. 219-238

Weiss, H. (1991): *Umwelt und Magnetismus*. Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin

Wever, R. (1966): Das Schwingungsgesetz der biologischen Tagesperiodik. *Umschau H.* 14, S. 462-469

Wever, R. (1967): Über die Beeinflussung der zirkadianen Periodik des Menschen durch schwache elektromagnetische Felder. *Z. vergl. Physiol.* 56, S. 111-128

Wever, R. (1968a): Einfluss schwacher elektromagnetischer Felder auf die circadiane Periodik des Menschen. *Naturwissenschaften* 55, S. 29-32

Wever, R. (1968b): Gesetzmäßigkeiten der circadianen Periodik des Menschen, geprüft an der Wirkung eines schwachen elektrischen Wechselfeldes. *Pfluegers Arch.* 302, S. 97-112

Wever, R. (1969a): Autonome circadiane Periodik des Menschen unter dem Einfluss verschiedener Beleuchtungsbedingungen. *Pfluegers Arch.* 306, S. 71-91

Wever, R. (1969b): Untersuchungen zur circadianen Periodik des Menschen mit besonderer Berücksichtigung des Einflusses schwacher elektrischer Wechselfelder. *Bundesminist. Wiss. Forsch., Forschungsber.* W 69-31

Wever, R. (1970): Effects of electric fields on circadian rhythms in man. *Life Sci. Space Res.* 8, S. 171-187

Wever, R. (1971a): Die circadiane Periodik des Menschen als Indikator für die biologische Wirkung elektromagnetischer Felder. *Z. Physik. Med.* 2, S. 439-471

Wever, R. (1971b): Influence of electric fields on some parameters of circadian rhythms in man. In: M. Menaker (ed): *Biochronometry*. Washington D.C. Nat. Acad. Scienc., S. 117-132

Wever, R. (1974a): Different aspects of the studies of human circadian rhythms under the influence of weak electric fields. In: L. E. Scheving; F. Halberg; J. E. Pauly (eds): *Chronobiology*. Igaku Shoin Ltd., Tokyo, S. 694-699

Wever, R. (1974b): Der Einfluss des Lichts auf die circadiane Periodik des Menschen. II. Zeitgeber-Einfluss. *Z. Physik. Med.* 3, S. 137-150

Wever, R. (1974c): ELF-effects on human circadian rhythms. In: M. A. Persinger (ed): *ELF and VLF Electromagnetic Field Effects*. Plenum Press, New York, London, S. 101-144

Wever, R. (1974d): Influence of light on human circadian

Wever, R.; M. A. Persinger (1974): *ELF and VLF Electromagnetic Field Effects*. Plenum-Press, New York

Wever, R. (1976): Effects of weak 10 Hz fields on separated vegetative rhythms involved in the human circadian multi-oscillator system. *Arch. Met. Geoph. Biokl. Ser. B* 24, S. 123-124

Karl Hecht

Dr. med. Dr. med. habil. Professor für Neurophysiologie und emeritierter Professor für experimentelle und klinische pathologische Physiologie der Humboldt-Universität (Charité) zu Berlin
Stress-, Schlaf- Chrono-, Umwelt-, Weltraummedizin
Büxensteinallee 25, 12527 Berlin,
Telefon 0049/30/674 89 325,
Telefax: 0049/30/674 89 323



rhythms. *Nordic Council Arct. Med. Res. Rep.* 10, S. 33-47