

Einflüsse des Magnetfeldes auf Lebewesen

Dr. A - Grafe

Studie zur Planaufgabe 021

Niemegk, Oktober 1987

1. Einleitung

Es ist gegenwärtig durchaus nicht einfach bei einer kritischen Durchsicht der wahren Flut von Ergebnissen, die in den vergangenen drei Jahrzehnten über den Einfluß des magnetischen Feldes auf die lebende Welt gewonnen wurden die "Spreu vom Weizen" zu trennen. Aufgrund bemerkenswerter Beobachtungen ist die Zahl der Befürworter eines ausschlaggebenden Einflusses des Magnetfeldes auf biologische Systeme stark angewachsen und sie wächst zusehends; besonders unter Biologen und Medizinern. Aber, die oft existierende Nichteindeutigkeit und die oft nicht erfüllte Reproduzierbarkeit von Beobachtungsergebnissen veranlaßt viele, besonders die Physiker, die gewohnt sind, "exakte" Forschungsergebnisse zu erzielen, den unerwarteten Resultaten skeptisch gegenüberzustehen. Mit Recht, das muß gesagt werden. Trotzdem" die Erforschung der Geheimnisvollen Wirkungen des ist wieder in Mode gekommen bis hin zu einer Wiederbelebung mesmerischer Ansichten.

In einem kürzlich in der DDR erschienenen Lehrbuch "**Umweltbiophysik**" (1984) von **Franz Kössler** ist der 'Satz zu lesen: "**Inzwischen gilt als nachgewiesen, daß im Magnetfeld die Wundheilung beschleunigt die Kallusbildung, bei Frakturen stimuliert Arthrosen, Arthritis und Rheuma gebessert, Schmerzen gestillt oder aufgehoben werden und Depressionen günstig beeinflußt werden**".

Danach sind Mesmers Ansichten heute bereits "gute" Lehrbuchmeinung. Wir müssen fragen: Sind wir heute 200 Jahre nach Mesmer aufgrund unserer besseren Meßmethoden und Beobachtungsverfahren etwa in der Lage, Mesmers Ansichten auf einer wissenschaftlich qualifizierteren Grundlage zu bestätigen? Doch, Magnetfeldtherapie ist nur eine Seite des überaus breiten Forschungsgebietes der "Magnetobiologie", das sich mit den Einflüssen des Magnetfeldes auf den lebenden Organismus beschäftigt. Eine andere Seite ist durch die Erforschung von Verhaltensweisen der Lebewesen im ständig existierenden Magnetfeld dem erdmagnetischen Feld, gegeben. Das Forschungsgebiet, das sich damit beschäftigt, ist die "Geomagnetobiologie eine besondere Disziplin der Magnetobiologie. Von namhaften Wissenschaftlern, deren Hauptforschungsgebiet das erdmagnetische Feld ist, wird immer wieder argumentiert, daß dieses Feld in seiner Intensität viel zu schwach sei, um Lebensfunktionen zu beeinflussen. Selbst die viel stärkeren technischen Magnetfelder, denen Lebewesen oft ausgesetzt sind, bleiben ohne Einfluss.

Das ist, ein Argument, das nicht ohne weiteres vom Tisch gewischt werden kann. Angesichts dieser Auffassung müssen wir uns fragen, wie die erstaunlichen Ergebnisse der **Geomagnetobiologie** zu beurteilen sind. Welches Ergebnis kann als bewiesen i,n"mesehe.-ti werden und welches nicht? Wir werden sehen, daß die Antwort darauf schwerfällt. **Bernd Schaarschmidt** schreibt in seiner Arbeit Über "Wirkung von Magnetfeldern auf Hefezellen" (1977). Von keinem Gebiet der Biophysik liegen wahrscheinlich so widersprüchliche, spekulative und umstrittene Untersuchungen vor) wie aus dem Bereich des Biomagnetismus. Die unter dem Einfluß eines Magnetfeldes beschriebenen Effekte reichen von der totalen Abtötung von Organismen bis hin zur Heilung erkrankter Lebewesen vom Wüschelrutengehen bis zum Orientieren von Tieren im Magnetfeld.

Was hat es nun auf sich mit dem Magnetfeld? Wir wissen\$ daß es ständig um uns existiert. Es ist ein Faktor unserer Umwelt* kennen seine Stärke und dessen zeitliche' Änderungen Aber offenbar nehmen die Lebewesen dieses magnetische Feld nicht wahr weil sie dafür kein spezielles Sinnesorgan besitzen. Oder fehlt dieser "sechste Sinn" tatsächlich nur den Menschen? Das Fehlen eines Sinnesorgans schließt aber noch lange nicht aus, daß das Magnetfeld keinen Einfluß auf den lebenden Organismus hat* Welche Reaktionen der Lebewesen auf ein wirkendes Magnetfeld wurden in der Vergangenheit gefunden? Um eine Zusammenstellung dieser Reaktionen geht es in erster Linie in dieser Studie, Dabei darf aber eine kritische Einschätzung der gewonnenen Ergebnisse nicht fehlen*

Es ist aber auch notwendig, etwas über Ergebnisse biomagnetischer Forschungen zu sagen. Das soll vor allem für den menschlichen Organismus in Kapitel III dieser Studie geschehen. Die Biomagnetik befaßt sich mit den magnetischen Feldern die von lebenden Organismen selbst erzeugt werden. Daß in der Tat Lebewesen Magnetfelder produzieren wird bereits seit Jahrhunderten behauptet\$ aber bewiesen n wurde es erst Ende der sechziger Jahre unseres Jahrhunderts als durch- die Erfindung des hochempfindlichen SQUID-Magnetometers die direkte M.essung der geringen Intensität des lebewesenseigenen Magnetfeldes möglich wurde. Man muß die Ergebnisse der Biomagnetik kennen" um diejenigen der Magnetobiologie deuten zu können.

Es scheint, als existiere ein Zusammenhang zwischen dem biomagnetischen Feld und dem äußeren Feld nichtorganischen Ursprungs. Hier ist der Forschung der Zukunft ein weites Feld geöffnet. Daß es dabei nicht nur um Grundlagenforschung geht, sondern auch um eine breite Anwendung biomagnetischer und magnetobiologischer Erkenntnisse, liegt auf der Hand. Es ist eine Frage, mit welcher Intensität sich der Physiker und insbesondere der Geomagnetiker, an diesem Forschungsprozeß beteiligen soll. Bisher hat er weitgehend abseits gestanden* Nun aber ist es höchste Zeit, daß er zu diesen Problemen Stellung bezieht. Ein erster Schritt in dieser Richtung von uns soll mit dieser Studie getan werden.

II. Mikroorganismen im Magnetfeld

Die Erforschung eines solch komplexen Problems, wie es der Einfluss des Magnetfeldes auf den lebenden Organismus ist" sollte bei den kleinsten lebenden "Wesen" beginnen, der lebenden Zelle und den Mikroorganismen. Für sie kann nämlich das natürliche erdmagnetische Feld mit einer Intensität von 0.5×10^{-4} T nicht mehr als schwach angesehen werden. So haben Versuche an Zellkulturen und Bakterien denen ein bestimmtes Magnetfeld ausgeprägt wurde, zu ziemlich eindeutigen und auch für einen Nichtbiologen glaubwürdigen Ergebnissen geführt. In diesem Zusammenhang muß natürlich die Frage gestellt werden, warum häufiger Einflüsse des Magnetfeldes als des elektrischen Feldes auf Mikroorganismen untersucht werden. Varga (1976) gibt darauf eine plausible Antwort- Die' Energie die einer Zelle durch das erdmagnetische Feld zugeführt wird 10^{-10} W². Sie ist um vier Größenordnungen höher beträgt 9.2×1 Ws/cm³ als diejenige, die ein maximales luftelektrisches Feld einer Zelle zu liefern in der Lage ist. Wenn von einem Einfluß des Magnetfeldes auf den lebenden Organismus gesprochen wird so müssen zunächst zwei Aspekte deutlich auseinandergehalten werden. Das ist einmal die Orientierungsfähigkeit des Organismus im Magnetfeld und zum anderen, die Änderungen der Lebensfunktionen durch die Intensität des Magnetfeldes und möglicherweise auch durch die Richtung desselben. Dabei ist es interessant zu wissen daß bereits die für die Erzeugung des Lebens so wichtigen deoxyribonucleic acid - Moleküle (DNA) die Fähigkeit besitzen sich im Magnetfeld zu orientieren.

Das haben Maret u.a. (1975) nachgewiesen. Dabei konnten sie zeigen daß die Orientierungsfähigkeit von Makromolekülen von der Lage der diamagnetischen Teile innerhalb derselben abhängt. Es ist das Verdienst besonders von Blakemore und Frankel aber auch von anderen (Frankel u. Blakemore 1980, **Kirschvink** 1980j, Blakemore u. Frankel 1981, Blakemore u.a. 1981, Frankel u.a. 1981, Blakemore 1982) durch umfangreiche Untersuchungen nachgewiesen zu haben, daß bestimmte Bakterien einen ausgeprägten Orientierungssinn im magnetischen Feld besitzen.

Es war Anfang der siebziger Jahre Blakemore der diese magnetisch aktiven Bakterien entdeckte. Er bezeichnete sie als "magnetotactic bacteria". Magnetotact, das bedeutet: magnetisch steuerbar. Diese Bakterien verfügen über einen magnetischen Dipol im Organismus der mit ihrem Bewegungsapparat verbunden ist. Dieser befähigt sie in den Ozeanen stets entlang der magnetischen Feldlinien zu schwimmen. Die Bakterie gleicht demnach einem schwimmenden magnetischen Dipol. Das gesamte magnetische Moment wird nach Frankel und Blakemore (1980) mit $1.3 \times 10^{-16} \text{ T} \times \text{cm}^3$ angegeben. Die magnetische Energie die einer Zelle der magnetischen Bakterie im erdmagnetischen Feld zugeführt wird, beträgt $AH = 6.6 \times 10^{-13} \text{ erg}$ (M = magnetisches Moment der Bakterie, H = Intensität des erdmagnetischen Feldes). Dies ist um eine Größenordnung größer als die thermische Energie kT , die eine Bakterienzelle bei 300°K aufnimmt. Der Orientierungswinkel θ der Bakterie (Winkel zwischen Richtung von M und H) wird nach der klassischen Theorie des Paramagnetismus von Langevin berechnet.

Danach folgt:

L = Ist dabei die Langevinfunktion, die in Abb. 1 dargestellt ist. Für ein tatsächlich existierendes Verhältnis der magnetischen zur thermischen Energie von etwa 16 (angedeutet durch den Pfeil in Abb. 1) ist eine fast exakte Ausrichtung der Bakterien im Magnetfeld gegeben - Die Bakterien besitzen die Fähigkeit auf beiden Seiten des Dipols eine feine Geißel auszubilden wie dies in Abb. 2 gezeigt ist die als Bewegungsapparat dient. So besteht für die

$$\langle \cos \theta \rangle = L = \coth \left(\frac{MH}{kT} \right) - \left(\frac{MH}{kT} \right)^{-1}$$

Bakterie die Möglichkeit, entlang des Magnetfeldes nach Norden oder nach Süden zu schwimmen. Obwohl, wie Abb, 3 zeigt, sowohl auf der Nord- als auch auf der Südhalbkugel nach Nord und nach Süd schwimmende Bakterien in den Ozeanen vorkommen sind die ersteren auf der Nordhalbkugel häufiger und die zweiten auf der Südhalbkugel. Das hängt damit zusammen, daß die Mehrzahl der Bakterien eine Umwelt bevorzugt der der freie Sauerstoff fehlt (anaerobe Bakterien). Bakterien, die in das Feld einer Helmholtz- gebracht wurden, das die umgekehrte Richtung zur natürlichen Feldrichtung besaß) änderten innerhalb einer Sekunde ihre Bewegungsrichtung um 180 Grad, Das ist ein Beweis dafür daß ihr Bewegungsapparat fest mit dem magnetischen Dipol verbunden ist.

Nicht so eindeutig wie mit der Orientierung von Mikroorganismen Im Magnetfeld steht es mit der Beeinflussung der Lebensfunktionen durch das Magnetfeld Es wird aber oft berichtet" daß das Magnetfeld das Wachstum von Mikroorganismen beeinflusst. Dies trifft bereits zu, wenn das einwirkende Magnetfeld geringer als das erdmagnetische Feld ist (Becker 1963, Petracchi u.a. 1967. Beischer und Cowart (1970) konnten diese Ergebnisse jedoch nicht bestätigt werden. Von vielen wurde aber übereinstimmend gefunden, daß in einem Magnetfeld Zellteilungsprozesse beschleunigt werden und damit das Wachstum des Mikroorganismen (Varga 1976, Schaarschmidt 1977, Moore 1979). Nach Varga (1976) werden' Bakterien in ihrem Wachstum sowohl durch statische als auch durch pulsierende Magnetfelder beeinflusst. Dabei ist es die Zellmembran die auf Magnetfeldänderungen reagiert. Von ihr wird die äußere magnetische Feldenergie aufgenommen und als potentielle Energie gespeichert wobei wahrscheinlich Sauerstoff die wesentliche Rolle spielt. Das Magnetfeld beeinflusst demnach nicht direkt den Mikroorganismus, sondern nur seine Umgebung und führt zu einer energetischen Verschiebung der Zellmembranoberfläche, wann sich die Zelle in der behandelten Nährlösung befindet. Die Energie des Magnetfeldes fördert demnach den Nahrungsprozess der Zelle und beschleunigt damit das Wachstum. Das Ist die Deutung von Varga, die durchaus einen Anspruch auf Glaubwürdigkeit verdient; denn eindrucksvolle Untersuchungen von Zellkulturen in Räumen die von einem Magnetfeld abgeschirmt waren (Parkulab 1969, Sosunov u.a. 1972, Sosunov u. Parkulab 1973), zeigten eine bedeutende Abnahme von Zellteilungsprozessen, eine Abnahme der Anzahl der Zellgebiete und Veränderungen von Enzymreaktionen.

Bemerkenswert sind auch die Untersuchungen von Schaarschmidt, (1977) über den Einfluß des Magnetfeldes auf Hefezellen. Schaarschmidt setzte Hefezellen einer Röntgenbestrahlung aus" wobei sie ihre Vermehrungsfähigkeit verloren. Diese Abnahme der Vermehrungsfähigkeit wurde bei Hefezellen durch die Wirkung eines Magnetfeldes gebremst. Das zeigt Abb. 4. Besonders in der Reaktivierungsphase) in der die Röntgenbestrahlung wieder aufgehoben war, ist die Wirkung des Magnetfeldes besonders deutlich. Schaarschmidt schreibt dazu: "In den letzten Jahren verstärkten sich immer mehr die Vermutungen# daß die Wirkung eines Magnetfeldes deutlicher wird, wann das biologische Objekt einem zusätzlichen Streß,' wie Temperaturänderung, Hunger oder Strahlung ausgesetzt ist. In einer solchen Situation befindet sich der Organismus außerhalb des gewöhnlichen Gleichgewichtes, so daß zusätzliche kleine Änderungen relativ große Verschiebungen der biologischen Reaktionen hervorrufen können". Schaarschmidt kommt ähnlich Varga zu dem Schluß> daß die im Magnetfeld befindlichen Zellen über größere Energiereserven verfügen, die in der Zellmembran gespeichert sind. über die Prozesse der Zellmembran wird aber nicht nur der Energiestoffwechsel der Zellen sondern auch die Proteinsynthese, die DNA-Replikation Reparaturprozesse und die Immunreaktion gesteuert*

Moore (1979) setzte Bakterien einem pulsierenden Magnetfeld unterschiedlicher Stärke ($0 - 9 \times 10^{-2}$ T) und unterschiedlicher Frequenz ($0 - 0.3$ Hz) aus. Das Wachstumsverhalten der Bakterien zeigte eine klare Abhängigkeit von beiden Parametern. Das Ergebnis dieser Untersuchung für 0.3 Hz zeigt Abb. 5. Bis etwa 1.5×10^{-2} T tritt eine stimulierende Wirkung des Wachstumsprozesses auf, danach eine hemmende - Für die letztere wird eine Abnahme der Multiplikationsrate verantwortlich gemacht und nicht ein Absterben von Zellen. Dieses Ergebnis zeigt, daß zu starke Magnetfelder durchaus auch den Wachstumsprozeß hemmen können. Zu ähnlichen Ergebnissen sind Genkov u.a. (1974) gekommen. Obwohl Beobachtungen bekannt wurden, daß auch Änderungen des genetischen Mechanismus durch ein Magnetfeld hervorgerufen werden können, konnte dies von Varga (1976) und Moore (1979) nicht bestätigt werden.

An dieser Stelle muß aber auch auf Untersuchungen hingewiesen werden bei denen das Verhalten der Mikroorganismen im Zusammenhang mit den erdmagnetischen Pulsationen interessiert. Achkasova und Vladimirski (1973) fanden, daß die Einflüsse von Pc₂-Pulsationen auf Bakterien größer waren als bei Po₁-Pulsationen. Zu diesem Thema: Einflüsse des veränderlichen erdmagnetischen Feldes auf Mikroorganismen gibt es viele Publikationen (z.B. Vladimirski u.a. 1972, Achkasova u. Vladimirski 1969, Achkasova u.a. 1971, Brown 1966). Es muß aber festgestellt werden, daß gerade diese Ergebnisse noch keinen rechten Eingang in erstzunehmende Lehrbücher oder Monographien gefunden haben. Zum Schluß dieses Kapitels soll noch auf einen interessanten Aspekt aufmerksam gemacht werden. Wenn der Einfluß des Magnetfeldes auf die Mikroorganismen von ausschlaggebender Bedeutung ist, und vieles spricht dafür, und andererseits bereits die Makromoleküle Abhängigkeiten vom Magnetfeld zeigen, so ist der spekulative Gedanke gar nicht so abwegig, daß das Magnetfeld bei der Selbstorganisation der lebenden Materie aus der unbelebten eine entscheidende Rolle gespielt hat. Das steht dann im Gegensatz zu der Auffassung von Oparin, der dafür elektrostatische Entladungen verantwortlich macht. Janschin (1987) meint aber auch, daß diese Rolle eher dem Magnetfeld zukommt.

III. Biomagnetische Felder des Menschen

Daß der lebende Organismus selbst, sehr schwache Magnetfelder produziert, gilt heute als eindeutig bewiesene Tatsache und die Medizin ist auf dem Wege, sich dieses Erkenntnis zunutze zu machen. In diesem Punkte hat der Physiker Mesmer recht gehabt, der Mensch erzeugt magnetische Felder, die entsprechend den verschiedenen Organen in ihrer Stärke sehr unterschiedlich sein können. Lange Zeit wurde diese Fähigkeit der lebenden Organismen, ein Magnetfeld zu produzieren, angezweifelt. Heute befaßt sich damit ein ernstzunehmender Wissenschaftszweig, die Biomagnetik oder der Biomagnetismus. Ein namhafter Biomagnetiker, der Erste, der das Magnetfeld des menschlichen Herzens mit dem SQUID-Magnetometer gemessen hat, David Cohn (Williamson u.a. 1983) hält Rückschau, wenn er schreibt, und er beklagt sich bitter über das Unverständnis, das ihm bei seinen biomagnetischen Untersuchungen entgegengebracht wurde:

"The main difficulty was certainly the sceptical attitude of the scientific community toward the idea of biomagnetism, that is' that the human body can produce weak magnetic fields which can be measured and can be useful. The scientific trend was toward larger stronger quantities: larger particle accelerators, stronger magnetic fields, and larger rockets. In those post-Sput-nik years, scientists were also smug and arrogant they did not want to be bothered with weak magnetic fields, and especially by the strange idea that these could be produced by the human body they responded that biomagnetism was absurd and that I would never detect anything in any case".

Daß wir heute über detaillierte Kenntnis biomagnetischer Felder verfügen, verdanken wir in erster Linie zwei wesentlichen Entwicklungen magnetischer Messtechnik, einmal der Entdeckung des sogenannten SQUID-Magnetometers und zum anderen dem Fortschritt im Bau von Häusern die eine fast ideale Abschirmung des Magnetfeldes im Inneren liefern. Das von Zimmermann (Zimmermann u.a. 1970) entwickelte SQUID-Magnetometer erlaubt die Messung von sehr schwachen Magnetfeldern im pT-Bereich. Es ist also zur Messung des erdmagnetischen Feldes viel zu empfindlich.- Das SQUID-Magnetometer arbeitet nach dem Josephson-Effekt, bei dem Supraleiter verwendet werden.

Aus diesem Grunde sind SQUID-Magnetometermessungen recht kostspielig. Eine nicht weniger kostspielige Angelegenheit ist der Bau von Häusern zur Erzeugung magnetfeldfreier Räume. Diese sind aber nicht nur für biomagnetische Untersuchungen von Bedeutung, sondern auch für magnetobiologische, um das Verhalten von Lebewesen in magnetfeldfreien Räumen zu untersuchen* Um den kostspieligen Aufwand des Baues von magnetfeldabschirmenden Häusern zu umgehen wurden sogenannte SQUID-Gradiometer entwickelt. Diese erlauben es biomagnetische Felder auch in magnetisch "verseuchter" Umgebung zu messen. Eine wesentliche Aufgabe der biomagnetischen Forschung besteht darin den Zusammenhang zwischen den Änderungen des körpereigenen Magnetfeldes und klinischen Veränderungen aufzuklären. Die Erfolge, die bisher auf diesem Gebiet gewonnen wurde, hier darzustellen, würde im Rahmen dieser Studie zu weit führen. Ich will mich daher hier mit einigen allgemeinen Darstellungen zufriedengeben und die Magnetfelder skizzieren die beim Menschen auftreten* Vor allem an folgenden Organen oder Teilen des menschlichen Körpers wurde ein Magnetfeld und charakteristische Änderungen desselben gemessen Herz (do- und ac-Feld), Gehirn, Lunge Leber isolierte Nerven- oder Muskelfaser, Unterleib, Knochenmuskel (de- und ac - Augapfel Netzhaut des Auges und am Haarbalg.

Die Messung des AC-Feldes des Herzens wird in Anlehnung an das EKG als Magnetokardiogramm (MKG) bezeichnet. Das erste MKG mit dem SQUID-Magnetometer wurde im Dezember 1969 in den USA aufgenommen* Abb. 6 zeigt die damals gewonnene Registrierung. Diese Magnetfeldschwankungen spiegeln deutlich die 'Schwankungen der elektrischen Herzströme wider- Leider fehlt dieser Registrierung die Angabe der Magnetfeldstärke. Das Magnetfeld des Herzens erreicht aber Stärken größer als 100 pT. Damit ist es das stärkste, magnetische Feld, das am menschlichen Organismus beobachtet werden kann. -Leider haben bisher Untersuchungen von ac MKG's keine Ergebnisse geliefert, die, besondere klinische Anwendungen hätten finden können.

Besonders detailliert wurden die Magnetfelder des Gehirns und der Augen untersucht. Die Untersuchung des Magnetfeldes des menschlichen Gehirns stellt zur Zeit das wichtigste Gebiet des Biomagnetismus dar. Entsprechend dem bekannten Elektroencephalogramm (EEG) werden von den verschiedenen Partien des Gehirns EEGs (1480) aufgenommen. Dabei hat es sich gezeigt daß das Magnetfeld des Gehirns 100 - 1000 mal schwächer ist, als dasjenige des menschlichen Herzens - Das erste aufgenommene MEG des Gehirns, zeigt Abb. 7. Es verdeutlicht die Schwankungen des Gehirnmagnetfeldes bei geschlossenem Auge eine periodische Schwankung die als Alpha Rhythmus bezeichnet wird. Man erkennt deutlich eine kurze-Periode von 1/20 Sekunde und eine längere von etwa einer halben Sekunde. Vielversprechend ist auch die Möglichkeit durch Messung des neuromagnetischen Feldes aktive Neuronen im Gehirn mit einer räumlichen Auflösung von wenigen Millimetern und einer zeitlichen Auflösung von weniger als einer Sekunde zu finden. Mit dieser Methode befaßt sich das Gebiet des Neuromagnetismus. Dabei wird eine Kartierung anomaler magnetischer Signale über die Kopfhaut hinweg durchgeführt. Es konnte gezeigt werden, daß das Magnetfeld der Gehirnrinde ein direktes Maß der Neuralaktivität ist. Demgegenüber ist das Skalppotential nur ein indirektes Maß.

Die magnetische Methode ist damit der elektrischen In diesem Punkt Überlegen. Auch für das Auge ist es möglich, die elektrischen Ströme in ihren Magnetfeldwirkungen nachzuweisen. Bisher wurden die Augenströme mit einem Elektrookulogramm (EOG) und speziell diejenigen in der Netzhaut (Retina) mit einem Elektroretinogramm registriert. Mit dem SQUID-Magnetometer ist es möglich, auch ein Magneto-okulogramm (MOG) und ein Magnetoretinogramm (MREOG) aufzunehmen. Das Magnetfeld des Auges verändert sich zum Beispiel bei Bewegung von einer Lichtquelle zu einer anderen. Das MOG liefert dabei Schwankungen des Magnetfeldes von > 10 pT. Dagegen werden mit dem MRG Amplituden gemessen, die kaum größer als 0.5 pT sind.

Das Magnetfeld der Lunge wird durch Verunreinigungen durch ferromagnetische Teilchen verursacht. Hier bieten biomagnetische Untersuchungen gute Möglichkeiten, Umwelteinflüsse zu erkennen. Die Bestimmung des Magnetfeldes der Lunge wird mit Hilfe des topneumogramms (M) vorgenommen. Auch die Leber produziert ein eigenes Magnetfeld., Dieses wird normalerweise durch die magnetische Suszeptibilität des Lebergewebes als Antwort auf ein von außen angelegtes Magnetfeld erzeugt. Bei gewissen Lebererkrankungen wird ein anomales Magnetfeld beobachtet das aber eine 'Eisenüberlastung der Leber zur Ursache hat.

Die Stärke des Magnetfeldes des Bauches kommt gelegentlich auch in die Größenordnung derjenigen des Herzens. Bei der Untersuchung des Bauchmagnetfeldes wurde eine interessante Erscheinung gefunden. Es wird offenbar durch die Flüssigkeitsaufnahme verändert. Ein Beispiel dazu zeigt Abb. 8. Vor dem Trinken kalten Wassers wurde ein Magnetfeld von 50 pT gemessen. Nach dem Trinken stieg das Magnetfeld sehr schnell an und erreichte Werte über 150 pT und fiel innerhalb von 30 Minuten wieder auf seinen Ausgangswert.

Dieser kleine Ausflug in die Vielfalt menschlicher biomagnetischer Felder soll an dieser Stelle genügen-, Obwohl klinische Abhängigkeiten vom biomagnetischen Feld gefunden wurden, sind sie in vielen Fällen nicht klar. Aber die biomagnetische Forschung steht erst am Anfang und es wird sicher noch viele interessante Ergebnisse auf diesem Gebiet geben. Für unsere weiteren Betrachtungen sollten wir aber immer die "Kleinheit" biomagnetischer Felder im Auge behalten. Vor allem sollte in Betracht gezogen werden daß es gerade das Herzmagnetfeld ist, das die Stärke der erdmagnetischen Feldschwankungen erreichen kann. Ein Aspekt der biomagnetischen Forschung bleibt aber- noch offen, die Frage:

"Wie entsteht das biomagnetische Feld?" Vier Ursachen werden im allgemeinen angegeben: Im Organismus selbst erzeugte elektrische Ströme) im Organismus paramagnetisch oder diamagnetische durch ein äußeres Magnetfeld induzierte elektrische Ströme, Verunreinigungen des Organismus durch magnetische Substanzen und biochemische Ablagerungen von ferrimagnetischen Materialien. Mit der letzteren Ursache befaßt sich ein spezieller Forschungszweig des Biomagnetismus, der "Biogene Ferrimagnetismus". Die Frage in welcher Art und Weise und in welchem Umfang magnetisch aktive Moleküle im Lebewesen selbst erzeugt werden ist von großer Bedeutung, und wir haben in den magnetotaktischen Bakterien ein eindrucksvolles Beispiel solch einer Bildung, kennengelernt Gegenwärtig ist bei Lebewesen die biochemische Ablagerung von zehn Eigenverbindungen benannt, aber nur eine von diesen ist ferrimagnetisch (**Magnetit**). Die Suche nach ferrimagnetischen Materialien in Lebewesen ist von zunehmendem Erfolg gekrönt. Diese ferrimagnetischen Materialien sind es offenbar die im direkten Bezug zu dem äußeren magnetischen Feld stehen. Darüber wird in den folgenden Kapiteln noch einiges zu berichten sein. An dieser Stelle wird die enge Verknüpfung zwischen Biomagnetismus und Magnetobiologie besonders deutlich.

IV. Vermutete Magnetfeldwirkungen auf Lebewesen

1 - Vorbemerkung,

Die Magnetobiologie muß grundsätzlich bei der Untersuchung des Einflusses des Magnetfeldes auf Lebewesen zwei Aspekte untersuchen einmal denjenigen des erdmagnetischen Feldes (Geomagnetobiologie) und zum anderen denjenigen des vom Menschen erzeugten künstlichen Magnetfeldes. Pflanze, Tier, und Mensch leben heute mehr oder weniger in einer stark magnetfeldverseuchten Umwelt. Die Umweltverseuchung durch diesen Faktor wird oft unberücksichtigt gelassen einfach deshalb, weil ein magnetisches Feld mit unseren fünf Sinnen nicht spürbar und daher auch nicht faßbar ist. Aber muß das Magnetfeld darum weniger Einfluß besitzen? Unsere natürliche Umwelt wird durch das erdmagnetische Feld geprägt. Es existierte während der Selbstorganisation des Lebens aus der toten Materie in ähnlicher Weise wie es auch bei der unseres persönlichen bösen Tier, Pflanzen und Tiere ständig existiert. Aber haben wir uns auch an die intensitäts- und -im-Frequenzbedingten Änderungen des erdmagnetischen Feldes gewöhnt, so als hätten sie keinen Einfluß auf uns und unsere Verhaltensweisen? Aber die Fragen sind weit detaillierter. Wird das Wachstum der Lebewesen vom Magnetfeld mitbestimmt? Kann es den Sterbeprozess beeinflussen? Stehen Krankheitserscheinungen im Zusammenhang mit Magnetfeldschwankungen? Ist die Richtung des Magnetfeldes bestimmend für gewisse Verhaltensweisen?

Die Fragen reichen hin bis zu derjenigen ob das Magnetfeld auch die Genstruktur beeinflussen kann. Es sind sehr viele Fragen auf die die magnetobiologische Forschung seit Jahren bemüht ist eine Antwort zu finden. Die Beantwortung dieser Fragen wird in erster Linie durch das Experiment gewonnen. Aber die magnetobiologische Forschung hat es schwer Sie muß diese Experimente am lebenden Organismus ausführen. Und das ist das Entscheidende ein Lebewesen ist nicht mit einem Keplerschen Planetensystem zu vergleichen das eindeutige Beobachtungsergebnisse liefert und die den Newtonschen Gesetzen genügen. Deshalb darf es uns nicht wundern, wenn magnetobiologische Ergebnisse gelegentlich widersprüchlich sind. In den folgenden Kapiteln soll ein Überblick über die wesentlichen magnetobiologischen Zusammenhänge gegeben werden, wobei durchaus kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben werden kann. Aber, um ein möglichst abgerundetes Bild zu zeichnen kann es selbstverständlich nicht unterbleiben daß auch über viele uns- als kurios anmutende Ergebnisse berichtet werden muß. Der Leser sollte dabei nicht vergessen, daß diese hier unabhängig von meiner Meinung zusammengetragen worden. Im folgenden ist es nun sinnvoll die Aufzählung der magnetobiologischen Ergebnisse nach der Art der verwendeten Beobachtungsmethode vorzunehmen. Was sind aber die Methoden der magnetobiologischen Forschung?

Untersuchung des Orientierungsverhaltens der Lebewesen im magnetischen Feld. Dabei wird zunächst danach gefragt ob und in welcher Art sich die Lebewesen im erdmagnetischen Feld orientieren. Dann wird die natürliche magnetische Feldrichtung mit einem permanenten Magneten oder einer stromdurchflossenen Helmholtzpule künstlich verändert. Oft wird dann eine vollständige Umpolung des Magnetfeldes vorgenommen.

Es wird dabei die Reaktion des Orientierungsverhaltens des Lebewesens untersucht. Untersuchung biologischer Reaktionen bei einem Aufenthalt von Lebewesen in magnetfeldfreien Räumen. Das Wirkungsvolle dieser Methode besteht in Langzeitaufenthalten von Lebewesen in diesen Räumen. Untersuchungen über korrelative Beziehungen zwischen Änderungen des auf ein Lebewesen wirkenden Magnetfeldes und Lebensprozessen. Hierbei geht es vor allem um Zeitreihenuntersuchungen. Sie werden fast ausschließlich im Zusammenhang mit geomagnetischen Zeitreihen durchgeführt. Eine besondere Rolle spielen dabei Indizes der geomagnetischen Aktivität. Durch diese Untersuchungen soll der Einfluß schwacher Magnetfelder auf Lebensprozesse geklärt werden. Dies ist die wesentliche Aufgabe der Geomagnetobiologie. - Untersuchungen über den Einfluß der Richtung des Magnetfeldes auf bestimmte Lebensfunktionen.

2. Das Orientierungsverhalten von Lebewesen im Magnetfeld

Das Orientierungsverhalten von Mikroorganismen, speziell von Bakterien die in der Art von magnetotaktischen Bakterien entdeckt wurden, wurde bereits im Kapitel 11 ausführlich beschrieben. Aber das Orientierungsvermögen von Lebewesen im Magnetfeld wurde keineswegs bei den Mikroorganismen zuerst entdeckt. Erste Beobachtungen über eine derartige Fähigkeit wurden am Flugverhalten von Zugvögeln bereits vor über hundert Jahren von Middendorf vom Observatorium Pulkowo bei Petersburg durchgeführt (Middendorf 1955). Heute zählt die Tatsache daß sich die Vögel bei ihren Flügen am Magnetfeld orientieren, zu den am besten fundierten Resultaten der magnetobiologischen Forschung.

Im Lehrbuch für Biophysik" von Hoppa. (1982) steht im Abschnitt "Die Wirkung des Erdmagnetfeldes auf Organismen" zu lesen: "Es waren jedoch vor allem Untersuchungen an Vögeln und an Honigbienen die nachwiesen daß Organismen das Erdmagnetfeld wahrnehmen und zur Orientierung benutzen können, und die in den Mechanismus dieser Wahrnehmung erste Einblicke ermöglichten".

Es hat die Menschen schon immer interessiert zu wissen woran sich die Vögel bei Ihren Flügen orientieren, die Zugvögel im Herbst bei Ihren Flügen nach Süden und im Frühling zurück in den Norden zu ihren heimatlichen Brutplätzen Wie ist es möglich# daß sie ihre Heimatplätze immer wieder finden? Und wie können, Brieftauben immer wieder Ihr heimatliches Nest finden, wenn sie aus großer Entfernung auf die Reise geschickt wurden? Es war klare solange für die Vögel die Sonne sichtbar ist, orientieren sie sich nach ihre Sie verfügen offenbar über eine Art "Sonnenkompass" Aber wie sollte erklärt werden, daß die Vögel auch bei "Nacht und Nebel", und bei bewölktem Himmel die richtige Richtung finden? Yeagley (1947) war der erste der forderte, daß Vögel zur Richtungsfindung einen Magnetkompaß besitzen müßten. Später waren es dann Keeton (1971) und Walcott und Green (1974), die an Experimenten mit Brieftauben eindeutig nachwiesen daß die Flugorientierung durch das Magnetfeld beeinflussbar ist.

Das Ergebnis des Experimentes von beiden ist In Abb. 9 dargestellte auf der linken Seite dasjenige von Keeton und auf der rechten dasjenige von Walcott und Green In den Kreisen bedeutet die gestrichelte Linie die Heimatrichtung, die Punkte die Richtung die Brieftauben beim Heimflug zuerst einschlagen# der Pfeil die gemittelte Heimflugrichtung und die Pfeil-. lange deren Genauigkeit. Die obere Reihe der Kreise zeigt das Ergebniss an Sonnentagen und die untere an wolkenbedeckten Tagen. An Sonnentagen fanden die in den Experimenten verwendeten erfahrenen Tauben die Heimatrichtung ziemlich gut, bei bewölktem Himmel auch (linke Darstellung der unteren Reihe) solange sie nicht durch ein künstliches Magnetfeld eines permanenten Magneten oder einer Helmholtz-Spule gestört wurden. Bei vollständiger Umpolung des natürlichen Magnetfeldes war die Desorientierung am größten (rechte Darstellung der unteren Reihe). Nach diesen Ergebnissen ist es sicher daß sich Brieftauben bei bewölktem Himmel nach dem Magnetfeld orientieren* Walcott (1980) kommt zu dem gleichen Ergebnis Doch sind die Zusammenhänge kompliziertere als sie auf den ersten Blick zu sein scheinen. Es wurde nämlich beobachtet daß die Orientierung der Vögel durch eine Erhöhung der erdmagnetischen Aktivität\$ besonders während eines geomagnetischen Sturmes (Schreiberes.- Rosen IM ?,leere 1977) und bei Flügen, die in einer magnetischen Anomalie beginnen (Walcott 1980), empfindlich gestört werden kann. Die letztere Beobachtung verdeutlicht Hobby 10.

Da sowohl die zeitlichen als auch die räumlichen Störungen des erdmagnetischen Feldes klein gegenüber der absoluten Größe desselben sind, kann nicht angenommen werden, daß Störungen des Kompasssystem des Vogels die Ursache von Fehlflügen sind. Deshalb wird vermutet, daß Vögel neben einem magnetischen Kompaß auch über eine "magnetische Karte" verfügen. Einflüsse des erdmagnetischen Feldes auf den Vogelflug, die auch an Sonnentagen beobachtet wurden, werden diesem Positionsbestimmungssystem nach magnetischer Karte zugeschrieben. Es wird demzufolge heute angenommen, daß die Vögel ein magnetisches "bico ordinate navigation System" besitzen. Nach diesem sind sie mit ihrem Kompaß in der Lage, magnetische Feldgradienten in Ost- und Nordrichtung zu bestimmen und in Form einer "magnetischen Karte" zu speichern.

Es ist einleuchtend, daß dann zeitliche-räumliche Störungen zu Fehlflügen führen müssen, ähnlich wie es früher von Flugzeugen bekanntgeworden ist, die sich am Magnetkompaß orientierten, in einen starken erdmagnetischen Sturm gerieten und dadurch die Orientierung verloren. Neben der Fähigkeit der Vögel zur Navigation die Sonne oder das erdmagnetische Feld zu benutzen, besitzen sie offenbar auch diejenige sich in sternenklaren Nächten nach den Sternen zu orientieren (Sauer 1957, Erraten 1967). Der Sternkompaß wird dann benutzt, wenn das erdmagnetische Feld gestört ist. Schließlich sei noch darauf hingewiesen, daß es viele Experimente zur Flugorientierung von Vögeln gibt, die gezeigt haben, daß Vögel in der Lage sind, auch ihren Geruchssinn zur Orientierung einzusetzen (Perpl et al. 1972, Papi IM). In einer neueren Arbeit widersprechen Wiltshko und Wiltshko (1987) dieser Geruchssinn-Hypothese aufschlüsseln

Das Navigationsverhalten von Vögeln kann demnach keineswegs als vollständig geklärt angesehen werden. Ein wesentlicher Aspekt wird oft betont: "Das Navigationssystem der Vögel unterliegt einer fundamentalen Veränderung, wenn junge Vögel erfahrener werden. Sehr junge Vögel verlassen sich auf die magnetische Information, die sie während einer auswärtigen Reise empfangen haben. Ältere erfahrene Vögel, die eine "Navigationskarte" aufgestellt haben, verlassen diese Strategie und benutzen meist die lokale Information (frei zitiert nach Wiltshko und Wiltshko 1987). Es ist die Lernfähigkeit der Vögel, die auch in Betracht gezogen werden muß. Bei jedem Flug vieler Brieftauben wird es immer "kluge" und "dumme" Tauben geben. Die einen finden nach Hause, die anderen nicht.

Was die in Vögeln vermuteten Magnetmaterialien anbetrifft, so wurden sie von Yorke (1981) in der Form kleiner Kristallmagnetite der Länge 0,1 Mikrometer und einem Achsenverhältnis von 4:1 im Kopf von Vögeln gefunden. Das magnetische Moment dieser kleinen Magnete wurde von ihm mit $3,1 \times 10^{-14}$ emu angegeben. Auf einem Gebiet von 2×1 mm und der Dicke von 1 mm befinden sich 107 bis 10^8 solcher kleiner Magnete. Rechnerische Überlegungen haben gezeigt, daß dieses Material ausreicht, um eine genaue Orientierung zu gewährleisten. Ähnliches wurde auch von Walcott (1980) gefunden.

Wie bereits in dem Zitat von Hoppe *na.* (1982) erwähnt, wurde auch die Orientierungsfähigkeit von Honigbienen im Magnetfeld eindeutig bewiesen. Damit haben sich besonders vermisch (1965) und Lindauer und Martin (1968) befaßt (siehe auch Martin und Lindauer). Sie untersuchten das Phänomen des "Schwänzeltanzes" der Bienen. Diesen "Schwänzeltanz" führen die Bienen am Wabenrand durch, um sich im Schwerefeld zu orientieren. Dabei wird der Winkel zwischen Flugbahn zum Futterplatz und der Sonne in das Schwerefeld transportiert. Das tun sie, um ihren Futterplatz wiederzufinden. Bei der Bestimmung dieses Winkels werden aber von den Bienen systematische Fehler gemacht, die eine Abhängigkeit vom Tanzwinkel besitzen. Das zeigt die obere Darstellung der Abb. 11. Wenn das erdmagnetische Feld mit Helmholtzspulen kompensiert wird, verschwinden die als Einweisung bezeichneten Fehleinstellungen der Orientierung. Die Einweisungskurven des Schwänzeltanzes zeigen charakteristische Unterschiede, ob der Bienenkorb magnetisch Nord-Süd oder magnetisch Ost-West ausgerichtet ist. Es wurde gefunden, daß die Schwereorientierung der Bienen nur dann fehlerfrei funktioniert, wenn sich die Längsachse der Biene in Richtung des erdmagnetischen Feldes befindet, wenn also von dieser kein Magnetfeld geschnitten wird. Die Änderungen der Einweisungskurven mit der geomagnetischen Breite konnten durch die Änderung des Magnetfeldes eindeutig erklärt werden. In einem anderen Experiment von Martin und Lindauer (1977) wurde der Bienenkorb um 90° gedreht, so daß die ursprünglich senkrechten Flächen der Bienenwaben in die Horizontale kamen. Die Bienen besaßen dann nicht mehr die Möglichkeit, sich im Schwerefeld zu orientieren. Es wurde beobachtet, daß manche Bienen den Schwänzeltanz vollkommen aufgaben und andere ohne "Sinn und Verstand" weitertanzten.

Allmählich stellten sie aber ihre Orientierung auf das Magnetfeld um. Das umso schneller» wenn ein künstliches Magnetfeld ausgeprägt wurde. Man kann aus diesen Beobachtungen nur schließen daß auch die Dienen ein kompaßähnliches Organ besitzen. Es wird darüber berichtet (Treppena. 1982)., daß dieses in der Lage ist\$ geringe Magnetfeldschwankungeng wie beispielsweise die erdmagnetische periodische Tagesvariation zu registrieren. Auch bei Dienen wurde magnetische Substanz gefunden und zwar kurz vor dem Abdomen. Im Puppenstadium wurde ein stärkeres Magnetfeld gemessen Der Magnet liegt bei den Dienen senkrecht zur Körperachse. Die Orlentierungsfähigkeit der Dienen scheint so weit zu gehen, daß sie diese bereits bei dem Bau der Waben einsetzen. Es wurde gefundener daß bei allen untersuchten Bienenstöcken die Waben in Nord-Süd-Richtung ausgerichtet waren. Somit wird erreicht, daß im Puppenstadium das Magnetfeld immer senkrecht zur Puppenlängeachse gerichtet ist. Es gibt eindeutige Experimente bei denen die Form des Warenhaus durch ein starkes künstliches Magnetfeld gesteuert wurde (Martin und Lindauer 1973).

Ich habe die Orientierungsfähigkeit von Vögeln und- Bienen besonders ausführlich beschrieben\$ um zu zeigen, wie vielfältig.sie sein kann) und daß.Tiere In der Lage sind auch auf geringfügige Änderungen des erdmagnetischen Feldes zu reagieren# wenn es ihren "Kompaßsinn" betrifft. Die Orientierungsfähigkeit ist aber auch bei vielen anderen Tieren beobachtet worden, so bei Schnecken (Barnwelll und Brown 1964, Brown 1966)1 Termiten Käfern, Fliegen Heuschrecken, Grillen, Schaben Wespen (Becker 1963a)b,19649 Bekker und Speck 1964) und Maikäfern (Schneider 1961t 1963a.,b). Bei Fischen wurde eine Orientieruagsfählgkeit Im Magnetfeld bisher nicht so klar nachgewiesen. Becker (1974) berichtet zwar davon\$ daß Gold-fische auch die Fähigkeit besitzen sich Im Magnetfeld zu ,orientieren, 'aber gerade diese Unter suchungen sind besonders heftig kritisiert worden (Walker und Biltermann 1986). Für Termiten wurde aber überzeugend gezeigt\$ daß sie ihre Galerie (Erdgänge) bevorzugt in Richtung des erdmagnetischen Feldes anlegen (Becken 1963ag 1971, 19769 Becker und Gerisch 1980).

Es ist eine logische Schlußfolgerung nachdem eine Orientierungsmöglichkeit Im Magnetfeld bei lebenden Zellen\$ Mikroorganismen und höher entwickelten Tieren bekannt ist, eine derartige auch bei Pflanzen anzunehmen. Es war schon länger bekannt, daß PflanzenWurzeln ein gewisses paralleles Wachstum aufweisen.

Dieses wird als "Tropismus" bezeichnet (Schreiber 1958). Aber erst nach 1960 wurde bekannt, daß Pflanzenwurzeln bevorzugt nach magnetisch Süd wachsen. Das wurde auch in einem künstliche Magnetfeld gezeigt (Puma 1952). Diese Erscheinung wird, als "Magnetotropismus" oder wenn es sich um Pflanzenwachstum im erdmagnetischen Feld handelt als "Geomagnetotropismus" bezeichnet (Krylov und Tarakanova 1960, Krylov 1961, Andrus 1960, Tompkins und Bars 1973). Zur Deutung des Magnetotropismus wird angeführt, daß magnetische Felder wahrscheinlich, auf die Plasmamembran einwirken, und dabei eine Umverteilung und Akkumulation gewisser Membranproteine hervorrufen. Vielfach wird behauptet daß die Keimraten am größten sind und das Wachstum beschleunigt wird, wenn die Pflanzensamen nach magnetisch Süd ausgerichtet sind. Aber auch über das dazu Gegensätzliche wurde berichtet, daß das erdmagnetische Feld einen wachstumshemmenden Einfluß ausübt (Puma 1952),

Mit Skepsis müssen Berichte aufgenommen werden in denen auch über eine Orientierungsfähigkeit des Menschen berichtet wird (Baker 1980, 1981). Baker führte Untersuchungen an Studentengruppen durch. Diese, etwa 16 km von der Universität Manchester entfernt, fanden "blind" den Weg nach Haus. Deshalb spricht Baker davon, daß der Mensch wahrscheinlich einen 6. Sinn, den Kompassinn besitzt. Gould und Able (1981) haben ähnliche Experimente wie Baker durchgeführt und kommen zu völlig negativen Ergebnissen. Es muß aber gesagt werden, daß magnetit-haltige Gewebe im Gehirn sowohl bei Primaten als auch beim Menschen gefunden wurden.

Vieles im Orientierungserhalten der Lebewesen im Magnetfeld bleibt bisher unerklärt. Aber, daß es existiert, daran gibt es keinen Zweifel. Offenbar haben sich gewisse Tiere eine fundamentale Orientierungsmöglichkeit diejenige im Magnetfeld, erhalten. Der Mensch muß sie im Laufe seiner Entwicklung verloren haben. Sehr mühsam mußte er sie sich erst wieder künstlich in der Form des Magnetkompasses und des Magnetometers schaffen.

3. Biologische Reaktionen in magnetfeldfreien Räumen

Die Beobachtung von Lebewesen in magnetfeldfreien Räumen ist ein wesentlicher Bestandteil der Beobachtungsmethodik der Magnetobiologie. Durch kein anderes Verfahren kann besser entschieden werden, ob das Magnetfeld einen Einfluß auf den lebenden Organismus besitzt oder nicht. Es sind viele Experimente durchgeführt worden bei denen Lebewesen hohen Magnetfeldern ausgesetzt wurden. Es zeigten sich keine Beeinflussungen oder gar gesundheitsschädigende Wirkungen. Ein Beweis dafür ist die heute in der Medizin mit viel Erfolg eingesetzte Computer-Tomographie bei der der Mensch einem hohen Magnetfeld ausgesetzt ist. Ganz anders verhält es sich, wenn Lebewesen in Räumen leben sollen, denen das Magnetfeld vollständig fehlt oder daß nur sehr gering ist. Dabei wird oft eine negative Beeinflussung von Lebensfunktionen beobachtet.

Man hat in den vergangenen 20 Jahren viele Anstrengungen unternommen, um magnetfeldabgeschirmte Häuser hoher Qualität zu bauen. Im Prinzip lassen sich quasi-magnetfeldfreie Räume auch mit großen Helmholtz-Spulensystemen schaffen. Ein Problem bleibt dabei immer die Nachregelung der natürlichen geringen Schwankungen des erdmagnetischen Feldes. In magnetfeldabgeschirmten Räumen kann heute das erdmagnetische Feld auf 50 nT d.h. auf etwa 1 Promille reduziert werden. Das Entscheidende bei Untersuchungen in magnetfeldfreien Räumen ist daß Wirkungen fast ausschließlich während eines langzeitaufenthaltes des Lebewesens im magnetfeldfreien Raum auftreten. Allerdings bei Zellkulturen wurden bereits Reaktionen bei einem kurzzeitigen Aufenthalt im magnetfeldfreien Raum beobachtet. Diese bestanden wie bereits berichtet wurde, vor allem in der Reduktion von Zellteilungsprozessen (Sosunov u.a. 1972).

Bei vielen Pflanzen wurde in magnetfeldfreien Räumen eine Verzögerung und Reduktion des Keimprozesses des Samens, verbunden mit einer Verringerung der Sauerstoffaufnahme festgestellt (Protopopov und Stakanov 1970). Junge Pflanzen zeigten Wachstumstörungen der Wurzeln (Kursevich und Travkin 1973) und Störungen des täglichen Rhythmus der optischen Aktivität der Blätter (Semykin und Golubeva). Interessant sind die Untersuchungen die mit Fliegen durchgeführt wurden. Bei der Fliege "Drosophila" (diese wurde von vielen sehr eingehend untersucht) wurde eine Zunahme der Sterblichkeit und eine Abnahme der Lebensdauer festgestellt (Afonina u.a. 1973). Fruchtbarkeitsrate verringerte sich ebenfalls bei Fliegen bei fehlendem Magnetfeld (Afonina u.a. 1973, Travkin und Antipova 1973).

Besonders eingehend wurde das Verhalten von Mäusen in magnetfeldfreien Räumen untersucht (Busby 1968, Halpern und Van Dyke 1966). Dabei zeigten sie deutlich die eines Langzeitaufenthaltes. Zuerst wurde beobachtet: Eine Abnahme von Schwangerschaften, das Auftreten von Fehlgeburten und von Kannibalismus. Bereits im jungen Alter wurden die Mäuse inaktiv und schwach. Nach mehreren Monaten kam es zur Tumorbildung und zum Haarausfall. Nach sechs Monaten waren dann viele der Mäuse gestorben.

Natürlich wurden ähnliche Experimente auch am Menschen Menschen, die sich fünf Tage lang in einem, magnetfeldabgeschirmten Raum aufgehalten haben, reagierten durch eine Abnahme der kritischen Schwellfrequenz der sogenannten "flickerfusion". Bei einem Aufenthalt von Menschen in einem Untertagebunker, der eine gute Abschirmung des erdmagnetischen Feldes lieferte wurde eine Erhöhung der Periode des zirkadischen Rhythmus beobachtet. Es wird immer wieder daraufhingewiesen, daß bei Kosmonauten und Unterwasserforschern ähnliche Änderungen biologischer Funktionen auftreten. Ursache dieser Änderungen kann nicht das veränderte Schwerefeld sein sondern das veränderte Magnetfeld. Die Unterwasserfahrzeuge liefern nämlich eine gute Magnetfeldabschirmung und die Flüge der Kosmonauten führen durch ein sich ständig stark änderndes Magnetfeld. Daher wurde bei beiden Stoffwechselabnahme, Reduktion der Leukozytenrate im peripheren Blut, Desynchronisation des zirkadischen Rhythmus., Beeinflussung des Zentralnervensystems und Störungen der täglichen Periodizität verschiedener anderer Funktionen (besonders Schlafstörungen) festgestellt.

4. Korrelative Untersuchungen zwischen Änderungen des magnetischen Feldes und Lebensprozessen

In der Suche nach korrelativen Zusammenhängen zwischen Änderungen des erdmagnetischen Feldes und Lebensprozessen liegt das eigentliche Untersuchungsfeld der Geomagnetobiologie. Dabei werden vielfach erdmagnetische Zeitreihen (besonders solche erdmagnetischer Aktivitätsindizes) mit den unterschiedlichsten Zeitreihen biologischer oder medizinischer Beobachtungen korreliert. Oft wird in diesen Untersuchungen eine einfache peak-zu-peak-Korrelation als Beweis für den Einfluß des geomagnetischen Feldes auf bestimmte Funktionen des Lebewesens angesehen.

Doch es muß mit Recht gefragt werden, ob Mediziner und Biologen, die derartigen Untersuchungen bisher fast ausschließlich durchführen, die Schwankungen des erdmagnetischen Feldes In Ihren Untersuchungen immer richtig berücksichtigten und sinnvoll interpretierten. Ich glaube die Gefahr Scheinzusammenhänge als objektive Erscheinungen zu deklarieren ist bei derartigen Untersuchungen besonders hoch.

Besonders groß Ist die Zahl der Untersuchungen die sich mit dem, Zusammenhang zwischen den Schwankungen des erdmagnetischen Feldes und den Biorhythmen befassen* Da die Schwankungen des erdmagnetischen Feldes einen breiten Periodenbereich betreffen (1 s bis Jährliche Periode), scheinen auch Biorhythmen sehr unterschiedlicher Frequenz vom erdmagnetischen Feld gesteuert zu sein. Offenbar spielen aber die kurzperiodischen Schwankungen des erdmagnetischen Feldes die als geomagnetische Pulsationen bekannt geworden sind (Periode 1 s bis 300 s) eine entscheidende Rolle bei der Erzeugung von Biorhythmen. Dabei reichen die geringen magnetischen Feldstärkeschwankungen aus um die biorhythmischen Schwankungen zu erzeugen.

Außer den natürlichen Schwankungen des erdmagnetischen Feldes beeinflussen auch diejenigen magnetischen Felder im ELF-Bereich (extremely low frequency) unter 300 Hz die biologischen Prozesses, die künstlich erzeugt werden. In diesem Kapitel müssen daher auch die Ergebnisse, die im Rahmen dieser Untersuchungen gewonnen wurden zusammengefaßt werden. Da die Schwankungen des erdmagnetischen Feldes globaler Natur sind, werden oft synchron verlaufende Prozesse bei Lebewesen an weit entfernten Orten als Wirkung des erdmagnetischen Feldes gedeutet. Klimatische Einflüsse können dann nämlich ausgeschlossen werden. Ein Beispiel dazu zeigt Abb. 12, das das Auftreten von Krisen bei Menschen, verursacht durch zu hohen Blutdruck, verdeutlicht die in verschiedenen Städten der Sowjetunion leben (Ryvkin et al 1967). Dabei ist besonders im ersten Halbjahr in den verschiedenen Städten ein gleicher zeitlicher Verlauf der Blutdruckkrisen zu erkennen.

Trombosegefahr nach Operationen herabzusetzen, wird von ihnen vorgeschlagen den Patienten vor und nach der Operation einem starken Magnetfeld auszusetzen. 'Rohließlich fand Morgunov (1972) daß die Nierensteinbildung und das rhythmische Auftreten von Nierenkoliken von der geomagnetischen Aktivität abhängt* Ein Anstieg (oder eine Abnahme) der magnetischen Aktivität soll von einer Abnahme (oder einer Zunahme) von Fällen auftretender Nierenkolik begleitet sein. Das würde einer Heilwirkung durch Magnetfeld entsprechen.

Die angperiodischen Änderungen des geomagnetischen Feldes sollen einen Einfluß auf die Größe und die sexuelle Entwicklung des Menschen haben* Eine phantastische Konnotation dazu zeigt die Ebbe 159 die im oberen Teil den Zusammenhang zwischen der Änderung im Wachstum 12 bis 13jähriger Jungen in Schweden und der Änderung des Inklinationsgradienten verdeutlicht und im unteren Teil den Zusammenhang zwischen dem Alter von Mädchen bei dem Einsatz der ersten Regel und der Änderung der magnetischen Deklination. Hier werden korrelative Zusammenhänge gezeigt denen man nur skeptisch gegenüberstehen kann weil es sich hier lediglich um Richtungsänderungen des geomagnetischen Feldes handelt, deren Einflüsse in diesen Fällen unverständlich bleiben müssen.

Abhängigkeiten des weiblichen Regelzyklusses von der magnetischen Aktivität werden aber als wahrscheinlich angenommen. Hierzu soll ein Zitat aus Dubrov (1978) ausreichen: "The number of menstruation in warmen. an particular-days depends on the geomagnetic activit. . A calculation from dazü on ehe course of 7420 menstruationsq obtained by questioning 810 girls 14-18 years old (pupils in a Prague ausging school). showed that durstig reduced geomagnetie activity the frequeny of onset of menstruation was hierher and, conversely, during increased activity onsets of menstruation were less frequent. variation of the duration of the menstrual cycle es correlated with the variation of the strength of the GMF" (s. Ebbe 16).

Obwohl auch für viele in diesem Abschnitt kurz zusammengefaßten Erscheinungen gilt" daß sie keineswegs als akzeptiert anzusehen sind, wird jedoch damit gerechnet, daß manche biorhythmischen Erscheinungen vom geomagnetischen Feld gesteuert werden. Dies wird immer wieder durch die Wirkungen des geomagnetiaohen Feldes auf die Permeabilität der biologischen Membranen (vor allem auf Zellmembranen) erklärt.

- 24 -

Der Einfluß natürliche und künstlicher Magnetfelder Im ELF-Bereich auf Lebewesen wurde auch durch viele Experimente untersucht. Dabei sind es vielfach die künstlichen, die einen stärkeren Einfluß besitzen, weil sie intensiver sind. Als künstliche Quellen ELF-magnetischer Felder werden Hochspannungsleitungen, elektrische Haushaltsgeräte und Fernsehapparate angegeben. Bei elektrischen Haushaltsgeräten können die lokalen Felder eine Stärke bis zu 2.5 mT erreichen, die aber mit der Entfernung recht schnell abfallen. Eine Erscheinung die als bewiesen angesehen werden kann, ist die Beeinflussung von Sehfunktionen durch ein magnetisches Feld im ELF-Frequenzbereich. Diese ist unter dem Namen "Magneto-" bekanntgeworden. Zum ersten Mal wurde bereits 1896 von d'Arsoval (IM) über diese Erscheinung berichtet. Es wurde gefunden, daß dieser Effekt am stärksten bei einer Frequenz von 30 Hz ist wobei eine Mindestintensität von 10 mT gefordert wird.

ELF-magnetische Felder beeinflussen aber auch die Zell- und Gewebesubstanz der Lebewesen. Es wurde eine Vielzahl von Experimenten = Lebewesen durchgeführt, bei denen die Lebewesen einem sinusförmigen Magnetfeld-Intensität von Mikrotesla bis 0.1 T bis zu vier Wochen ausgesetzt waren. Es wurden viele positive Bioeffekte gefunden die aber keineswegs als vollständig gesichert angesehen werden können. Trotzdem müssen jeweils durch mehrere Experimente bestätigt folgende Zusammenhänge zwischen ELF-magnetischen Feldern und biologischen Reaktionen hervorgehoben werden:

- Abnahme der Zellatmung
- Veränderung des, Stoffwechsels der Kohlenhydrate, der Proteine und der Nucleinsäuren
- Innere Sekretionsveränderungen und veränderte hormonale Reaktionen der Zellen und Gewebe
- Abnahme der Wachstumsrate der Zellen
- Mißbildungen und Entwicklungseffekte
- Morphologische Gewebeveränderungen In erwachsenen Lebewesen, die häufig nach der Feldeinwirkung reversibel sind
- Veränderung der Immunreaktionen auf verschiedene Abwehrstoffe

Eine detaillierte Zusammenstellung von Reaktionen verschiedener Tiere auf ELF-magnetischen Felder zeigt Tab. 1.

Die in diesem Abschnitt beschriebenen korrelativen Zusammenhänge zwischen Magnetfeld und biologischen Erscheinungen sind nicht mehr als eine grobe Auswahl.

In Wirklichkeit wurde vielmehr gefunden, was hier nicht alles beschrieben werden kann. Bei der Durcharbeit der Literatur kann sich der Leser aber nicht des Eindrucks erweh- als gäbe es kaum eine biologische Reaktion, die nicht von der Stärke und der Schwankung des magnetischen Feldes beeinflusst ist eine zunächst vollkommen ungewohnte, unwahrscheinliche Vorstellung. Aber muß sie nicht viel von ihrer Unwahrscheinlichkeit verlieren, wenn die Beeinflußbarkeit der lebenden Zelle durch das Magnetfeld als bewiesen (und das ist sie in der Tat) vorausgesetzt wird?

5. Einfluß der Magnetfeldrichtung auf bestimmte Lebensfunktionen

Die Ergebnisse zu dieser Thematik gehören nun in der Tat in das Reich des Phantastischen. Doch um zu zeigen, wie weitgehend der Einfluß des geomagnetischen Feldes heute bereits angenommen wird sollen diese Ergebnisse hier kurz erwähnt werden. Wenn wir uns besonders beim Hören dieser Behauptungen eines berechtigten Lächelns nicht enthalten können, so sollte es aber nicht unerwähnt bleiben, daß auch diese Ergebnisse bereits Eingang in Lehrbüchern gefunden haben.

Es existieren Untersuchungen, die darauf zielen, dem geomagnetischen Feld auch einen bestimmten Einfluß auf das Geschlecht zuzuschreiben. Untersuchungen über den Effekt der Orientierung des Embryos während der Embryogenese bezüglich der Richtung des geomagnetischen Feldes haben zu erstaunlichen Ergebnissen hinsichtlich der Bildung des männlichen und weiblichen Geschlechts geführt. Eine Statistik der Geschlechtsbildung bei Fliegen, Hühnern, Rindern, Pferden und Menschen, zeigt Tabelle 2. Danach entsteht vorwiegend männliches Geschlecht, wenn der Kopf des Embryos in die magnetische Nordrichtung weist und vorwiegend weibliches Geschlecht, wenn der Kopf des Embryos nach magnetisch Südweist. Bei Lage des Embryos in magnetischer Ost-West-Richtung wird eine Gleichverteilung beobachtet. Die Tabelle 2 zeigt, ist dieser Einfluß des geomagnetischen Feldes beim Menschen am ausgeprägtesten.

Der Vollständigkeit halber soll noch darauf hingewiesen werden daß allen Ernstes darüber berichtet wird, daß es beim Menschen zu Schlafstörungen kommt, wenn seine Lagerichtung von der Richtung des geomagnetischen Feldes abweicht. Dies wird durch eine Reduktion der bioelektrischen Aktivität erklärt.

Persönliche Einschätzung der Ergebnisse magnetobiologischer Forschung

Bei den Forschungszweigen "Biomagnetik" und "Magnetobiologie" haben wir es mit interdisziplinären Forschungsrichtungen zu tun, an denen bisher vorwiegend Mediziner und Biologen gearbeitet haben. Physiker und speziell die Geomagnetiker hatten bisher keine oder nur eine recht oberflächliche Kenntnis von der Entwicklung dieser Forschungszeige. Das führte dazu daß diese Entwicklung an den genannten Forschungsgruppen vorbeilief oder daß die Ergebnisse dieser Forschungen vielfach belächelt wurden. Wir müssen uns aber heute ernsthaft fragen ob wir uns diese Anteilnahmslosigkeit und dieses Lächeln noch leisten können, um später nicht darum selbst belächelt zu werden. Da die Geomagnetobiologie ein zentrales Gebiet der Magnetobiologie ist" ist vor allem der Geomagnetiker gefordert Stellung zu beziehen. Er ist es, der am besten über die natürlichen Schwankungen des erdmagnetischen Feldes Auskunft geben kann. Er muß' letzteren Endes auch beurteilen können, ob die Beobachtungen des erdmagnetischen Feldes von Medizinern Biologen u.a. richtig benutzt wurden.

Aber die Beurteilung der Ergebnisse der Biomagnetik und der Magnetobiologie muß dem Geomagnetiker notgedrungen schwerfallen, denn an den vielen durchgeführten Versuchen an der lebenden Materie und den Untersuchungen zur Korrelation zwischen erdmagnetischem Feld und Lebensereignissen ist er kaum beteiligt gewesen. Es muß daher zuerst betont werden daß eine Beurteilung der Ergebnisse durch einen Geomagnetiker, und das gilt besonders für mich» zunächst nur vom Standpunkt des "Wahrscheinlichseins" oder "Unwahrscheinlichseins" geführt werden kann. Trotzdem will ich versuchen einige mir bedeutungsvoll erscheinende Gesichtspunkte hervorzuheben.

Ein wichtiger Aspekt der auch die geomagnetische Forschung leitet und bestimmt, ist derjenige der Reproduzierbarkeit von Beobachtungsergebnissen. Diese Bedingung ist leider bei den Beobachtungen der Magnetobiologie nicht immer erfüllt. Und hier setzt eine wesentliche Kritik magnetobiologischer Ergebnisse ein. Aber gelten vielleicht für die Erforschung der lebenden Materie nicht doch andere Bedingungen als für diejenige der toten? In dem Lehrbuch "Unsichtbare- Umwelt" von H. König wird dazu auf Seite,187 geschrieben: "Nur allzu oft lassen sich klassische Physiker und Techniker dazu verleiten biologische Systeme bei Messungen wie einen Apparat zu behandeln. Biologische Systeme und damit natürlich auch insbesondere der Mensch sind aufgrund Ihrer Beschaffenheit von vornherein nicht dazu geeignet, immer eindeutige und reproduzierbare Messungen zu ermöglichen." Wenn das so ist, muß natürlich gefragt werden, was bestimmt dann die Sicherheit eines wissenschaftlichen Ergebnisses?

Kritisch müssen manche Korrelationsuntersuchungen zwischen geomagnetischen und biologischen Zeitreihen betrachtet werden. Nicht immer muß bei guter Korrelation ein bestimmender Einfluß des geomagnetischen Feldparameters auf den biologischen Prozeß vorliegen. Als Beispiel sei die gleichzeitige Abnahme der Deklination in Europa und des Alters der Geschlechtsreife der Mädchen genannt. blau wird diese wohl als zufällig ansehen müssen, wobei nicht einmal die Annahme einer gemeinsamen Ursache notwendig ist.

Es hat sich aber gezeigt daß dort wo eine gute Meßtechnik eingesetzt wurde, zuverlässige Ergebnisse erzielt wurden. Das gilt In erster Linie von den Beobachtungen der Biomagnetik d.h. von den sehr schwachen Magnetfeldern die von Lebewesen selbst erzeugt werden und die mit dem SQUID-Magnetometer gemessen wurden. Diese müssen als nachgewiesen angesehen werden. Inwiefern diese Felder Rückschlüsse auf gewisse Lebensfunktionen zulassen- oder sogar charakteristisch für gewisse Krankheitserscheinungen sind bleibt durch zukünftige biomagnetische Untersuchungen zu klären.

Auf dem Gebiet der Magnetobiologie wurden die best fundierten Experimente zum Orientierungsverhalten von Lebewesen durchgeführt. Ich meine es darf heute kein Zweifel mehr darüber bestehen daß bestimmte Lebewesen (vielleicht auch alle) in der Lage sind, sich im Magnetfeld zu orientieren. Diese besitzen in der Tat ein sechstes Sinnesorgan. Für die Navigation dieser Lebewesen spielt das natürliche Magnetfeld, das erdmagnetische Feld, eine fundamentale Rolle. Das gilt in erster Linie für Bakterien, Insekten, Vögel und in gewissem Maße auch für Fische. Die Untersuchungen, die an magnetotaktischen Bakterien bisher durchgeführt wurden, gelten als besonders überzeugend. Ob auch die höheren Lebewesen bis hin zum Menschen die Fähigkeit der Orientierung im Magnetfeld besitzen ist mehr als fraglich- Die Experimente zum Orientierungsverhalten der Lebewesen haben nicht zuletzt durch den eindeutigen Nachweis magnetithaltiger Materialien Im lebewesen selbst einen hohen Grad an Glaubwürdigkeit erhalten.

Oft werden zur Klärung geomagnetobiologischer Zusammenhänge geomagnetische Aktivitätsindizes verwendet, meistens die K1, die für das lokale Aktivitätsverhalten charakteristisch ist. Es ist aber keineswegs gesagt, daß die Änderungen des Magnetfeldes an dem Ort wo biologische Prozesse untersucht werden, denjenigen entsprechen, die am Ort eines geomagnetischen Observatoriums existieren, das die Basis für die X -Bestimmung liefert. Künstliche Magnetfeldänderungen in Krankenhäusern, aus denen viele der untersuchten Datenreihen stammen können beträchtliche Unterschiede zu Änderungen von K1 1 aufweisen. Vielleicht liegt hier eine Ursache für oft widersprüchliche geomagnetobiologische Ergebnisse. Deshalb wäre es sinnvoller den Einfluß des geomagnetischen Feldes auf biologische Prozesse durch die direkte Messung des Magnetfeldes am gleichen Ort zu untersuchen. Dafür bieten sich geomagnetische Observatorien als günstige Untersuchungsorte an. Eine enge Kooperation zwischen Biologen, Medizinern einerseits und Geomagnetiker andererseits ist dabei erforderlich,...

Was sind nun die wesentlichen Resultate magnetobiologischer Forschung die wir akzeptieren können? Es wird oft der Einwand gebracht und besonders von Mediziner% daß die Lebewesen und vor allem der Mensch selbst In starken künstlichen Magnetfeldern keinen Schaden erleidet. Wie sollten dann Magnetfelder geringerer Intensität einen Einfluß besitzen? Aber es wird vielleicht allzu oft übersehen, daß es vielmehr das Fehlen des magnetischen Feldes ist, das lebensschädigende Prozesse im Organismus hervorruft* Das magnetische Feld besitzt offenbar eine lebensfördernde wenn nicht sogar heilende Funktion. Dabei sind für die Wirkung des geomagnetischen Feldes auf die Lebewesen folgende Faktoren ausschlaggebend: - Lebewesen reagieren oft nur innerhalb eines bestimmten Feldstärkebereiches« Eine Zunahme der Feldstärke über die obere Bereichsgrenze bleibt ohne Einfluß auf organisohe Prozesse.' - Die Frequenz der Magnetfeldschwankungen besitzt eine wesentliche Bedeutung. Die Intensitätsschwachen kurzperiodischen Schwankungen des geomagnetischen Feldes, die sogenannten Pulsationen im ULF-Bereich und die magnetischen Feldschwankungen im ELF-Bereich steuern offenbar viele der beobachteten Biorhythmen. - Plötzliche intensive Änderungen des geomagnetischen Feldes» wie sie während eines geomagnetischen Sturmes auftreten beeinflussen wichtige Lebensfunktionen.

Es wird immer wieder darauf hingewiesen daß Herzinfarkte während starker geomagnetischer Störungen häufiger auftreten. Ein anderer Aspekt wird aber als besonders wichtig angesehen. Wir hatten davon gesprochen, daß die von Lebewesen selbst erzeugten Magnetfelder im allgemeinen kleiner als das natürliche geomagnetische Feld sind. Bei bestimmten Organen» und das gilt besonders für das Herz kann das Magnetfeld durchaus die Größehordnungen des geomagnetischen Feldes erreichen. Durch induktive Wirkungen des äußeren Magnetfeldes kann das biomagnetische Feld verändert werden. Eine engere Zusammenarbeit zwischen Biomagnetik und Magnetobiologie wäre sicher von großem Nutzen. Dabei wird an eine gleichzeitige Registrierung biomagnetischer und geomagnetischer Felder gedacht. Schließlich die Tatsache, daß Bakterien und wahrscheinlich auch andere Mikroorganismen einen magnetischen Dipol besitzen, der mit dem eigenen Bewegungsapparat gekoppelt ist, wird als recht bedeutungsvoll angesehen- Welche Wirkungen könnten aus einer Bewegungsbeeinflussung schädlicher Mikroorganismen durch ein Magnetfeld für ein Lebewesen folgen? Es muß davon ausgegangen werden, daß letztlich alle Wirkungen von Magnetfeldern auf Mikroorganismen auch Wirkungen im Makroorganismus zur Folge haben# Deshalb sind wir überzeugt# daß die Zukunft noch viele interessante Erscheinungen der Abhängigkeit biologischer Prozesse vom magnetischen Feld aufdecken wird* Dabei muß es aber immer um eine exakte wissenschaftliche Arbeit bei der Gewinnung neuer Erkenntnisse sehen,...

VI. Mitarbeit. des Geomagnetikers an der magnetobiologischen Forschung Die Frage nach der Mitarbeit des Geomagnetikers an der magnetobiologischen Forschung ist so zu stellen: Welche Möglichkeiten einer aktiven Mitarbeit bieten sich dem Geomagnetiker über die Funktion eines einfachen Datenlieferanten hinaus an? Bevor diese Frage beantwortet werden soll, Ist es notwendig, die mir als lohnend zu untersuchenden Fragestellungen darzulegen. 1.) Es scheint mir die wesentliche Frage dieser Forschungsrichtung überhaupt zu sein, 'ob das erdmagnetische Feld ein zum Leben. unbedingt notwendiger Umweltfaktor ist oder nicht. In zweiter Konsequenz würde sich daran die Frage anschliessen, ob das erdmagnetische Feld auch maßgeblich bei dem Selbstorganisationsprozeß der lebenden Zelle aus dem toten Makromolekül beteiligt war.

- 2.) Eine sehr wichtige Frage die meiner Meinung nach bisher noch nicht genügend Beachtung gefunden hat, ist die nach der Änderung biomagnetischer Felder durch die Änderungen des stärkeren erdmagnetischen Feldes. Sind eventuell auftretende elektrische Induktionsströme von Bedeutung?
- 3.) Die Frage nach der Orientierungsfähigkeit von Lebewesen im Magnetfeld bleibt weiter sehr aktuell. Vieles gilt bisher als ungeklärt. Bei den Vögeln ist es die Frage nach dem Einsatz einer magnetischen Kompaß- oder magnetischen Kartenorientierung und bei den Fischen diejenige nach der Vorrangigkeit der Orientierung im elektrischen oder magnetischen Feld
- 4.) Notwendig scheint es mir auch zu sein, die Zusammenhänge zwischen Pflanzenwachstum unter dem Einfluß des Magnetfeldes, insbesondere demjenigen des erdmagnetischen Feldes zu untersuchen.
- 5.) Nicht zuletzt ist es die Frage der Abhängigkeit gewisser Biorhythmen von den Schwankungen des erdmagnetischen Feldes, die schon deshalb eine aktuelle Forschungsaufgabe in der Zukunft bleiben muß weil die bisher gefundenen Ergebnisse vielfach nicht als gesichert angesehen werden können.
- 6.) Ziemlich verworren ist gegenwärtig der Zusammenhang zwischen menschlicher Gesundheit und Magnetfeld. Obwohl es unzweifelhaft ist daß ein Einfluß besteht, ist vieles bisher ungeklärt. Die Aktualität dieser Untersuchungen bleibt aber aus verständlichen Gründen besonders hoch. Das gilt bis hin zur Magnetfeldtherapie viele Vorbeugemaßnahmen wäre eine einwandfreie Prognose verschiedener Aktivitätszustände des erdmagnetischen Feldes besonders wertvoll. Leider existiert diese in zufriedenstellender Form heute noch nicht. Mediziner und Biologen werden auch in Zukunft Versuche an lebender Materie und an Lebewesen ohne die Mitwirkung des Geomagnetikers durchführen. Sofern es sich um Untersuchungen zur Wirkung des erdmagnetischen Feldes handelt» benutzen sie dabei Datenreihen erdmagnetischer Observatorien. Doch verwenden sie diese immer sinnvoll?

Ich hatte schon daraufhingewiesen, daß möglicherweise die Beobachtungen gewisser Lebensfunktionen durchaus in einem anderen (künstlichen) als dem erdmagnetischen Feld stattgefunden haben können.

Hier, so meine ich, sollte eine engere Zusammenarbeit zwischen Medizinern und Biologen einerseits und Geomagnetikern andererseits angestrebt werden. Es ist ein Irrtum der Mediziner und Biologen zu glauben, sie könnten geomagnetobiologische Forschung an den Geomagnetikern völlig vorbei durchführen. Die in Punkt 2 gestellte Frage fordert geradezu eine Zusammenarbeit von Bio- und Geomagnetismus.

Doch was können wir selbst aktiv tun? Ich sehe dazu zwei Möglichkeiten. Die eine besteht darin, daß wir selbst Korrelationsuntersuchungen zwischen medizinischen oder biologischen und erd-, magnetischen Datenreihen durchführen. Dabei wird es natürlich nicht genügen, nur Datenreihen erdmagnetischer Aktivitätsindizes zu verweilen, sondern es muß vor allem auf Datenreihen kurzperiodischer Schwankungen des Erdmagnetfeldes, der Pulsationen, zurückgegriffen werden. Aber auch Untersuchungen zu einzelnen Störungserscheinungen sollten eine Rolle spielen. Die Durchführung eigener Korrelationsuntersuchungen ist aus Gründen einer objektiven Urteilsfindung unbedingt erforderlich. Natürlich sind wir auch dabei auf die Mitarbeit des Mediziners oder Biologen angewiesen.

Zum anderen besitzen wir am Observatorium Niemeck die ausgezeichnete Möglichkeit, unsere großen Spulensysteme zur Erzeugung weitgehend magnetfeldfreier Räume einzusetzen. Dies erlaubt uns vielleicht einen Beitrag zur Beantwortung der unter 1. formulierten Grundsatzfrage der Magnetobiologie zu leisten. Selbstverständlich sind wir nicht in der Lage, eigene Tierversuche in diesen Räumen durchzuführen, aber im gewissen Maße Versuche zum Wachstum von Pflanzen, die sollten für uns im Rahmen des Möglichen liegen. Da der Bau von magnetfeldabgeschirmten Räumen eine finanziell besonders aufwendige Angelegenheit ist, stellt die Erzeugung von magnetfeldfreien Räumen am Observatorium Niemeck eine gute Alternative dar. Fragestellungen im Zusammenhang mit der Grundsatzfrage zu bearbeiten, sollte daher versucht werden, Biologen dafür zu gewinnen, entsprechende Experimente in diesen magnetfeldfreien Räumen durchzuführen.

Außerstande sehe ich mich, irgendwelche Experimente vorzuschlagen, die einen Beitrag zu Punkt 6 liefern könnten. Das liegt daran, daß mir kein medizinischer Parameter bekannt ist (außer Temperatur und Blutdruck), der sich einfach von einem Nichtmediziner bestimmen ließe. Hier können Anregungen nur von den Medizinern selbst kommen. Abschließend muß gesagt werden, daß die Mitarbeit eines Geomagnetikers an den jungen Forschungsrichtungen "Biomagnetik" und "Magnetobiologie" als sehr begrenzt eingeschätzt wird. Ich hoffe, daß dies durch diese Studie deutlich geworden ist. Das "Für und Wider" einer zukünftigen Mitarbeit an diesen Forschungskomplexen sollte bei kommenden Entscheidungen entsprechend abgewogen werden.

Dieser Text wurde von einem mit einer Schreibmaschine geschriebenen Sammler von Blättern über eine OCR-Texterkennung in einen Wordtext umgewandelt.

Literatur

Achkasovag Yn.N.; Vladimirskii B.H.: "Effect of low frequency electromagnetic fields on microbiological objects" in: Adaptation of Organism to Physical Factors NII Eksperim i. Klino Med.9 Vilnius (1969)9 250

Achkasovag Yn.N.; Vladimirskii, B.M.: "Reaction of microorganisms to a magnetic field with micropulsations of the po2-type" In: Effect of Natural and Weak Artificial Magnetic Fields on Biological Objects. Belgorod (1973), 127

Achkasovag Yn.N.; Vladimirskii, B.M.; Smirnovi A.I." "Effect of magnetic field with pulsed frequency on microorganisms" in: Reaction of Biological Systems to Weak Magnetic Fields Moscow (1971)9 97

Afoninag V.Y.; Chernyaev V.B.; Yarovenko, S.A.: "Effect of shielding from electromagnetic fields on life span of Drosophila" in: Effect of Natural and Weak Artificial Magnetic Fields on Biological Objects. Belgorod (1973), 83.

Andrus La; Wich Ja: "Magnetotropism: a new plant growth response" Nature 183 (1960)9 132

d'Arsonval NA.: "Dispositif pour la mesure des courants alternatifs à toutes fréquences" C.R. See. Brot. (Paris), 3t (1896)9 451

Baker E.R.: "Equal orientation by blindfolded humans after long distance displacement: Possible involvement of a magnetic sense" Science 210,2 (1980)9 533

Baker ER "Human navigation and the sixth sense" Redner und Stoughton London (1981)

Barnwell F.H. and Drohne F.A. "Response of plaurians and endete. In: Biological Effects of Magnetic Fields (OF- Barnothyp ed.) New York: Plenum Press (1964)9 263

Becken R.O.: "Relationship of geomagnetic environment to human biology" N.Y. Stars Ja Med 639 (1963).p 2215

Becken Gut "Ruheinstellung nach der Himmelsrichtungen eine Magnetfeldorientierung bei Termiten" Naturwissenschaften 50., (1963a)9 453

Becken R.O.: "Magnetfeldorientierung von Tusteten" Naturwissenschaften 509 (1963b)9 664

- Beokart Ges "Reaktion von Insekten auf Magnetfelder elektrische Felder und Atmosphärisches. Z. ang. Entomologie 54., (1964) 2-73
- Beckens O Specks Um: "Untersuchungen über die Magnetfeld-Orientierung von Tieren." Z. vergl. Physiol. 49, (1964) p 301
- Beckens Gas., "Magnetfeld-Einfluß auf die Gallerlebensrichtung bei Termiten" Naturwissenschaften 58, (1971) 9-60
- Beckens G.: "Einfluß des Magnetfeldes auf das Richtungsverhalten von Goldfischen" Naturwissenschaften 61 (1974) 201-220
- Becker G.: "Reaction of termites to weak alternating magnetic fields" Naturwissenschaften 63 (1976) 201
- Beckens, G.; Gerisch P.: "Sonnenaktivitätsbedingte Geomagnetfeld-Einflüsse als Umweltfaktor von biologischer Bedeutung" Naturwissenschaftliche Rundschau 33, (1980) 9-323
- Beischer, D.E.; Cowart O.S.: "Growth of Staphylococcus aureus in a null magnetic field environment" Bureau of Medicine and Surgery 14R 003.08.01-0031B- Naval Aerospace Medical Institute (1970)
- Bennett G.B.; Rugueny J.A.: "Geomagnetic effects on circadian differences in reaction times in earthworms." Z. vergl. Physiol. 63, (1969) 9-440
- Blakemore R.P.: "Magnetotaxis in bacteria" Annu. Rev. Microbiol. 36 (1982) 217
- Blakemore R.P.; Frankel R.B.: "Magnetic Navigation in bacteria" Science 219 (1981) 158
- Blakemore R.P.; Franke R.; Reiss J.; Nalms J., A.J.: "South-seeking magnetotaxis in the southern bacterium" Nature 286, (1981) 1384
- Brown F.A.: "Organism responsiveness to weak magnetic fields" Proc. 3rd Intern. Biomagnetic Symp., Univ. of Illinois, Chicago (1966) 9
- Brown F.A. Jr.: "Effects and after-effects on planarians of reversal of the horizontal magnetic vector" Nature 209 (1966) 533
- Bambas D.E.: "Starch-biomagnetics" Space Life Sci 19 (1968) 23
- Cremer-Bartele, G.; Krause K.; Mitoski O.; Brodersen D.: "Magnetic field of the earth as additional Zeitgeber for endogenous rhythms?" Naturwissenschaften 71, (1984) 567

- Dubrovic A-P: "The effects of natural magnetic and electrical fields on biological rhythms in: Abstracts of the International Congress of Anatomists Leningrad (1970), 197
- Dubrovic A., Pt "Biological effects of an electric field in." Physicomathematical and Biological Problems of Effect of Electric, Magnetic Fields and Ionization of Air, Volle Sauna Moscow (1975) 9 147
- Dubrovic, A.Po: "The geomagnetic field and life, Geomagnetobiology" New-York/London Plenum Press (1978)
- Clochard J.; Marek G. "Magnetic-field Induced skin-temperature changes, of animals originate from modified air convection" Naturwissenschaften 74p (1987) 9 39
- Emlens Satt. "Migratory orientation in the Indigo Bunting» *Passerina cyanea*. Part I. The evidence for use of celestial cues" *AUS-* 849 (1967) 1 309
- Frankel R-Bo; Blakemore Rar.: "Navigational compass in magnetic bacteria" *Journal of Magnetism and Materials*, 1.9-182 (1980) 3, 1562
- Frankel R.; Blakemore TYP.; Torres de Aranjó, F.F.; Eguivel D*MS*; Kanone Je** "Magnetotaxis in *Halobacterium salinarum* at the geomagnetic equator" *Science* 212x (1981), e 345
- Prisch X.: *Navigation and Orientation of Bees* Berlin/Heidelberg-New York: Springer (1965)
- Genkovi A-D.; Cvetkovag A.; Atmadzov P-3 "Effect of the constant magnetic field upon the development of *Er. vaginalls*" *Folia mag. Plovdiv* 169 (1974) 9 95
- Gorceynskaj Es; Viegrynowi'ozp Rar., "Magnetic field provokes the increase of Prostacyclin in Aorta of Rats" *Naturwissenschaften* II# (1986) 9 675
- Gould J.; Abtes X.P.: "Human homing: An elusive phenomenon" *Science* 2129 (1981) 1 1061
- Halpern MIT.; Ton Dyke J.H.: "Very low magnetic fields: Biological effects and their implication for space exploration" *Aerospace Med-* 379 (1966) 1, ~81
- Mopses Voll.; Lohmann ei-; Markl Es; Zieglert Nu-. *Biophysik* Springer-Verlag (1982)
- Panschen, Ast "Wo ist das Leben entstanden?" *Sputnik 2*, (1987) t 156

- Kectoux W.T.: "Magnetio interfere with pigeon herein&" Proo. Nazi. Acad. Sei USA 68e (1971) 102
- Kirschvink, Ja.: "South-seeking magnetio baeteriau Journ. Exp. Biol.9 86p (1980)9 345
- Könige In.: "Unsichtbare Umwelt München (1977)
- Xbeslerg F.: "Umweltbiophysik» Eine Einführung" Akademie-Verlag Berlin (1984)\$ 248
- Krylov, A.V.: "Magnatotropism In plants" Izv. Akad. Nauk SSSR# Ser. Brot-, Na. 29 (1961)9 221
- Krirlovp A.V., Tarakanovag DA.: "Alat;netotropism in plants und ite Naturen' Fiziol. Rast- 7, (1960)s 191
- Kursevich# N-V-; Training M.P.4. "Effoot of weak magnetio fields an radiole groNyth und respiration rate of t'Valtitski'i~' barley seedlings) in*" Effeot of Natural and Weak Artigiolal le',agnetie Milde an Biological Objekte, Belgorod (1973)9 104
- Leuchte T.: "Fffeote of weak magnetio fields an background adaptation in xenopu laevis" Naturwissenschaften 749 (1987).e 192
- andauere M-; Martin 11.:1 "Die Schwereorlentierung der Bienen unter dem EI7nfluß des Erdmagnetfeldeau Z- wäret- Physiol. 60# (1968)9 2,19
- Hörer, G-; v-Sohloklus\$ 14-; Mayerg A.; Dranafeldg Kg: "Orientierten of nuoleic deine In high magnetie freies" Phys. Heu. Letten 359 (1975)9 397
- Martin X.;Lindauerg 14.: "Orientierung,im Magnetisiert FortschrZool. 219 IM 211
- Martint-H-; 1,indauert
- Middendorf\$ A.T.: "Die Isepipetsen Ausklangs Grundlagen zur Erforschung der Zugzeiten und Zugriohtungen der Vögel Russlands" (1853), allem. Acad. Sei. St*Peterabourgg Per- VI9 89 1
- Moore, Fell*: "Geomagnetic disturbances and the orlentation of , nocturnally mißratene bares" Science 14, (1977), 682
- Moorej R.L.s "Biological effeete of magnetio fields.- studies with microorganisms" Can. J. Mierobiol. 2,5\$ (1979)9 1145
- Morgunovp J.J.: "Periodicity of ocourrence of renal colio in patiente and endemicity of renal ealeulus" Urologiya i Nevrologlyag 39 (1972)t 3

Otto W.; Hempel W.L.; C.-U. Desti, ii..b II Eiiiige periodi.
sohe und aperiodische Variationen der TierzinfarWLsterblich

krit in der DDU" Zeitschrift für die gesamte innere Medizin
und ihre Grenzgebiete 372 (1982) 7506

Papias; Piorey L.; riascius v. i ueiivenu-Lii, s..a 1:c)ifaction and homing in pigeons;" *Monit Zool.* 11-v-l- 69
(1972)g, -85

Papit, "The olfactory navigation system of the homing pigeon".
Verh. Msch.- Ges. 699 (1976) 184

Parkult.b, L.V., "An investigation of the ESR of infectious patients in a space partially shielded from the
geomagnetic field in: Materials of the 2nd All-Union Conf. Effects of Magnetic Fields on Biological Objects,
Moscow (1969) 180

Petracchig G.; Checcucci, A.* Gambini, O.; Falcone) O.: "Studies on bacterial growth and Effects of physical
perturbations on bacterial growth" *G. Microbiol.* 159 (1967) 189

Protopopov V-V.; Stakanov, V.1); "Some physiological changes in germinating seeds and seedlings of trees
due to electromagnetic environmental factors" In: 3rd Ural Conf. Physiology and Ecology of Woody Plants.
Ufa (1970) 24

Puma, A. e. leRicerche sperimentali sui campi magnetici in biologia *Riv. Biol.* 54 (4) (1952) 541

Reues, R.; Semm P.: "Effects of an earth-strength magnetic field on pineal melatonin synthesis in pigeons"
Naturwissenschaften. 749 (1987) 338

Ryvking B-A.; Xyvkina, O. F.Z.; Iobrinap B-j-; Parfihovag N*A*; Ilinag L-i-; Kostyuklcinag X.A.* kel-p bl.I.;
Shurpachy P*1-; Babenkog A.N.: "Question of solar-terrestrial correlation in the clinical treatment of
cardiovascular disease" *Solnechnye Dannye* 841 (1967)

Sauert F,*G.F. Die Sternorientierung nächtlich ziehender Grasmücken *Sylvia atricapilla* S- borin ii. S-
curricall *Z. Tierpsychol.* 149 (1937) 29

Schaarschmidt B-: "Wirkung von Magnetfeldern auf Retikulum" *Naturwissenschaftliche Rundschau* 30,
(1977) 365

Schneiderg F.: "Beeinflussung der Aktivität des Mäuses durch Veränderung der gegenseitigen Lage
magnetischer und elektrischer Felder" *Mitt. Schweiz. Entomol. Ges.* 339 (1961) 223

Schneidert, F. t "Orientierung und Aktivität des Maikäfers unter dem Einfluß richtungsvariabler künstlicher elektrischer und weiterer ultraoptischer Bezugssysteme" Mitt. Schweiz. Entomol. Ges. 369 (1963a) 1

Schneider, F.: "Ultraoptische Orientierung des Maikäfers - (*Leptothorax vulgaris* F.) in künstlichen elektrischen und magnetischen Feldern" *Ergebn. Biol.* 263 (1963b) 9 147

Schreibers X.: "An unusual tropism of feeder roots in sugar beets and its possible effect on fertilizer response" *Can. J. Plant Sci.* 38 (1958) 9 124

Schreibers B., Rossig O.* "Relation between magnetic storms due to solar flares and pigeon homing performances" *IEEE Transactions on Magnetism* Vol. Mag. 149 (1978) 9 961

Semyking V.A.; Golubeva, M.A. "Daily biorhythm of optical activity of plants shielded from and exposed to the local magnetic field" *Proc. 3rd All-Union Symp. Effect of Magnetic Fields on Biological Objects* Kaliningrad State University Kaliningrad (1973) 9 183

Sig (Abkürzung) "Bienen orientieren sich im Magnetfeld" *Naturwissenschaftliche Rundschau* 32 (1979) 9 416

Soanov, A.V., Golubeva, B.A.; Semkin V.Ya.- Melnikov A.V.: "Observations on some biological processes in shielded spaces" *Legislation Assessment of Magnetic Fields. (Proc. Symp. May 20-22 1972)* AN SSSR Moscow (1972), 144

Sosunov A.V.; Parkulaby L.V. "Clinical-laboratory significance of study of ESR in infectious patients in a partially shielded space in: Effect of Natural and Weak Artificial Magnetic Fields on Living Organisms in Belgorod", (1973) 9 75

Tompkins P.; Birdy C. "The secret life of plants" Harper and Row New York (1973)

Travkin M.F.; Antipova N.M.: "Effect of red acid magnetic field on development and fecundity of *Drosophila melanogaster*" in: Effect of Natural and Weak Artificial Magnetic Fields on Biological Objects Delgorodg (1973) 9 82

Vargha A.: "Proteinsynthese bei Mikroorganismen unter Einwirkung von äußeren elektromagnetischen Feldern" *Fortschritte der experimentellen und theoretischen Biophysik* 20 (1976) 1

- Vladimirskilp B-M.; Achkasovag Yn-N.; Monastyrakikhg LÄVI-t "Distarbance of earth's electromagnetio field and the problem of heliobiologioal relationsp in: The Sun., Bleotricityp and Life. Izd. MGUe blocowg (1972)9 54
- Waleott, C.z "Iiasnetie orientation in homing pigeons" IEEB,Transaotions on lilagneties, Vol- Ihag. 169 (1980)9 1008
- Waloott, C-; Green.. R-0. 00rientation of h-oming pigeons altered by a ochange in the direction'of an applied magnetie field" Science 1849 (1974)9 180
- Walkert bl.M.; Biltermanng bi.B.: Attempte to train Soldflah to reaponnd to magnetie field stimuli" Naturwissenschaften 739 (1986)9 12
- Warnkei U.: OHellung mit Hilfe magnetischer Energie" Umschau 809 (1980)9 283
- Williamsone S-J-; Romani" G--L-; Kaufmann, L.,; Modenag J.t "Bic>magnetismp An Interdisciplinary Approachll NATO ASI Seriesq Series A. Life Science.99 66.4 (19,93)9 5
- Wiltspfhkop R-; Wiltchkog, 1,7.t 11.Pigeon homing olfactory experimete with inexperienced birds" Naturwissenschaften 749 (1987)j, 94
- Yeagley, H.L.: "A preliminary study of a physical basis of bird navigation" J. Appl. Phys. 189 (1947)9 103.5
- Yorkei, B.Dt "Sensitivity of pigeons to small magnetio field variations"q J. theor. Biol. 89" (1981)q 533
- Zimmermannng J-B-; Thiemeg F.- Hardingg J.T.: "Design and operation of stable rf-blased supereconducting point-oontaot quaatum devioesq and a note on the propexties of perfectly olean metal contacis"# J. Appl-Physiol. 419 (1970)9 1572

Lehrbücher und Monographien

Dubrov A.P. uThe geomagnetie field and lifeg-Geomagn'etobiology"
New-Yor-kg London, Plenum Prese (1978)

Hoppeg Vie; Lohmann, W-; Markl, 11.* Zieglerg 11..o "Biophysik" Springer-Verlag, (1982)

Kirschvinkg J-L-; Joneal, D-S-; Mac Faddeng B.J.: "Magnetite Blomineralization and Magnetoreception: A
New Blomagnetiam" Plenum Pressy New York (1985)

König, 11.: "Unsichtbare Umwelt», München (1977)

Maretl, 0*; Kiepenheuer, J-; Boooarag N.: "Biophysical effeete of. steady magnetio fieldsu Berling
Heidelberg, New York» SpringerVerlag 1986

Papig F.; Wallrafft H.G.o. l'Avian Navigation" Springer-Verlag (198'2)

Philipst R-D-; Gillis, M-F-; Kauneg W-T-; Mählum, D-Det '.Biological effeots of extremely low frequenoy
electromagnetie fields" NTIS Repts No- CONF-781016s Springfieldx Va (1979)

Polki Ch-; Postow, Et "Kandbook of Biologioal Effeote of Eleb tromagnetie Fieldsu
(1986)

Schmidt-Koenigg X-; Keeton, W.T.: nAnimal Migration Navigation I and Rominglly Springer-Verlag,
Basel (1978)

Tenfordy T.S.8 "tJagnetio field effects on biological systems" Pienum PreGe, New York (1979)

Williamsong S-J-; Romani, 0.-L6; Kaufmann, L-; Modenag J.i "Bio magnetismt an interdieciplinary
approachllg NATO ASI Seriesl, Serie A. Life Scienees Vol-, 66, (1983)

		Richtung des Kopfendes und das Geschlecht des Lings	
Untersuchungsobjekt		Zahl der untersuchten Lebewesen-	nach magnetisch Nord männlich weiblich
er Drosophila	2600		44.7
	1173	73.5	.5
	19000	52.5	26
	79	71.5	47.5
	324	81	2-OB
e n s c			

Tabelle 2 S -

der des nd der Cz

yos ruyogenese im geo

%
magnetischen Feld auf das (angegeben in .1) nach

der Entstehung (nach Dubrov 1978)

bb 1. Langevinfunktion als Funktion des Verhältnisses von magnetischer und thermischer Energie. Der Pfeil zeigt

die Orientierung der magnetischen Bakterie mit einem berechneten Moment- von $1-3 \cdot 10^{12}$ emu / Zelle im geo- Feld und der umgebenden Temperatur, (noch Frankel u. Blakemore 1980)

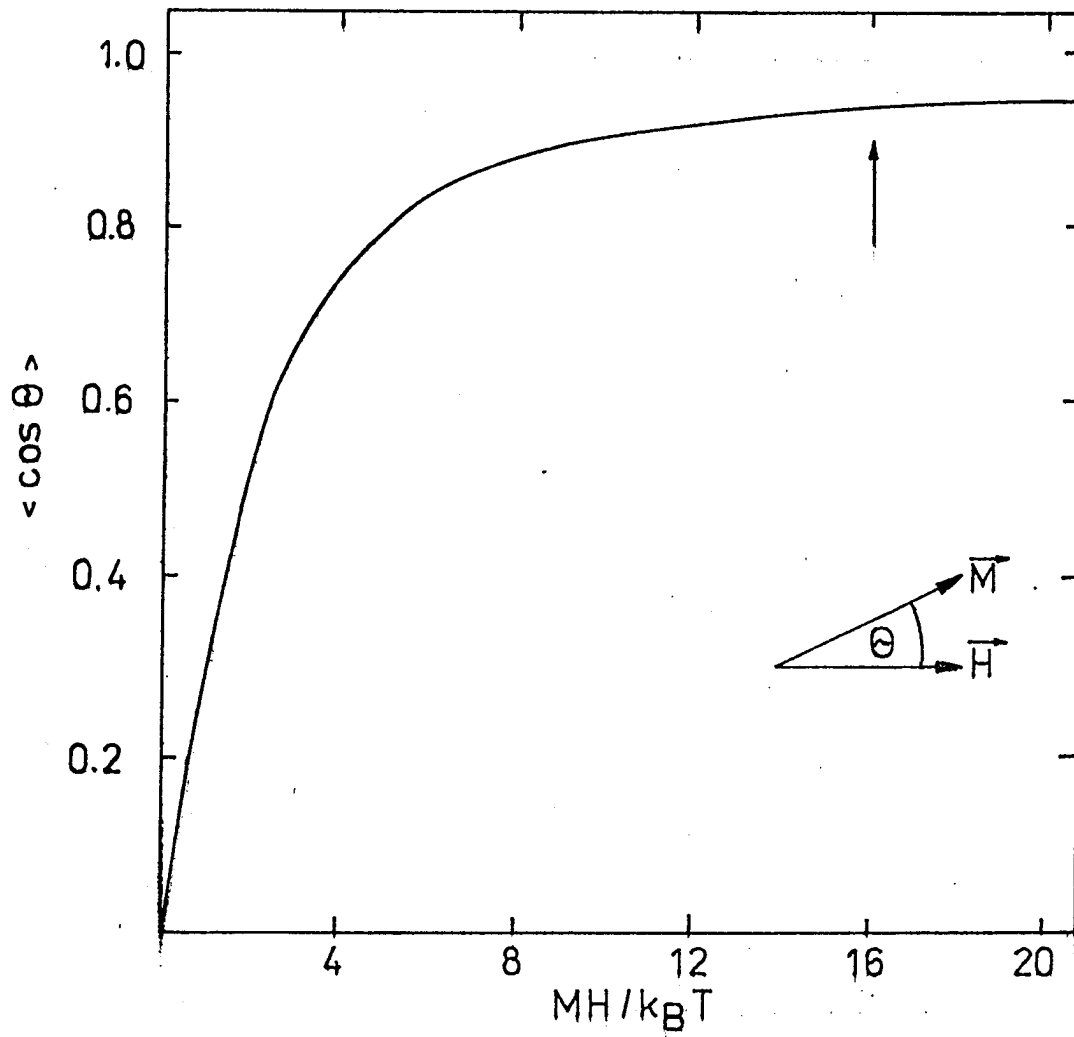


Abb. 2 Schematische Darstellung von magnetotaktischen Bakterien, die in der Lage sind entweder die magnetische Nord- oder Südrichtung zu finden. Der Pfeil in der Bakterie repräsentiert das magnetische Dipolmoment (nach Polk u. Postow 1986)

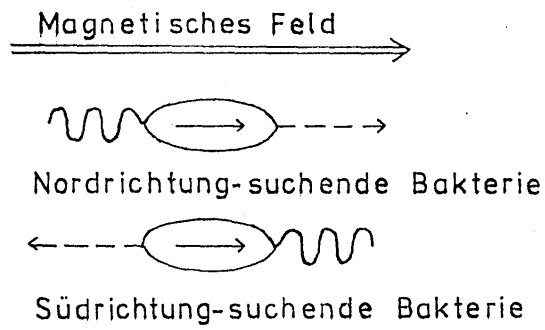
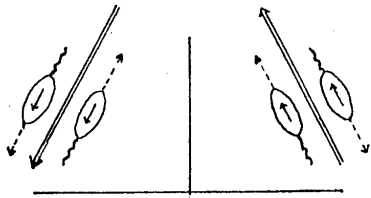


Abb. 3 Schwimmrichtung der Nord- und Südrichtung suchenden Bakterie entlang der geneigten geomagnetischen Feldlinie in jeder Hemisphäre. Der Pfeil in der Bakterie repräsentiert das magnetische Dipolmoment. (noch Polk u. Postow 1986)

Nordhemisphäre Südhemisphäre



Abb, 4 Einfluß des statischen Magnetfeldes von 5000A/cm auf die Röntgensensibilität von Hefezelten. U: Überlebende 1 : Inaktivierung R : Reaktivierung (-). Kontrollkultur (+):Kultur aufgewachsen im Magnetfeld (nach Schaarschmidt 1977)

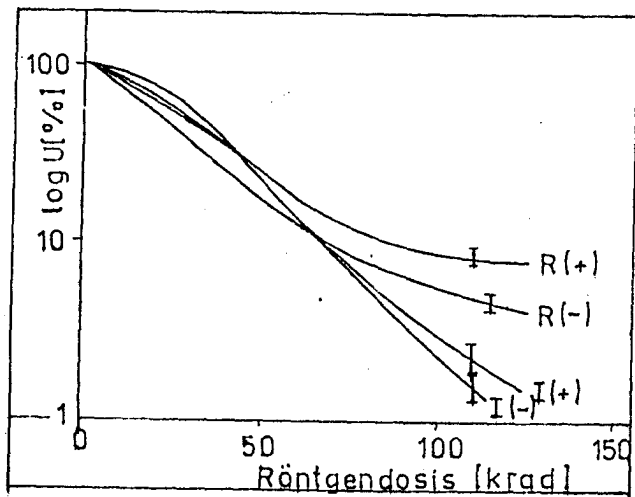


Abb. 5 Koloniebildende Zentren von Bakterienkulturen, die in pulsierenden Magnetfeldern verschiedener Stärke bis zu einem stationären Zustand wachsen verglichen mit unbehandelten Kontrollkulturen ren. Die Frequenz des Magnetfeldes betrug 0,3Hz. (nach Moore 1979)

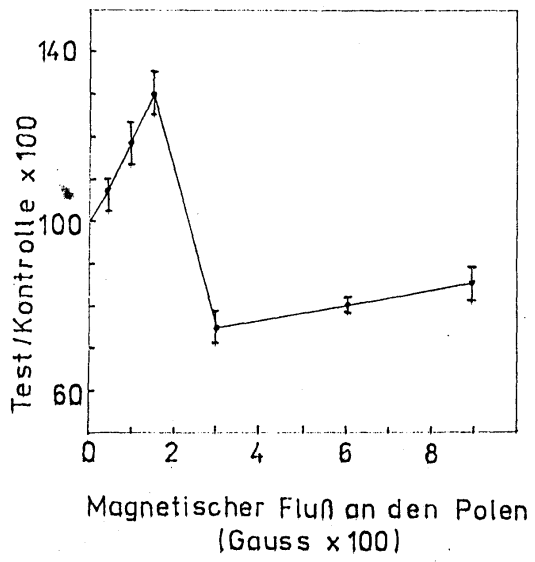


Abb. 6 Die erste Messung des magnetischen Feldes
des Herzens mit dem SQUID-Magnetometer.
Dieses MCG wurde in einem magnetfeldabge-
schirmten Raum im Dezember 1969 in den
USA aufgenommen.
(noch Williamson u.a.1983)

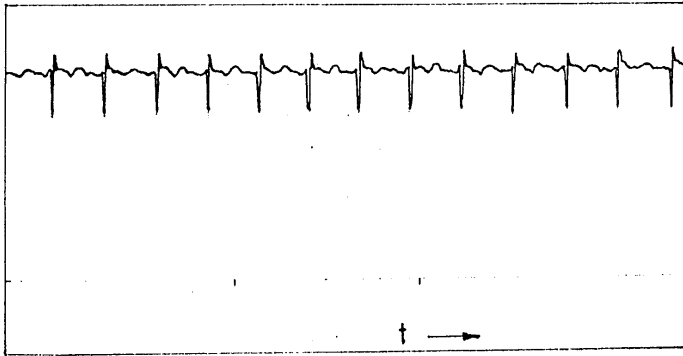


Abb. 7 Die erste Messung des magnetischen Feldes des Gehirns, registriert in einem magnetfeldabgeschirmten Raum. Das Signal zeigt den Alpharhythmus auf einer Bandbreite von 7-12Hz (noch Williamson u.a.1983)

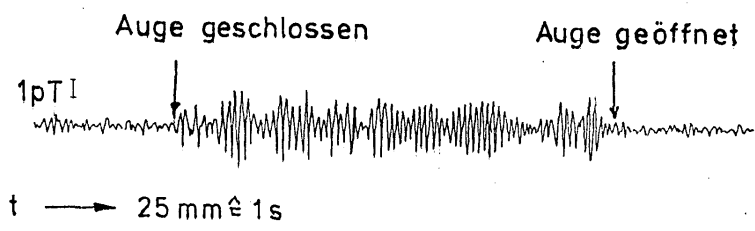
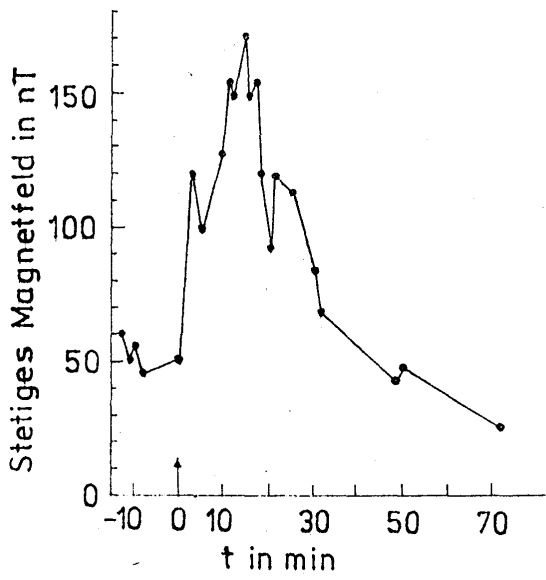


Abb.8 Typische Kurve der Änderung des DC-Magnetfeldes des Bauches, I gemessen am Menschen nach dem Trinken von kaltem Wasser. Der Pfeil (0-Zeit) representiert den Zeitpunkt des Wassertrinkens. (nach Williamson u.a.1983)



-A-b b -79 Einfluss eines Magnetfeldes auf das Orientierungsverhalten geschulter Brieftauben bei der Suche des Heimflugweges.
 in a c h K e e ton 1971 u. Walcott u. G r e e n 1974

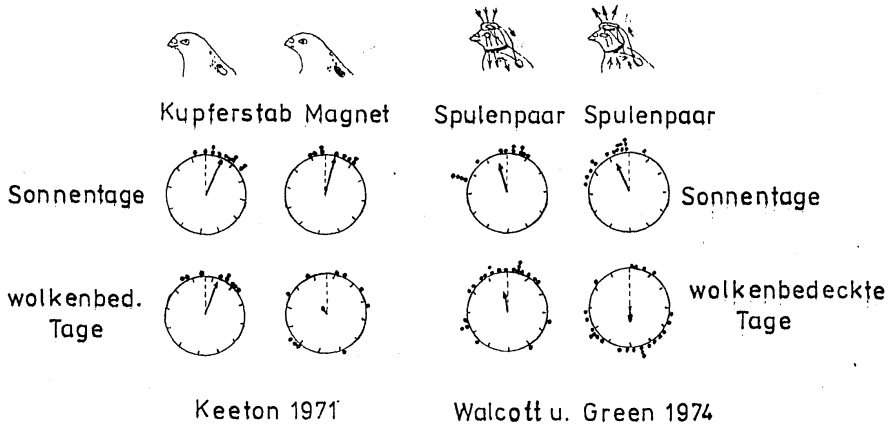


Abb.11 Effekt der Kompensation des geomagnetischen Feldes auf die Genauigkeit der durch den Schwänzeltanz der Bienen bestimmten Richtung. Abweichung 'der bestimmten Richtung von der gesuchten in Abhängigkeit vom Tanzwinkel. Oben. Im geomagnetischen Feld Unten- Bei kompensiertem geomagnetischem Feld (nach Lindauer u.Martin 1968)

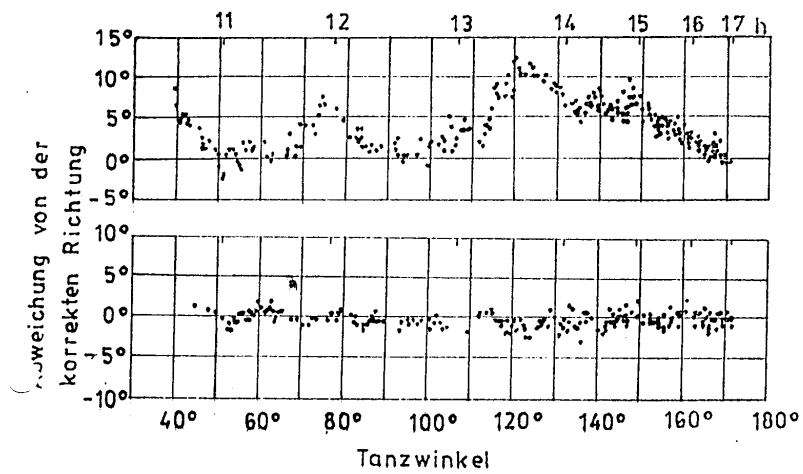
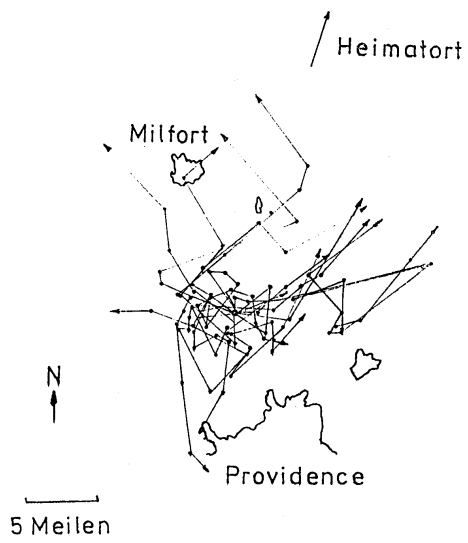


Abb.10 Fluglinienwege von 17 Vögeln, die ihren Heimflug im Gebiet der magnetischen Anomalie von Iron Mine Hill in der Nähe von Woonsocket angetreten haben. Der Heimflug begann genau in dem kleinen Kreis in der Mitte der Abb.



Ab b. 12 Synchrones Auftreten von Krisen, verursacht durch Bluthochdruck bei Menschen, die in verschiedenen Städten wohnen, beobachtet 1963.

- 1. A[ma -Ato
 - 2. Stavropol,
 - 3. Moskau
 - 4. Leningrad.
- (nach Ryvkin u.a.1967)

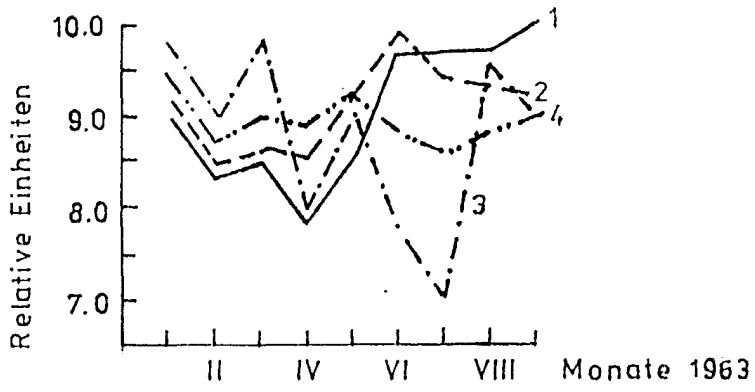


Abb. 13 Zirkadischer Rhythmus des Glykogengehaltes der Leber weiblicher Ratten (1)
 U - nd die tagesperiodischen Änderungen des geomagnetischen Feldes für unterschied-
 liche Elemente zu verschiedenen Zeiten 1963 (2)
 (noch Dubrov 1970)

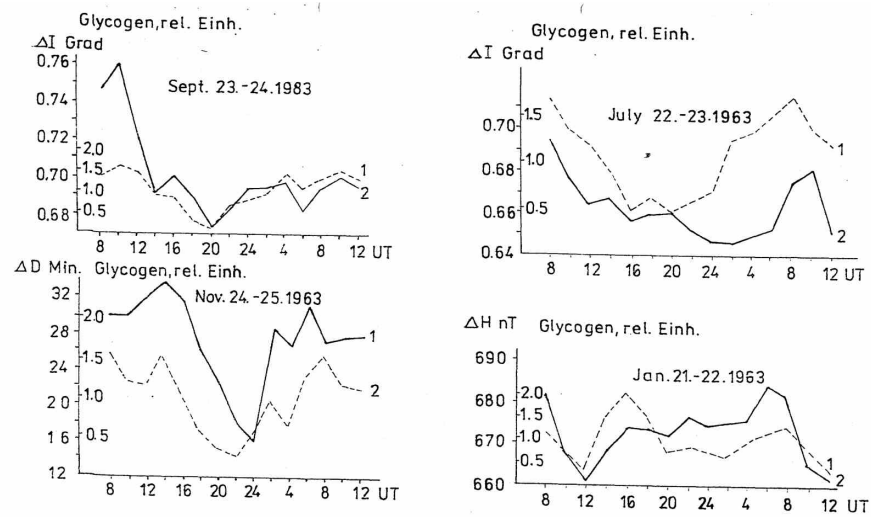


Abb. 14 Dynamik des myocardialen Infarktes und Variation geophysikalischer Faktoren. Die Abb. zeigt die Anzahl der Herzinfarkte (1) und die Variation der Amplitude der Pc3-Pulsationen (2), der Temperatur (3), des atmosphärischen Druckes (4) und die magnetische Aktivität noch (greek ZEichen Summe) Kp (5) in Moskau im August 1972. (nach Dubrov 1975)

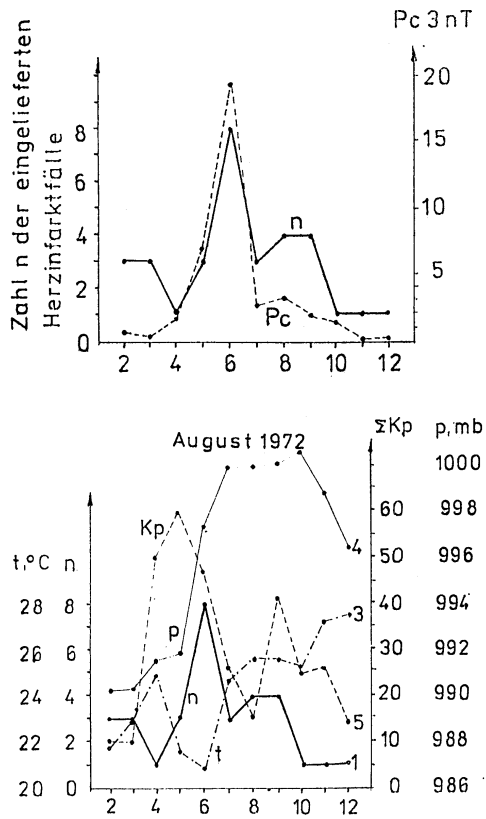
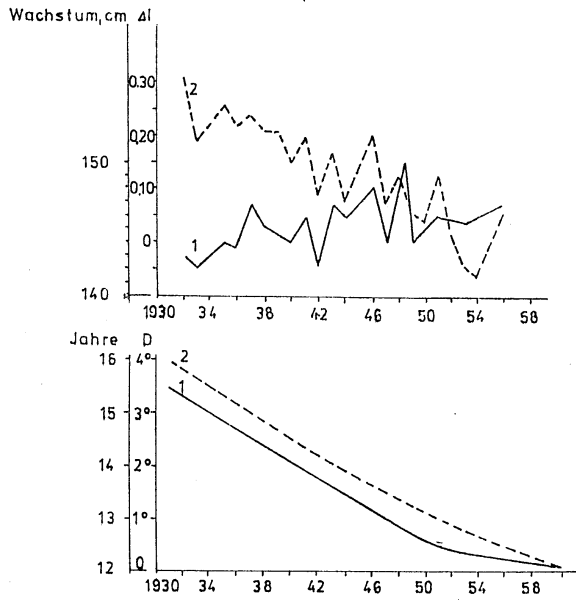


Abb.15 Oben: Wachstumsveränderung 12 bis 13 jähriger Jungen in Schweden (Kurve 1) in Ab- vom Inklinationsgradienten des geomagnetischen Feldes (Kurve 2)

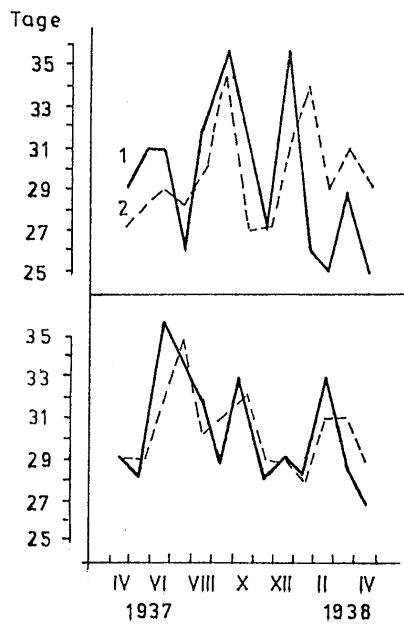
Unten: Abnahme des Alters von Mädchen beim Einsatz der ersten Regel (Kurve 1) und Ab-, nahme der Deklination des geomagnetischen Feldes (Kurve 2)

(noch Dubrov 1971)



Abb,16 Zusammenh ng zwischen der Dauer
der Menstruationsperiode (Kurve 2)
und dem geomagnetischen K-Index (Kurve 1)

Oben für Maximumtyp
Unten für Minimumtyp (nach Birzele 1966)



Einflüsse auf Einflüsse auf Testobjekt	1 Polk lt. Postow Zellen und Gewebe- durch zeitlich veränderliche Felder Bedingungen der Feldeinwirkung Resultate	
Linus	50 Hz 20 mT 6. 5 Stunden einmalige Einwirkung oder 6, 5 Stunden täglich für 15 Tage	Ansteigende Widerstandsfähigkeit Infektion durch die Bakterien "Listeria"
Zellorganellen (mitochondria) des Gehirns des Guineaferkels	60 Hz 10 mT, Einwirkung 10 110 Minuten	Kein Effekt auf die Atmung feststellbar (oxidative phosphorylation)
Informationsüber- tragungsverbin- dungstellen	60 Hz 5 - 10 mT Einwirkung 30 Minuten	Abnahme des Aufnahmevermögens der spe- ziellen Übertragungssubstanz "Norepine- 0 C, aber nicht bei 10 , 25 phrin" bei oder 37 C,
(Synaptosome) im Rattengehirn Ratte	0.5 Hz 0.05 - 0.30 oder 0.3 1.5 mT, rotierendes Feld, Ein- wirkung während der vollen Schwangerschaft speride	Zunahme des Gewichts der Schilddrüse und der Hoden für ein Alter von 105 - 130 Tage , keine Veränderung des Thymusdrüsen- und Nebennierengewichts relativ züi Kon- trollobjekten
Affe	45 Hz 0.1 mT, Einwirkung 22.5 Stunden	Zunahme des Serums "Triglycerid" (Neutral- fett), keine anderen Effekte auf die Blut- zellen oder die Serumchemie
Guineaferkel	15 und 45 Hz 0,82 - 0.93 mT Einwirkung 5 - 0 Mal täglich 2 Stunden	Keine Veränderung der Blutzellzählungen oder der Serumchemie (eingeschlossen die Triglyceriden)
Ratte	50 Hz 20 mT, 6.5 Stunden ein- malige Einwirkung oder 6.5 Stun- den täglich 24 Tage	Pathomorphologische Veränderungen in Hoden, Nieren, Leber, Lunge, Nervenfasern, Augen, Kapillargefäß und Lymphsystem
Maus	50 Hz 20 mT Einwirkung 1 - 7 T a e	Zunahme des Nebennieren 11-lihydroxycorti- costeroids
Ratte	115 Hz 0.1 mT Einwirkung 24 Stunden	Keine Änderung des Leberneutralfettes "Triglycerid"
Nervenzellenge- schwulst (Neuro- plastoma) der Maus	50 Hz 20 mT, Einwirkung 24 Stunden	Zunahme der LDH-Aktivität und Änderung in der Verteilung der Herz- und Skelett muskeln
Maus Di,ustkrebe	60 Hz, 1.2 mT, Einwirkung 13 Tage	Abnahme der Tumorwachstumsrate
Schimmelpilz	60 Hz, 0.16 T, Einwirkung 1 Stunde täglich für 1 - 4 Tage	Kein Effekt auf Tumorwachstumsrate
Ratte	75 Hz, 0.2 mT, Einwirkung 400 Tage	Verlängerter nuklearer Teilungszyklus und Atmungsrate (Abnahme des 0 2- Aufnahme- vermögens)
	50 Hz, 9.4 und 40 mT, Einwirkung 5 Stunden täglich für 15 Tage	Veränderter Gehirnstoffwechsel bei höherer Feldintensität, eingeschlossen Abnahme der Atmungsrate, des Gehalts an Glycogen an Kreatinphosphor und Glutaminen und Zunahme

Ratte	50 Hz, 20 mT, Einwirkung 24 Stunden 50 Hz, 20 mT, Einwirkung 1- 24 Stunden	des DNA-Gehaltes Mobilisierung des Adrenalins (Nebennierenrindenhormon) Pathomorphologische Änderungen im Gehirn
Maus	60 Hz, 0.11 T, Einwirkung 23 .Stunden täglich für 7 Tage	Abnahme des Körpergewichtes und Zunahme des Wasserverbrauchs 1 S, Hämatologie, Histologie der Organe und die Fortpflanzung wurden nicht beeinflusst.
Bakterie	16.66 und 50 Hz, 0 - 2.0 mT, Einwirkung 10 - 12 Stunden 60 und 600 Hz, 2 mg, Einwirkung 17 bis 64 Stunden	Abnahme der Wachstumsrate Abnahme der Wachstumsrate und Zellauflösung

Tabelle 1 (Fortsetzung)

Hühnerembryo	10 100 und 1000 Hz, 0.12, 1.2 und 12 T, Einwirkung 2 Tage lang, 0.5 ms Rechteckimpulse'	Morphologische Abnormitäten im Nervengewebe, im Herzen, in den Blutgefäßen und in den Embryonalsegmenten
Ratte	50 Hz 20, 40 und 70 mT, Einwirkung Stunden täglich für 5 Tage oder 211 Stunden kontinuierlich	Pathomorphologische Veränderungen im Gehirngewebe
Mensch	50 Hz, 5 mT, -Einwirkung 4 Stunden	Keine Änderungen in ECG, EEG, Hormonen, Blutzellzählungen oder Blutchemie
Maus knochenbildende Kulturen	Einzelne bi-gerichtete Impulse bei 72 Hz oder 4 kHz-Bursts bi-gerichteter Impulse mit 15 Hz, Wiederholungsrate, 2 mT Spitzenintensität, Einwirkung 3 Tage	Reduzierte zyklische AMP (Adenosinmonophosphat)-Produktion als Antwort auf Para-Schilddrüsenhormone
Mensch Lymphozyten	1, 3, 5 und 200 Hz, 2, 3 bis 6.5 mT quadratische Wellenimpulse, Einwirkung 3 Tage	Hemmung der Lectininduzierten Zellgenetik durch 3 und 50 Hz-Felder
Speicheldrüse von Zweiflüglern	15 und 72 Hz-Impulse, Einwirkung 5 - 90 Minuten	Zunahme der RNA-Aufnahme
Kaninchen Bauchspeicheldrüse	4 kHz-Bursts bi-gerichteter Impulse mit einer 15 Hz-Wiederholungsrate, 2 mT '.)pitzoi-i-Iritensi-bä-L, Einwirkung 18 Stunden	Abnahme des Ca Gehaltes und Abfluß, Reduzierte Insulinabgabe während der Glukose-Stimulation
Drosophileneier	0.5 ms Quadratwellenimpulse bei 100 Hz oder 50 Hz, 1.41 mT sinusoidales Feld, Einwirkung 2 Tags	Abnahme der Lebensfähigkeit der Eier
Hühnerembryos	0,5 ms bi-gerichtete Impulse bei 100 Hz (4 verschiedene Wellenformen) 0.4 bis 104 µT Spitzenintensität, Einwirkung 2 Tage	Erbänderungen im Nervensystem und im Zirkulationssystem
Hühnerschienbeinkultur	1 Hz 15 - 60 mT quadratische ' ,`allen-impulse, Einwirkung 7 Tage	Abnahme der kollagenen und nichtkollagenen Proteinsynthese, Keine Veränderung in der Glycosaminoglycan- lind DNA-Synthese
Menschliche Faserkultur	15 Hz - 4 kHz 2.3 - 560 T, Einwirkung 18 - 96 Stunden	Verstärkte DNA-Synthese

Referenzen:

Heliobiologie

"Geophysical Research Letters", 1994, v. 21.

"Geophysical Research Letters". vol. 21, 1994.

"Global Change Newsletter", 1994, N 19.

"New Scientist", 1995, vol. 145, N 1962.

"Popular Science", N 4, 1995.

"Science News", 1994.146.13.

Biryukov, A.S., Grigoryan, S.R., Garkusha, V.I. et al. *Low frequency radiation sources. Their action upon Earth radiation belts. (a survey)* - Moscow: VINITI # 5204-88, 1988. - 1236.

Churyumov, K.I.. *Once more about comet's collision with Jupiter.*- *Zemlya i Vselennaya (Earth and Universe)* - 1994, No.1. - p. 83-85.

Claude, H., Schenborn, F., Stethbrecht, W., *New evidence for ozone depletion in the upper stratosphere* // *Geophys. Res. Lett.* - 1994. - 21, N 22. - p. 2409-2412.

Crocker, N.U., *Geoeffective space storms: Abstr. Spring Meet.* Baltimore, Md, May 23-28, 1994 // *EDS.* - 1994. - 75, N 16, Suppl. - p. 312-313.

Dmitriev, A.N., Belyaev, G.K., *Technogeneus causes of total ozone content decrease.* (*USSR Ac.Sci. Siberian Branch Institute of Geology and Geophysics preprint No. 15*) Novosibirsk, 1991.

Dmitriev, A.N., *Correcting dfunction of heliocentered unusual atmospheric phenomena./* *Izvestiya Vis'shih Uch.Zaved., Physics, Tomsk, v.35, 1992, N 3, p. 105-110.*

Dmitriev, A.N., Dyatlov, V.L., *A model of non-homogeneous physical vacuum and natural self-luminous formations.* / *IICA Transactions Novosibirsk, 1996, v.3 - p. 65-76.*

Dmitriev, A.N., *Earth responses to high-energy processes in Jovian system* // *Novosibirsk, IICA Transactions, vol. 1, 1994. - p. 16-21.*

Dmitriev, A.N., *Mahatmas and the Science of new quality of Solar System.* Tomsk. Human Sciences Institute, "Natural Sciences" series, 1995.

Dmitriev, A.N., Pohlkov, Yu.P., Protasyevic', E.T., Skavinskii, V.P., *Plasma generation in energy active zones./* / *USSR Ac.Sci. Siberian Branch Institute of Geology and Geophysics-Novosibirsk, 1992.*

Dmitriev, A.N., *Technogeneus impact upon Geospace (the problems of global ecology).* - Novosibirsk, Novosibirsk State University, 1993. - p. 68.

Dmitriev, A.N., *Tecnogeneus challenge to the planet Earth.* / *Vestnik Vys'shei Shkoly, 1989, N 7. - p. 38-44.*

Dolginov, Sh.Sh., *Magnetic fields of Uranus and Neptune : a look from the Earth.* // *Geomagnetism and aeronomy.* 33, N 2, 1993. 1-22.

Drobzhev, V.I., Kazakov, V.V. , Chepurchenko, L.V., *Foundations of external helio- and geo- physical control of seismicity./* *Vestnik of Kazakh SSR Acad. of Sci. , No. 3, - 1988. - p. 12-18.*

Eng.Phys.Institute - 1995 - N 021 - 95. - p.1-24.

Environment monitoring and problems of solar-terrestrial physics. / *Theses of international symposium June 18-21 1996 - Tomsk, Tomsk Univ., Sib.Phys.-Tech.Inst. , 1996.*

Fedorova, N.V., *The research of long-wave large-scale anomalies above northern Eurasia* / *Doklady RAN, 1996, vol 347, N 5, p. 681-684.*

Fortov, V.E., Gnedin, Yu.I., Ivanov, A.V., Ivlev, A.V., Klumov, B.A. *The collision of Shoemaker-Levy comet with Jupiter* / *Sov.Phys.Uspehi, v. 166, N 4, - 1996. - p. 391-422.*

Haynes, P.L., Balogh, A., Doucherty, H.K., et al. *Null fields in the outer Jovian magnetosphere: Ulysses observations* // *Geophys. Res. Zett.* - 1994, - 21, N 6. - p. 405-408.

- Ishkov, V.N., *22-th cycle of Solar Activity : main characteristics and evolution / Astronomy calendar for 1993* . - Moscow:1992, p.215-229.
- Ishkov, V.N., *Solar activity in 1991-1992 . (22-th cycle) Astronomy calendar for 1994* . - Moscow:1993, p. 190-197.
- Ivanov, K.G., *The Earth magnetosphere/Electromagnetic and plasma processes from Sun to Earth core* . - Moscow: Nauka publishers,1989. - p. 62-75.
- Karol', M.L. , Klyatina, L.P., Romashkina, K.I., Shalaminskii, A.M., *Extremely low ozone content above Russia in 1995 winter* . // *Meteorology and hydrology*, N 6, - 1995. - p. 115-116.
- Kazimirovsky, E.S., Kokourov, V.D., *Meteorology effects in ionosphere(a survey) // Geomagnetism and aeronomy*. 1995,.35, N 3. - . 3-23.
- Kondratyev, K.Ya., *Global change and Demography dynamics*.*Rus.Acad.Sc.Vestnik*, 1996, v. 66, N 4. - p. 364-375.
- Kondratyev, K.Ya., *Modern stage of research of global change: US program //Investigation of Earth from space* N 2, 1995. - p. 98-105.
- Kopytenko, A.Yu., Pochtarev, V.I., *On dynamics of Earth magnetic poles./Geomagnetism and aeronomy..* v. 32, 1992, N 5 - p. 201-202.
- Kosygin, Yu.A., *The highway of synthesis. / Pacific Geology*, 1995, v. 14, N 6. - p. 8-15.
- Kovalevskii, I.V., *Some aspects of Solar-Terrestrial interactions energetics/ Interplanetary Environment and Earth Magnetosphere* - Moscow: Nauka publishers, 1982. - p. 25-63.
- Kruzhevskii, B.M.,Petrov, V.M, Shestopalov, I P. *On radiation conditions forecasting in interstellar space. / Kosmicheskiye Issledovaniya (Space research)*, v. 31, no. 6, - 1993. - p. 89-103.
- Kurt, V. G., *Interstellar medium and it's interaction with stars. Zemlya i Vselennaya (Earth and Universe)*, 1994,N5, p.3-10. (in Russian).
- Kuznetsov, V.V., *The position of North magnetic pole in 1994 (forecast and detection) /Doklady RAN*, 1996, vol 348, No.3, p.397-399.
- Milanovsky, E.E., *On phase correlation of geomagnetic field inversions frequencing, World ocean level decrease and Earth crust folding deformations strengthening phases in Mesozoic and Cainozoic. / Geotectonics*, 1996, N 1. - p. 3-11.
- Mogilevsky, E.I., *Sun coronal holes energy and recurrent geomagnetic distributions . // Geomagnetism and aeronomy*. 1995,. 35, N 6. - 11-19.
- Natek, K., *The necessity of future politicians learning global relations between natural processes and antropogeneous activity. // Global Changes and Geogr.: IGU Conf. Moscow. Aug. 14-18, 1995: Abstr. - Moscow, 1995, - 251.*
- Nesmenovich, E.I., *Resonance's in Solar System // Space physics problems*. Kiev, 1984, N 19. - p. 84-93.
- Netreba, S.N., *On relation of short-periodic thermodynamic pulsation's of atmosphere boundary layer with Solar X-Ray emission.// Meteorology and hydrology*, N 4, - 1996. - p. 95-101.
- New Scientist, 1994. 144. 18.
- New Scientist, 1995, vol. 145, N 1967.
- New Scientist, 1995, vol. 147, N 1993.
- New Scientist, 1995. 146. 18.

New Scientist. 1995.- 147. 11.

Non-periodic transient phenomena in environment: II interdisciplinary workshop transactions-Tomsk, Tomsk Polytech.Inst.,1990.

Parker, E., *Space magnetic fields (their formation and manifestations)*. 2-, 1982, 469'.

preliminary Report and Forecast of Solar-Geophysical Date / Space Environment Services Center, Boulder, Colorado USA: 1992, N 2.

Rodionov, B.U., *Possible geophysics manifestations of magnetic monopoles*. Preprint of Moscow

Ryskunov, A.L., *The comparison of large scale characteristics of geophysic fields.*/ USSR Acad.Sci. Doklady, v. 267, N 6, 1982. - p. 1336-1340.

Science News, 1955. vol. 148, N 21.

Science News, 1994. 144. 334.

Science News. vol. 146. N 334, 1994.

Science News. vol. 148. N 25, 1995.

Shestopalov, I.P., Bengin, V.V., Kolesov, G.Ya. et al.. *SCR Flashes and large-scale structures in interplanetary environment. A forecast of proton Solar events.* / Space Research. v. 30. - Moscow: Nauka publishers., publ#6, 1992. p.816-825.

Solar cycles and Solar output: Abstr. AGU Fol Meet. San Francisco Calif. Dec. 7-11, 1992 / McIntosh P.S. // EOS. - 1992 - 73, N 43. Suppl. - p. 436.

Space flight. - 1992, v. 34, N 3, p. 75.

Space Rays physics: the research continues in SNG. Russian Acad.Sci. Vestnik, v. 63, N 7, 1993. - p. 650-654.

Sumaruk, Yu.P., Sumaruk, P.V., *Secular variations of geomagnetic field in middle latitudes and their relation to geomagnetic and solar activity.* / Geophysics Journal N 6, 1995, - v. 17. - p. 59-62.

Sytinsky, A.D., *On geoeffectivity of Solar wind streams*.USSR Acad.Sci. Doklady, 1988, v. 298, N 6. - p. 1355-1357.

The Van-Halen radiation belts - two newly observed populations: Abstr. Spring Meet. Baltimore. Md. May 23-28, 1994 / Blake J.R. // EOS. - 1994. -75. N 16.

Tsirs, G.P., Loginov, G.A., *The characteristics of weekly moves of geomagnetic oscillations* 1985, v. 25, N 2. - p. 153-154.

Vasil'yeva, G.Ya., Kuznetsov, D.A., Shpitalnaya, A.A., *On the question of galactic factors' influence upon Solar activity.* "Solar Data", 1972, , N9, p. 99- 106 (in Russian).

Vozhkov, R.D., Fioletov, V.E., Kadygrova, T.V. et al. *Ozone decrease estimate for Eurasia in 1973-1993 on a base of filter ozonometer registrations correlated data.* // Meteorology and hydrology, N 9, - 1995. - p.30-40.

Wemberg, P.O., Hanisco, T.F., Stimpf, R.M., Japson, L.B., Anderson, J.G., *In situ measurements of andin the upper troposphere and stratosphere* // J. Atmos. Sci. - 1995, - 52, N 19. - p. 1413-1420.

Wilson, N., *Global temperatures approach record values* // J. Meteorol. - 1995. - 20, N 200. - p. 194-196.

Wireless File, 24,3. - 1995.

Zakoldaev, Yu.A., Shpitalnaya, A.A., Efimov, A.A., *Cyclic pattern and evolution of geology processes as a consequence of Sun's circulation in anisotropy interstellar*

space. // *New ideas in interaction of sciences on Earth and Universe (Internat. conference transactions)*. Sanct-Peterburg., 1996. - p. 23-24.

Zanetti, J., Potoma, A., Anderson, B. J. et set. *Correlation's of satellite observed auroral currents induced in a power generating system: Abstr. AGU West. Pacif. Geophys. Meet., Hong-Kong, July 25-29, 1994.*

Zhidkov, M.P., Lihacheva, N.A., *Anomalous field influence upon placement and growth of cities. / Russian Acad. Sci. Izvestiya, geography series. N 1, 1996. - p. 71-84.*

Sferics(Felder) und Gesundheit

(LOW-FREQUENCY MAGNETIC FIELDS ON ELECTROCORTICAL ACTIVITY IN HUMANS)

Anton-Tay, F., Diaz, J. L. & Fernandez-Guardiola, A. *On the effects of melatonin upon human brain, Life Sciences, 10, 841-850. 1971*

Betz, H. D., Schandry, R., Leopold, Ch., Oettinger, W. P., Berg, H., Kulzer, R. & Tritschler, J. *Sensitivity of humans to low-frequency magnetic fields. Unpublished manuscript, LudwigMaximilians-University, Munich, Department of Physics. 1996*

Blackman, C. F., Benane, S. G., Rabinowitz, J. R., House, D. E. & Joines, W. T., *A role for the magnetic field in the radiation-induced efflux of calcium ions from brain tissue in vitro, Bioelectromagnetics, 6, 327-338. 1985*

Caccia, M. R. & Castelpietra, R. *Electroencephalogram synchronisation induced by electro significant correlations between 8 and 12 kHz atmospheric and sudden deafness, Zeitschrift für Naturforschung, 42, 999-1000. 1985*

Dorno, C. *Ein kleiner Beitrag zum Kapitel "Physiologische Wirkungen der Luftelektrizität", Strahlentherapie, 42, 87-95. 1934*

Eysenck, H. J. *The Eysenck Personality Inventory. London: University of London Press. 1964*

Fahrenberg, J. *Die Freiburger Beschwerdeliste, Zeitschrift für Klinische Psychologie, 4, 79-100. 1975*

Faust, V. *Zur Symptomatik der Wetterfühligkeit, Münchener Medizinische Wochenschrift, 115,441-445. 1973, German Edition by Eggert, D. Göttingen: Verlag für Psychologie, Hogrefe. 1974*

Harlfinger, O. *Wetterbedingte Einflüsse auf die Schmerzempfindung, Fortschritte in der Medizin, 109, 32, 647-650. 1991*

Jacobi, E., Richter, O. & Kruskemper, G. *Simulated VLF-fields as a risk factor of thrombosis, International Journal of Biometeorology, 25, 133-142. 1981*

Jasper, H. *Report of the committee on methods of clinical examination in EEG, Electroencephalography und Clinical Neurophysiology, 10, 370-375. 1958*

Laaber, M. *Einfluß verschiedener Umweltparameter auf das Aufmerksamkeits-Konzentrationsverhalten von Schulkindern unter besonderer Beachtung der Spherics. Doctoral dissertation, University of Vienna. 1987*

Liboff, A. R. *Cyclotron resonance in membrane transport. In: Chiabrera, C., Nicolini, C. & Schwan, H. P. (eds.). Interactions between electromagnetic fields and cells. (Plenum Press, New York). 1985*

Ludwig, H. W. *Wirkung einer nächtlichen Abschirmung der elektrischen Feldstärke bei Rheumatikern, Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie, 21, 305-311. 1973*

Lyskov, E., Juutilainen, J., Jousmaki, V., Hänninen, O., Medvedev, S. & Partanen, J. *Influence of short-term exposure of magnetic field on the bioelectric processes of the brain and performance*, International Journal of Psychophysiology, 14, 227-231. 1993

Lyskov, E., Juutilainen, J., Jousmaki, V., Partanen, J., Medvedev, S. & Hänninen, O. *Effects of 45 Hz fields on the functional state of the human brain*, Bioelectromagnetics, 14, 87-95. 1993

Marktl, W. *Wetter und physiologische Parameter*. In: Machalek, A. & Stacher, A. *Wetterfühligkeit und Wetterempfindlichkeit*. (Facultas, Wien). 1993

Pelz, J. & Swantes, H. J. *Statistische Untersuchungen über das Auftreten von Stumpf- und Phantomschmerzen, sowie ihre mögliche Abhängigkeit von luftelektrischen Erscheinungen*, Kleinheubacher Berichte, 29, 367-375. 1986

Ranscht-Froemsdorff, W. R. & Rinck, O. *Elektroklimatische Erscheinungen des Föhns. Korrelationen von Blutgerinnung und simulierten Sferics-Programmen*, Zeitschrift angewandte Bäder- und Klimaheilkunde, 19, 169-176. 1972

Reiter, R. *Meteorobiologie und Elektrizität der Atmosphäre*. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig. 1960

Ruhenstroth-Bauer, G., Baumer, H., Burkel, E. M., Sönning, W. & Filipiak, B. *Myocardial infarction and the weather: A significant positive correlation between the onset of heart infarct and 28 kHz atmospherics-a pilot study*, Clinical Cardiology, 8, 149-151. 1985

Ruhenstroth-Bauer, G., Baumer, H., Kugler, J., Spatz, R., Sönning, W. & Filipiak, B. *Epilepsy and weather: a significant correlation between the onset of epileptic seizures and specific atmospherics-a pilot study*, International Journal of Biometeorology, 28, 333-340. 1984

Ruhenstroth-Bauer, G., Mees, K., Sandhagen, R. & Filipiak, B. *Demonstration of statistically 1987*

Sandyk, R. & Derpapas, K. *The effects of external pico Tesla range magnetic fields on the EEG in parkinson's disease*, International Journal of Neuroscience, 70, 85-96. 1993

Schienle, A., Stark, R., Kulzer, R., Klöpffer, R. & Vaitl, D. *Atmospheric electromagnetism: individual differences in brain electrical response to simulated sferics*, International Journal of Psychophysiology, 21, 177-188.

Magnetic low frequency field administration in normal humans (preliminary observations), Bioelectrochemistry and Bioenergetics, 14, 215-218. 1996

Semm, P. *Pineal function in mammals and birds is altered by earth-strength magnetic fields*. In: M. C. Moore-Ede, S. S. Campbell & R. J. Reiter (eds.). *Electromagnetic fields and circadian rhythmicity (53-62)*. (Birkhäuser, Boston). 1992

Sulman, F. G. *Migraine and headache due to weather and allied causes and its specific treatment*, Uppsala Journal of Medical Sciences. Supplement, 31, 41-44. 1980

Tusch, W. S., Zenner, S., Ruhenstroth-Bauer, G. & Weinmann, H. M. *Spektralanalytische Untersuchungen über den Einfluß der atmosphärischen Impulsstrahlung (Atmospherics) auf das menschliche EEG*, EEG-Symposium Obergurgl im Februar 1994.

von Klitzing, L. *Low frequency pulsed electromagnetic fields influence EEG of man*, Physica Medica, 2, 77-80. 1995

Geobiologie

Baevsky, R.M., Petrov, V.M., Comelissen, G., Halberg, F., Orth-Gomer, K., Akerstedt, T., Otsuka, K., Breus, T., Siegelova, J., Dusek, J., Fiser, B., *Meta-analyzed heart*

rate variability, exposure to geomagnetic storms, and the risk of ischemic heart disease. *Scripta medica* 70: 199-204, 1997.

Breus, T., Comelissen, G., Halberg, F., Levitin, A.E., *Temporal associations of life with solar and geophysical activity*. *Annales Geophysicae* 13: 1211-1222, 1995.

Brown, F.A., Jr: *Response to pervasive geophysical factors and the biological Glock problem*. *Cold Spr. Harb. Symp. quant. Biol.* 25: 57-72, 1960.

Cech, T.R., *The efficiency and versatility of catalytic RNA: implications for an RNA world*. *Gene* 135: 33-36, 1993.

Chizhevsky, A.L., *Les epidemies et les perturbations electromagnetiques du milieu exterieur*. Editions Hippocrate, Paris, 1938, 239 pp.

Comelissen, G., Halberg, F., Wendt, H.W., Bingham, C., Sothem, R.B., Haus, E., Kleitman, E., Kleitman, N., Revilla, M.A., Revilla, M. Jr, Breus, T.K., Pimenov, K., Grigoriev, A.E., Mitish, M.D., Yatsyk, G.V., Syutkina, E.V., *Resonance of about-weekly human heart rate rhythm with solar activity change*. *Biologis (Bratislava)* 51: 749-756, 1996.

Feigin, V.L., Nikitin, Yu.P, Vinogradova, T.E., *Solar and geomagnetic activities: are there associations with strake occurrence?* *Cerebrovasc. Dis.* 7: 345-348, 1997.

Grafe, A. *Einige charakterische Besonderheiten des geomagnetischen Sonneneruptionseffektes*. *Geofisica Pura e Applicata* 40: 172-179, 1958.

Mendoza, B., Diaz-Sandoval, R., *A preliminary study of the relationship between solar activity and myocardial infarctions in Mexico City*. In preparation. Minnesota/Medtronic Chronobiology Seminar Series, #II, December 1991, 21 pp. of text, 70 figures.

Otsuka, K., Comelissen, G., Breus, T., Chibisov, S.M., Baevsky, R., Halberg, F., *Altered chronorne of heart rate variability during span of high magnetic activity*. Abstract 10, *Neinvazivni metody v kardiovaskulamim vyzkumu*, 6th International Fair of Medical Technology and Pharmacy, MEFA Congress, Bmo, Czech Republic, November 3-4, 1998.

Randall, W., Randall, S., *The solar wind and hallucinations< a possible relation due to magnetic disturbances*. *Bioelectromagnetics* 12: 67-70, 1991.

Roederer, J.G., *Are magnetic storms hazardous to your health?* *Eos, Transactions, American Geophysical Union* 76: 441, 444-445, 1995.

Vemova, Ye.S., Pochtarev, V.I., Ptitsyna, N.G., Tyasto, M.I., *Short-period variations in the rate of change of solar activity as a geosensitive parameter*. *Geomagnetism and Aeronomy* 23: 425-427, 1983.

Villoresi, G., Breus, T.K., Lucci, N., Dorman, L.I., Rapoport, S.I., *The inpuence of **geophysical and social effects** on the incidences of clinically important pathologies (Moscow 1979-1981)*. *Physica Medica* 10: 79-91, 1994.

Villoresi, G., Kopytenko, Y.A., Ptitsyna, N.G., Tyasto, M.I., Kopytenko, E.A., Lucci, N., Voronov, P.M., *The inpuence of geomagnetic storms and man-made magnetic field disturbances on the incidence of myocardial infarction in St. Petersburg (Russia)*. *Physica Medica* 10: 107-117, 1994.

Vladimirskii, B.M., Narmanskii, V.Ya., Temuriantz, N.A., *Global rhythmic of the solar system in the terrestrial habitat*. *Biophysics* 40: 731-736, 1995.

EM-Felder und Psyche

Abelin, T., 1999: "Sleep disruption and melatonin reduction from exposure to a shortwave radio signal in Switzerland". Seminar at Environment Canterbury, New Zealand. August 1999.

Adey, W.R., 1980: "Frequency and power windowing in tissue interactions with weak electromagnetic fields". Proc IEEE 68(1), 119-125.

Adey, W.R., 1981: "Tissue interactions with nonionizing electromagnetic fields". Physiol Rev 61(2): 435-514.

Adey, W.R., 1990: "Joint actions of environmental nonionizing electromagnetic fields and chemical pollution in cancer promotion". Environ Health Perspectives 86: 297-305.

Adey, W.R., (1993): "Biological effects of electromagnetic fields". J Cell Biochem 51(4): 410-416.

Akasofu, S.I. and Chapman, S., 1972: "Solar and Terrestrial Physics". Publ. Oxford University Press, London.

Andrade, R., 1998: "Regulation of membrane excitability in the central nervous system by serotonin receptor subtypes". Ann NY Acad Sci 861: 190-203. Babych, V.I., 1995: "The characteristics of tissue lipid peroxidation in the internal organs and the lipid metabolic indices of the blood plasma in a low geomagnetic field". Fiziol Zh 41(5-6):44-49.

Balon, N. and Rao, P.B., 1990: "Dependence of ionospheric response on the local time of sudden commencement and the intensity of geomagnetic storms". J. Atmospheric and Terrestrial Physics, 52(4): 269-275.

Bartsch, H., Bartsch, C., Mecke, D. and Lippert, T.H., 1994: "Seasonality of pineal melatonin production in the rat: possible synchronization by the geomagnetic field". Chronobiol Int 11(1):21-26.

Bawin, S.M., Gavalas-Medici, R and Adey, W.R., 1973: "Effects of modulated very high frequency fields on specific brain rhythms in cats". Brain Res 58: 365-384.

Belov, D.R., Kanunikov, I.E. and Kiselev, B.V., 1998: "Dependence of human EEG synchronization on the geomagnetic activity on the day of experiment". Ross Fiziol Zh Im IM Sechenova, Aug; 84(8): 761-774.

Belrose, J.S., 1968: "AGARD Report 29, 1968, cited in Hargreaves J.K., 1992 "The Solarterrestrial environment", Publ. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.

Breus, T.K., Baevskii, R.M., Nikulina, G.A., Chibisov, S.M., Chernikova, A.G., Pukhlianko, M., Oraevskii, V.N., Halberg, F., Cornelissen, G. and Petrov, V.M., 1998: "Effect of geomagnetic activity on the human body in extreme conditions and correlation with data from laboratory observations". Biofizika 43(5): 811-818.

Burch, J.B., Reif, J.S. and Yost, M.G., 1999b: "Geomagnetic disturbances are associated with reduced nocturnal excretion of melatonin metabolite in humans". Neurosci Lett 266(3):209-212.

Chernoshchekov, K.A., 1989: "A method for studying the effect of the geomagnetic field on the vital activities of microorganisms in the enteric family". Zh Mikrobiol Epidemiol Immunobiol 9: 28-34.

Chibisov, S.M., Breus, T.K., Levitin, A.E. and Drogova, G.M., 1995: "Biological effects of planetary magnetic storms". Biofizika 40(5): 959-968.

Cliwer, E.W., Boriakoff, V. and Bounar, K.H., 1996: "The 22-year cycle of geomagnetic and solar wind activity". J Geophys Res 101(A12): 27091-27109.

- Conesa, J., 1995: "Relationship between isolated sleep paralysis and geomagnetic influences: a case study". *Percept. Mot. Skills*, 80(3 Pt2): 1263-1273.
- Conesa, J., 1997: "Isolated sleep paralysis, vivid dreams and geomagnetic influences: II." *Percept. Mot. Skills*, 85(2): 579-584.
- Cornelissen, G., Halberg, F., Obridko, V.N. and Breus, T.K., 1998: "Quasi-eleven year modulation of global and spectral features of geomagnetic disturbances". *Biofizika* 43(4): 677-680.
- Haigh, J.D., 1996: "The impact of solar variability on climate". *Science* 272: 981-984.
- Hargreaves J.K., 1992 "The Solar-terrestrial environment", Publ. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.
- Kay, R.W., 1994: "Geomagnetic Storms: association with incidence of depression as measured by hospital admission". *Br J Psychiatry* 164(3): 403-409.
- Knox, E.G., Armstrong, E., Lancashire, R., Wall, M. and Hayes, R., 1979: "Heart attacks and geomagnetic activity". *Nature* 281 (18 October 1979): 564-565.
- Nikolaev, Y.S., Rudakov, Y.Y., Mansurov, S.M. and Mansurova, L.G., 1976: "Interplanetary magnetic field sector structure and disturbances of the central nervous system activity". Reprint N 17a, Acad. Sci USSR, 29pp, IZMIRAN, Moscow.
- O'Connor, R.P. and Persinger, M.A., 1997: "Geophysical variables and behavior LXXXII. Strong association between sudden infant death syndrome and increments of global geomagnetic activity - possible support for the melatonin hypothesis". *Percept. Mot. Skills*, 84(2): 395- 402.
- O'Connor, R.P. and Persinger, M.A., 1999: "Geophysical variables and behavior: LXXXV. Sudden infant death, bands of geomagnetic activity, and pcl (0.2-5 Hz) geomagnetic micropulsations". *Percept Mot Skills*, 88(2): 391-397.
- Perry, F.S., Reichmanis, M., Marino, A. and Becker, R.O., 1981: "Environmental power-frequency magnetic fields and suicide". *Health Phys* 41(2): 267-277.
- Persinger, M.A., Richards, P.M. and Koren, S.A., 1994: "Differential ratings of pleasantness following right and left hemispheric application of low energy magnetic fields that stimulate long-term potentiation". *Int J Neurosci* 79(3-4): 191-197.
- Persinger, M.A., 1995: "Sudden unexpected death in epileptics following sudden, intense, increases in geomagnetic activity: prevalence of effect and potential mechanisms". *Int J Biometeorol* 38(4):180-187.
- Persinger, M.A., 1995a: "Geophysical variables and behavior: LXXIX. Overt limbic seizures are associated with concurrent and premidscotophase geomagnetic activity: synchronization by prenocturnal feeding". *Percept Mot Skills* 81(1): 83-93.
- Persinger, M.A. and Richards, P.M., 1995: "Vestibular experiences of humans during brief periods of partial sensory deprivation are enhanced when daily geomagnetic activity exceeds 15- 20 nT". *Neurosci Lett* 194(1-2): 69-72.
- Persinger, M.A., 1997: "Geomagnetic variables and behavior: LXXXVIII. Increased geomagnetic activity and group aggression in chronic limbic epileptic male rats". *Percept Mot Skills* 85(3 Pt 2):1376-1378.
- Persinger, M.A., 1999: "Wars and increased solar-geomagnetic activity: aggression or change in intraspecies dominance?". *Percept Mot Skills* 88(3 Pt 2): 1351-1355.
- Rajaram, M. and Mitra, S., 1981: "Correlation between convulsive seizure and geomagnetic activity". *Neurosci. Lett.*, 24(2): 187-191.
- Rapoport, S.I., Blodypakova, T.D., Malinovskaia, N.K., Oraevskii, V.N., Meshcheriakova, S.A., Breus, T.K. and Sosnovskii, A.M., 1998: "Magnetic storms as a stress factor". *Biofizika* 43(4): 632-639.

Raps, A., Stoupel, E., and Shimshoni, M., 1991: "Solar activity and admissions of psychiatric inpatients, relations and possible implications of seasonality". *Isr. J. Psychiatry Relation. Sci.*, 28(2): 50-59.

Tambiev, A.E., Medvedev, S.D. and Egorova, E.V., 1995: "The effect of geomagnetic disturbances on the functions of attention and memory". [In Russian]. *Aviakosm. Ekolog. Med.*, 29(3): 43-45.

Tunyi, I. And Tesarova, O., 1991: "Suicide and geomagnetic activity". [In Slovak]. *Soud. Lek.*36(1-2): 1-11.

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

Wever, R., 1968: "Einfluss schwacher elektro-magnetischer Felder auf die circadiane Periodik des Menschen". *Naturwissenschaften* 55: 29-32.

Wever, R., 1973: "Human circadian rhythms under the influence of weak electric fields and different aspects of these studies". *Int. J. Biometeorology* 17: 227-232.

Wever, R., 1974: "ELF-effects on Human Circadian Rhythms", pp 101-144 in "ELF and VLF Electromagnetic Field Effects", Ed. M.A. Persinger, Publ. Plenum Press, New York.

Wilson, B.W., Wright, C.W., Morris, J.E., Buschbom, R.L., Brown, D.P., Miller, D.L., Sommers-Flannigan, R. and Anderson, L.E., 1990: "Evidence of an effect of ELF electromagnetic fields on human pineal gland function". *J Pineal Research* 9(4): 259-269.

Geo-Psychologie

Arendt, J., "Melatonin and the Pineal Gland," *Biological Rhythms in Clinical Practice*, J. Arendt, D.S. Minors, and J.M. Waterhouse (eds.) (London: Wright, 1989).

Lavie, P., "Ultrashort Sleep-Waking Schedule, III. 'Gates' and 'Forbidden Zones' for Sleep," *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology* 63:414-425, 1986.

Leathwood, P., "Circadian Rhythms of Plasma Amino Acids, Brain Neurotransmitters and Behavior," *Biological Rhythms in Clinical Practice*, J. Arendt, D.S. Minors, and J.M. Waterhouse (eds.) (London: Wright, 1989).

Rosenthal, N.E., and Wehr, T.A., "Seasonal Affective Disorders," *Psychiatric Annals* 17:670-674, 1987.

Sack, R.L., Lewy, A.J., and Hoban, TM., "Free Running Melatonin Rhythm in Blind People: Phase Shifts With Melatonin and Triazolam Administration," *Temporal Disorder in Human Oscillatory Systems*, L. Rensing, U. an der Heiden, and M.C. Mackey (eds.) (New York, NY: Springer-Verlag, 1987)

Chronwissenschaft und Psychobiologie

Anochin, P. K., *Das funktionelle System als Grundlage der physiologischen Architektur des Verhaltensaktes. Abh. aus dem Gebiet der Hirnforschung und Verhaltensphysiologie.* VEB G. Fischer Verlag, Jena, Bd. 1, S. 56 1967

Barnwell, F. H. *A day-today relationship between oxidative metabolism and world-wide geomagnetic activity.* *Biol. Bull.* 119, S. 303 1960

- Breus, R. K.; F. J. Komarov; M. M. Musin; I. V. Naburow; S. J. Rapoport, *Heliogeographical factors and their influence on cyclical process in biosphäre*. Itogi, Nauki i Technik; Medicinskaya Geografia 18, S. 138-174, 1989
- Breus, R.; G. Cornélissen; F. Halberg; A. E. Levitin, *Temporal associations of life with solar and geophysical activity*. Anales geophysica 13, 1995
- Brown, F. A. *Response to pervasive geophysical factors and the biological clock problem*. Cold Spr Harb Symp quant Biol **25**, S. 57-71, 1960
- Brown, F. A.; H. M. Webb; M. F. Bennett, *Comparisons of some fluctuations in cosmic radiation and organismic activity during 1954, 1955 and 1956*. Am. J. Physiol. **195**, S. 237-242, 1958
- Dubrow, A. P. *The geomagnetic field on life: Geomagnetobiology*. Plenum Press, New York, S. 318ff, 1978
- Düll, T.; B. Düll, *Über die Abhängigkeit des Gesundheitszustandes von plötzlichen Eruptionen auf der Sonne und die Existenz einer 27tägigen Periode in Sterbefällen*. Virchow Archiv **293**, S. 272-319, 1934
- Düll, T.; B. Düll, *Zusammenhänge zwischen Störungen des Erdmagnetismus und Häufungen von Todesfällen*. Deutsch. med. Wschr. 61, S. 95-97, 1935
- Feigin, V. L.; Yu, P. Nikitin; T. E. Vinogradova, *Solar and geomagnetic activities: are there associations with stroke occurrence?* Cerebrovasc. Dis. 7, S. 345-348, 1997
- Feinleib, M.; E. Rogot; P. A. Sturrock, *Solar activity and mortality in the United States*. Int. J. Epidemiol. 4, S. 227-229, 1975
- Friedman, H.; R. O. Becker; C. H. Bachmann, Nature 200, S. 626, 1963
- Friedman, H.; R. O. Becker; C. H. Bachmann, Nature 205, S. 1050, 1965
- Gnevyshev, M. N.; K. F. Novikova, *The influence of solar activity on the Earth's biosphere (Part I)*. Interdiscipl. Cycle Res. 3:99, 1972
- Halberg, F., *Historical encounters between geophysics and biomedicine leading to the Cornélissen-series and chronoastrobiology*. In: W. Schröder (ed.): Long- and Short-Term Variability in Sun's History and Global Change. Science Edition, Bremen, S. 271-301, 2000
- Halberg, F., *Some physiological and clinical aspects of 24 hour periodicity*. Lancet 73, S. 20-32, 1953
- Lipa, B. J.; P. A. Sturrock; E. Rogot, *Search for correlation between geomagnetic disturbance and mortality*. Natur 259, S. 302-304, 1976
- Mendoze, B.; R. Diaz-Sandoval, *The relationship between solar activity and myocardial infarctions in Mexico City*. Geofisica Internationals 39(1), S. 53-56, 2000
- Novikova, K. F.; N. N. Gnevyshev; N. V. Tokareva, *The effect of solar activity on development of myocardial infarction morbidity and mortality*. Cardiology (Moscow) 4, S. 109ff, 1968
- Stoupel, E.; E. Abramson; J. Sulkes, *The effect of environmental physical influence on suicide: How long is the delay?* Arch. suicide Res. 5, S. 241-244, 1999
- Villoresi, G.; Y.A. Kopytenko; N. G. Pritsyne; M. T. Tyasto; E. A. Kopytenko; N. Iucci; P. M. Voiony, *The influence of geomagnetic storms and man-made magnetic field disturbances on the incidence of myocardial infarction in St. Petersburg (Russia)*. Physica Medica 19, S. 197-117, 1994
- Vladimirskil B. M.; V. Ya. Narmanskii; N. A. Temuriantz, *Global rhythmicity of the solar system in the terrestrial habitat*. Biophysics 40, S. 731-736,

Wever, R., *The Circadian System of Man: Results of experiments under temporal isolation*. Springer Verlag, New York, Heidelberg, Berlin, 1979

Psycho-Heliobiologie

Adams, M.H., *Variability in remote-viewing performance: Possible relationship to the geomagnetic field*. In D.H. Weiner & D.I. Radin (Eds.), *Research in Parapsychology*, 1985 (p. 25). Metuchen, NJ: Scarecrow Press., 1986

Braud, W.G., & Dennis, S.P., *Geophysical variables and behavior: LVIII. Autonomic activity, hemolysis, and biological psychokinesis: Possible relationships with geomagnetic field activity*. *Perceptual and Motor Skills*, 68, 1243-1254., 1989

Krippner, S., & Persinger, M., Evidence for enhanced congruence between dreams and distant target material during periods of decreased geomagnetic activity. *Journal of Scientific Exploration*, 10, 487-493., 1996

Krippner, S., Becker, A., Cavallo, M., & Washburn, B. Electrophysiological studies of ESP in dreams: Lunar cycle differences in 80 telepathy sessions. *Human Dimensions*, pp. 14-19., 1972

Persinger, M.A., & Krippner, S., Dream ESP experiments and geomagnetic activity. *Journal of the American Society for Psychological Research*, 83, 101-116., 1989

Persinger, M.A., ELF field meditation in spontaneous psi events. Direct information transfer or conditioned elicitation? *Psychoenergetic Systems*, 3, 155-169., 1975

Persinger, M.A., Geophysical variables and behavior: XXX. intense paranormal activities occur during days of quite, global geomagnetic activity. *Perceptual and Motor Skills*, 61, 320-322., 1985

Persinger, M.A., Psi phenomena and temporal lobe activity: The geomagnetic factor. In LA. Henkel & R. Berger (Eds.), *Research in parapsychology 1988* (pp. 121-156). Metuchen, NJ: Scarecrow Press., 1989

Spottiswoode, S.J.P., & May, E., Evidence that free response anomalous cognitive performance depends upon local sidereal time and geomagnetic fluctuations (Abstract). *Presentation Abstracts, Sixteenth Annual Meeting of the Society for Scientific Exploration*, p. 8., 1997

Tart, C.T., Geomagnetic effects on GESP: Two studies. *Journal of the American Society of Psychological Research*, 82, 193-216., 1988

Ullman, M., Krippner, S., & Vaughan, A. *Dream telepathy. Experiments in nocturnal ESP* (2nd ed.). Jefferson, NO: McFarland, 1989.

von Bertalanffy, L., *General system theory. Essays on its foundation and development* (rev. ed.). New York: George Brazillier., 1968

Sonnenaktivität und Klima

Ardanuy, P., Stowe, L. L. Gruber, A. und Weiss M.: *Shortwave, Longwave, and Net Cloud-Radiative Forcing as Determined From Nimbus-7 Observations*. *J. Geophys. Res.* 9 (1991), 1-2.

Arnol'd, V. I.: *Small denominators and problems of stability of motion in classical and celestial mechanics*. *Russ. Math. Surv.* 18 (1963), 85.

Bailey, R.: *Demagoguery in Green*. *National Review* v. 16. 3. 1992, 43.

Baliunas, S. & Soon, W.: *Are variations in the length of the activity cycle related to changes in brightness in solar-type stars?* *Astrophys. J.* 450 (1995), 896.

Baliunas, S. und Jastrow, R.: *Evidence for Long-Term Brightness Changes of Solar-Type Stars*. *Nature* 348 (1990), 520.

- Baltuck, M., Dickey, J., Dixon, T. & Harrison, C. G. A.: *New approaches raise questions about future sea level change*. EOS, 1. Oktober 1996, 385, 388.
- Barlow, A. K. & Latham, J.: *A laboratory study of the scavenging of submicro aerosol by charged raindrops*. Quart. J. R. Met. Soc. 109 (1983), 763.
- Barlow., A. K. und Latham, J.: *A Laboratory Study of the Scavenging of Sub-Micron Aerosol by Charged Raindrops*. Quart. J. R. Met. Soc. 109 (1983), 763-770.
- Baur, F.: *Abweichungen der Monatsmittel der Temperatur Mitteleuropas & des Niederschlags in Deutschland*. Beilage zur Berliner Wetterkarte des Instituts für Meteorologie der Freien Universität Berlin vom 24. 6. 1975.
- Berger, A. L.: *Long-Term Variations of Caloric Insolation Resulting From the Earth's Orbital Elements*. Quaternary Research 9 (1978), 139-167.
- Bossolasco, M., Dagnino, I., Elena, A. & Flocchini, G.: *Thunderstorm activity and interplanetary magnetic field*. Riv. Italiana Geofis. 22 (1973), 293.
- Brückner, E.: *Klimaschwankungen seit 1700*. Geographische Abhandlungen 14 (1890), 325.
- Bührke, T.: *Die Flecken der Sterne*. Süddeutsche Zeitung vom 30. 10. 1997, 41.
- Burroughs, W. J.: *Weather cycles - real or imaginary?* Cambridge University Press, 1992, 38, 128, 149.
- Butler, C. J.: *A two-century comparison of sunspot cycle length and temperature change - the evidence from Northern Ireland*. In: Emsley, J., Hsg.: *The global warming debate. The report of the European Science and Environment Forum (ESEF)*. London, ESEF, 1996, 215.
- Clough, H. W.: *Synchronous variations in solar and terrestrial phenomena*. Astrophys. J. 22 (1905), 42.
- Clough, H. W.: *The 11-year sunspot period, secular periods of solar activity, and synchronous variations of terrestrial phenomena*. Monthly Weather Rev. 60 (1933), 99.
- Courtney, R. S.: *Die Risiken des global warming*. In: H. Metzner, Hsg.: *Treibhaus-Kontroverse & Ozon-Problem*. Tübingen, Europäische Akademie für Umweltfragen, 1996, 159.
- Dicke, R. H.: *The sun's rotation and relativity*. Nature 202 (1964), 432.
- Dickinson, R. E.: *Solar Variability and the Lower Atmosphere*. Bull. Am. Meteorol. Soc. 56 (1975), 1240.
- Dickinson, R. E.: *Solar variability and the lower atmosphere*. Bull. Am. Meteorol. Soc. 56 (1975), 1240.
- Eddy, J. A.: *A new sun. The solar results from skylab*. Washington, D. C., NASA, 1979, 12. EOS, Trans. Amer. Geophys. Union, 18. Oktober 1988, 1.
- Eddy, J. A.: *Historical evidence for the existence of the solar cycle*. In: White, O. R.: *The solar output and its variation*. Boulder, Colorado Associated University Press, 1977, 67.
- EOS, *Transactions*, American Geophysical Union, 18. Okt. 1988, 1.
- Feder, T.: *Attacks on IPCC Report Heat Controversy Over Global Warming*. Physics Today, August 1996, 55-57.
- Fichefet, T.: *Solar radiation and global climate change: some experiments with a two-dimensional climate model*. In: B. Frenzel, Hsg.: *Solar output and climate during the Holocene*. Stuttgart-Jena-New York, Gustav Fischer Verlag, 1995, 169.
- Flohn, H.: *Jüngste Klimaänderungen: Treibhauseffekt oder Beschleunigung des Wasserkreislaufs*. In: Metzner, H., Hsg.: *Globale Erwärmung - Tatsache oder Behauptung?* Tübingen, Europäische Akademie für Umweltfragen, 1993, 91.

- Flohn, H.: *Klimaschwankungen in historischer Zeit*. In: H. Rudloff: Die Schwankungen des Klimas in Europa seit dem Beginn der regelmäßigen Instrumenten-Beobachtungen 1670. Braunschweig, Vieweg, 1967, 87.
- Foukal, P. & Lean, J.: *An empirical model of total solar irradiance between 1874 and 1988*. Science 247 (1990), 556- 558.
- Foukal, P. and Lean, J.: *An Empirical Model of Total Solar Irradiance Variation Between 1874 and 1988*. Science 247 (1988), 505.
- Foukal, P.: *Solar Astrophysics*. New York, John Wiley, 1990, 409.
- Foukal., P.: *The Variable Sun*. Scientific American 270 (1990), 2, 34-41.
- Franke, H.: *Lexikon der Physik*. Stuttgart, Franckh'sche Verlagshandlung, 1969, 845.
- Friis-Christensen, E. & Lassen, K.: *Length of the solar cycle: an indicator of solar activity closely associated with climate*. Science 254 (1991), 698.
- Fröhlich, C.: *Variations in total solar irradiance*. In: B. Frenzel, Hsg.: *Solar output and climate during the Holocene*. Stuttgart/Jena-New York, Gustav Fischer Verlag, 1995, 125, 126, 127.
- Fu, L. L., Koblinsky, C. J., Minster, J. F. und Picaut, J.: *Reflecting on the First Three Years of TOPEX/POSEIDON*. EOS, 19. 3. 1996, 109-110.
- Fu, L.L, Koblinsky, C. J., Minster, J. F. & Picaut, J.: *Reflecting on the first three years of TOPEX/POSEIDON*. EOS 77 (1996), Nr. 12, 19. März 1996, 109,111, 117.
- Gleissberg, W.: *The Eighty-Year Sunspot Cycle*, J. British Astron. Ass. 68 (1958), 148-152.
- Gordon, A. H.: *Bias in measured data*. In: Bate, R., Hsg.: *Global Warming. The continuing debate*. Cambridge, The European Science and Environment Forum (ESEF), Cambridge, 1998, 55.
- Groverman, B. S. & Landsberg, H. E.: *Simulated northern hemisphere temperature departures 1579-1880*. Geophysical Research Letters, 6 (1979), 767.
- Haigh, J.: *On the impact of solar variability on climate*. Science 272 (1996),981.
- Hansen, J. E. & Lebedeff, S.: *Global surface air temperatures. Update through 1987*. Geophysical Research Letters 15 (1988), 323.
- Hansen, J. E. und Lacis, A. A.: *Sun and Dust Versus Greenhouse Gases: an Assessment of Their Relative Roles in Global Climatic Change*. Nature 346 (1990), 713.
- Hansen, J. E., Lacis, A. A., & Ruedy, R. A.: *Comparison of solar and other influences on long-term climate*. In: K. H. Schatten & A. Arking, Hsg.: *Climate impact of solar variability*. Greenbelt, NASA, 1990, 142.
- Hansen, J., Lacis, A., Rind, D., Russell, G., Stone, P., Fung, I., Ruedy, R. & Lerner, J.: *Climate sensitivity: analysis of feedback mechanisms*. In: J. E. Hansen & T. Takahashi, Hsg.: *Climate processes and climate sensitivity*. Geophys. Series 29. Washington, D. C., Am. Geophys. Union (AGU),1990, 130.
- Harvey, L. D. D.: *On the role of high latitude ice, snow, and vegetation feedbacks in the climatic response to external forcing changes*. Climatic Change 13 (1988), 191.
- Hays, J. D., Imbrie, J. und Shackleton, N.: *Variations in the Earth's Orbit: Pacemaker of the Ice Ages*. Science 194 (1976), 1112-1132.
- Herschel, W.: *Observations Tending to Investigate the Nature of the Sun, in Order to Find the Causes or Symptoms of its Variable Emission of Light and Heat*. Royal Soc. London Philos. Trans. 91 (1801), 265-318.
- Hood, L. L. & Jirikowic, J. L.: *A mechanism involving solar ultraviolet variations for modulating the interannual climatology of the middle atmosphere*. In: K. H. Schatten & A. Arking, Hsg.: *Climate impact of solar variability*. Greenbelt, NASA, 1990, 165.
- Houghton, J. T., Jenkins, G. J. & Ephraums, J.J.: *Climatic change. The IPCC scientific assessment*. Cambridge University Press, 1990.

- Houghton, J. T., Meira Filho, L. G., Callander, B. A., Harris, N., Kattenberg, A. & Maskell, K: *Climate Change 1995*. Cambridge, 1996, 81, 366, 381.
- Howard, R.: *The rotation of the sun*. *Scient. American* 232 (1975), 106.
- Hoyt, D. V. & Schatten, K. H.: *The role of the sun in climate change*. New York-Oxford, Oxford University Press, 1997, 61, 70, 86, 184,188,194, 214.
- Hoyt, D. V.: *Using the Boundary Conditions of Sunspots as a Technique for Monitoring Solar Luminosity Variations*. In: K. H. Schatten und A. Arking, Hsg.: *Climate Impact of Solar Variability*. Greenbelt, NASA Conference Publication 3086, 1990, 44.
- Hoyt, D. V.: *Using the boundary conditions of sunspots as a technique for monitoring solar luminosity variations*. In: K. H. Schatten & A. Arking, Hsg.: *Climate impact of solar variability*. Greenbelt, NASA, 1990, 44.
- Jones, P. D.: *Hemispheric surface air temperature variations*. Recent trend and an update to 1987. *J. Climate* 1 (1988), 645.
- Jose, P. D.: *Sun's motion and sunspots*. *Astron. J.* 70 (1964), 195.
- Joselyn, J. A.: *SESC methods for short-term geomagnetic predictions*. In: Simon, P. A., Heckman, G. & Shea, M. A.: *Solar-terrestrial predictions*. Proceedings of a workshop at Meudon, 18.-22. Juni 1984. Boulder, National Oceanic and Atmospheric Administration, 1986, 404.
- Kahl, J. D., Charlevoix, D. J., Zaitseva, N. A., Schnell, R. C. & Serreze, M. C.: *Absence of evidence for greenhouse warming over the Arctic Ocean in the past 40 years*. *Nature* 361 (1993), 335.
- Kaku, M.: *Quantum field theory*. Oxford University Press, 1993, 14.
- Kapfraff, J.: *Connections. The geometry bridge between art and science*. New York, McGraw Hill, 1991, 85, 89, 308, 313.
- Kertz, W.: *Einführung in die Geophysik*. Mannheim, Bibliographisches Institut, 1971, 376.
- Kertz, W.: *Einführung in die Geophysik*. Mannheim, Bibliographisches Institut, 1971, 376-377.
- Kleinschmidt, C.: *Neue Daten über die Dicke der Eisschicht am Nordpol*. *Bremer Nachrichten* v. 4. 11. 1995.
- Kolmogorov, A. N.: *Preservation of conditionally periodic movements with small change in the Hamiltonian function*. *Lecture Notes in Physics* 93 (1979), 51.
- Köppen, W.: *Über mehrjährige Perioden der Witterung, insbesondere über die 11jährige Periode der Temperatur*. *Österr. Meteor. Ztschr.* 8, 1873.
- Kuo, C., Lindberg, C. & Thomson, D. J.: *Coherence established between atmospheric carbon dioxide and global temperature*. *Nature* 343 (1990), 709.
- Labitzke, K, & van Loon, H.: *Associations between the 11-year sunspot cycle, the quasi-biennial oscillation, and the atmosphere*. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, A*, 330 (1990), 577.
- Labitzke, K, & van Loon, H.: *Sonnenflecken & Wetter. Gibt es doch einen Zusammenhang?* *Die Geowissenschaften* 8 (1990), 1.
- Labitzke, K. & van Loon, H: *Some recent studies of probable connection between solar and atmospheric variability*. *Ann. Geophysicae* 11 (1993), 1084.
- Lamb, H. H.: *Climate: Present, past, and future*. Bd. 1. London, Methuen,1972, 186, 456.
- Landsberg, H. E.: *Man-Made Climatic Changes*. In: *Proceedings of the Symposium on Physical and Dynamic Climatology of the World Meteorol. Org.* 347 (1974), 262-303.
- Landsberg, H. E.: *Man-made climatic changes*. In: *Proceedings of the symposium on physical and dynamic climatology of the World Meteorological Organization* 347 (1974), 262.

- Landscheidt, T. & Wöhl, H.: *Solares Aktivitätsminimum erst 1989/90?* *Sterne & Weltraum*, November 1986, 584.
- Landscheidt, T.: *Beziehungen zwischen der Sonnenaktivität & dem Massenzentrum des Sonnensystems*. *Nachrichten der Olbers-Gesellschaft* 100 (1976), 12, 14-15.
- Landscheidt, T.: *Cycles of solar flares and weather*. In: Moerner, N.A. & Karlén, W., Hsg.: *Climatic changes on a yearly to millennial basis*. Dordrecht, D. Reidel, 1984, 475, 476.
- Landscheidt, T.: *Die kosmische Funktion des Goldenen Schnitts*. In: P. H. Richter, Hsg.: *Sterne, Mond & Kometen*. Bremen & die Astronomie. Bremen, Verlag H. M. Hauschild, 1995, 240-276.
- Landscheidt, T.: *Forecast of global temperature, El Niño, and cloud coverage by astronomical means*. In: Bate, R., Hsg.: *Global Warming. The continuing debate*. Cambridge, The European Science and Environment Forum (ESEF), 1998, 172.
- Landscheidt, T.: *Global Warming or Little Ice Age?* In: C. W. Finkl, Hsg.: *Holocene Cycles - Climate, Sea Levels, and Sedimentation*. Fort Lauderdale, *Journal of Coastal Research*, Volume in Celebration of the 80th Birthday of Rhodes W. Fairbridge, 1995, 371-382.
- Landscheidt, T.: *Global warming or Little Ice Age?* In: Finkl, C. W., Hsg.: *Holocene cycles. A Jubilee volume in celebration of the 80th birthday of Rhodes W. Fairbridge*. Fort Lauderdale, The Coastal Education and Research Foundation (CERF), 1995, 372, 373, 374-375.
- Landscheidt, T.: *Klimavorhersage mit astronomischen Mitteln?* *Fusion* 18 (1997), Nr. 1, 58.
- Landscheidt, T.: *Long Range Forecasts of Energetic X-Ray Bursts Based on Cycles of Flares*. In: P. A. Simon, G. Heckman, and M. A. Shea, Hsg.: *Solar-Terrestrial Predictions*. Boulder, National Oceanic and Atmospheric Administration, 1986, 81-89.
- Landscheidt, T.: *Long-range forecast of energetic x-ray bursts based on cycles of flares*. In: Simon, P. A., Heckman, G. & Shea, M. A.: *Solar-terrestrial predictions. Proceedings of a workshop at Meudon, 18.-22. Juni 1984*. Boulder, National Oceanic and Atmospheric Administration, 1986, 85, 86, 87-88.
- Landscheidt, T.: *Long-range forecast of sunspot cycles*. In: Simon, P. A., Heckman, G. & Shea, M. A.: *Solar-terrestrial predictions. Proceedings of a workshop at Meudon, 18.-22. Juni 1984*. Boulder, National Oceanic and Atmospheric Administration, 1986, 53-55.
- Landscheidt, T.: *Long-range forecasts of solar cycles and climate change*. In: Rampino, M. R., Sanders, J. E., Newman, W. S. & Königsson, L. K.: *Climate. History, Periodicity, and predictability*. New York, van Nostrand Reinhold, 1987, 433-438.
- Landscheidt, T.: *Relationship between Rainfall in the Northern Hemisphere and Impulses of the Torque in the Sun's Motion*. In: K. H. Schatten und A. Arking, Hsg.: *Climate Impact of Solar Variability. Proceedings of a Conference held at NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, April 24-27, 1990*. NASA Conference Publication 3086.
- Landscheidt, T.: *Relationship between rainfall in the northern hemisphere and impulses of the torque in the sun's motion*. In: K. H. Schatten & A. Arking, Hsg.: *Climate impact of solar variability*. Greenbelt, NASA, 1990, 260.
- Landscheidt, T.: *Solar Motion, Impulses of the Torque in the Sun's Motion, and Climate Variation*. *Climatic Change* 12 (1988), 265-295.
- Landscheidt, T.: *Solar Oscillations, Sunspot Cycles, and Climatic Change*. In: B. M. McCormac, Hsg.: *Weather and Climate Responses to Solar Variations*. Boulder, Colorado Associated University Press, 1983, 293-308.
- Landscheidt, T.: *Solar oscillations, sunspot cycles, and climatic change*. In: McCormac, B. M., Hsg.: *Weather and climate responses to solar variations*. Boulder, Associated University Press, 1983, 301, 302, 304.

- Landscheidt, T.: *Solar rotation, impulses of the torque in the sun's motion, and climatic variation*. Climatic Change 12 (1988), 267-268, 270, 277, 278-280, 283, 286-290.
- Landscheidt, T.: *Sun-Earth-Man*. London, Urania, 1989, 63.
- Laskar, J.: *A numerical experiment on the chaotic behaviour of the solar system*. Nature 338 (1989), 237.
- Lassen, K. & Friis-Christensen, E.: *Variability of the solar cycle length during the past five centuries and the apparent association with terrestrial climate*. Journ. of Atmos. Terr. Phys. 57 (1995), 835.
- Lassen, K. und Friis-Christensen, E.: *Variability of the Solar Cycle Length During the Past Five Centuries and the Apparent Association With Terrestrial Climate*. Journ. of Atmos. Terr. Phys. 57 (1995), 835-845.
- Ley, W.: *Die Himmelskunde*. Wien, Econ-Verlag, 1965, 136, 509.
- Livingston, W. C.: *Secular change in equivalent width of C 5380, 1978-1990*. In: K. H. Schatten & A. Arking, Hsg.: *Climate impact of solar variability*. Greenbelt, NASA, 1990, 336.
- Markson, R. & Muir, M.: *Solar wind control of the earth's electric field*. Science 208 (1980), 979.
- Mason, B. I.: *Towards the understanding and prediction of climatic variations*. Quart. J. Roy. Soc. 102 (1976), 478.
- McKinnon, J. A. : *Sunspot numbers 1610-1985*. Boulder, World Data Center A for Solar Terrestrial Physics, 1987.
- Mecherikunnel, A. T. & Kyle, H. L: *Solar constant data from Earth Radiation Budget measurements*. In: K. H. Schatten & A. Arking, Hsg.: *Climate impact of solar variability*. Greenbelt, NASA, 1990, 316.
- Metzner, H.: *Gibt es einen CO₂-induzierten Treibhaus-Effekt?* In: H. Metzner, Hsg.: *Treibhaus-Kontroverse & Ozon- 2 Problem*. Tübingen, Europäische Akademie für Umweltfragen, 1996, 89.
- Michaels, P. J. & Knappenberger, P. C.: *The United Nations Intergovernmental Panel on Climatic Change and the scientific "consensus" on global warming*. In: Emsley, J., Hsg.: *The global warming debate. The report of the European Science and Environment Forum*. London 1996, 166.
- Milankovich, M.: *Mathematische Klimalehre und astronomische Theorie der Klimaschwankungen*. In: W. Köppen und R. Geiger: *Handbuch der Klimatologie*, Bd. 1. Berlin, 1930.
- Mitchell, J. M., Stockton, C. W. & Meko, D. M.: *Evidence of a 22-year rhythm of drought in the Western United States related to the Hale solar cycle since the 17th century*. In: B. M. McCormac & T. A. Seliga, Hsg.: *Solar- terrestrial influences on weather and climate*. Dordrecht, Reidel, 1979, 125.
- Mogey, R.: *The cycles in inflation*. Cycles 44 (1993), 102.
- Moser, J.: *Stable and random motions in dynamical systems*. Princeton University Press, 1973.
- Moss, F. & Wiesenfeld, K.: *The benefits of background noise*. Scient. American, August 1995, 66.
- National Geophysical Data Center, Boulder: *X-ray flares*. SOLRAD (1968-1974), GOES (1975-present).
- Neeman, B. U., Ohring, G. & Joseph, J. H.: *The Milankocich theory and climate sensitivity. Part I: Equilibrium climate model solution for the present surface conditions*. J. Geophys. Res. 93 (1988), 11153.

- Negendank, J. F. W., Brauer, A. & Zolitschka, B.: *Die Eifelmaare als erdgeschichtliche Fallen & Quellen zur Rekonstruktion des Paläoenvironments*. Mainzer geowiss. Mitt. 19 (1990), 235.
- Nesme-Ribes, E., Baliunas, S. L. & Sokoloff, D.: *The stellar dynamo*. Scient. American August 1996, 51-52.
- Newton, I.: *Mathematische Prinzipien der Naturlehre*. Darmstadt, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1963, 532.
- Ohring, G. und Clapp, P. F.: *The Effect of Changes in Cloud Amount on the Net Radiation at the Top of the Atmosphere*. Journ. Atmos. Sci. 37 (1980), 447-454.
- Peixoto, J. P. & Oort, A. H.: *Physics of climate*. New York, American Institute of Physics, 1992, 466.
- Peng, L., Chou, M. D. & Arking, A.: *Climate studies with a multi-layer energy balance mode. Part I: Model description and sensitivity to the solar constant*. J. Atmosph. Sci. 39 (1987), 5505.
- Posmentier, E. S., Soon, W. H. & Baliunas, S. L.: *Relative impacts of solar irradiance variations and greenhouse changes on climate, 1880-1993*. In: Bate, R., Hsg.: *Global Warming. The continuing debate*. Cambridge, The European Science and Environment Forum (ESEF), Cambridge, 1998, 159.
- Potter, G. L. & Cess, R. D.: *Background tropospheric aerosols: incorporation within a statistical dynamical climate model*. J. Geophys. Res. 89 (1984), 9521.
- Priem, H. N. A.: *CO and climate: a geologist's view*. Space Science Reviews 81 (1997), 193. 2
- Pudovkin., M. I. und Veretenenko, S.: *Cloudiness Decreases Associated With Forbush- Decreases of Galactic Cosmic Rays*. J. Atm. Terr. Phys. 57 (1995), 1349-1355.
- Ramanathan, V., Barkstrom, B. R. & Harrison, E. F.: *Climate and the earth's radiation budget*. Physics Today, Mai 1989, 22.
- Ramanathan, V., Barkstrom, B. R. und Harrison, E. F.: *Climate and the Earth's Radiation Budget*. Physics Today, Mai 1989, 22-32.
- Reid, G. C.: *Solar Total Irradiance Variations and the Global Sea Surface Temperature Record*. Journal Geophys. Research 96 (1991), 2835.
- Reiter, R.: *Influences of solar activity on the electric potential between the ionosphere and the earth*. In: B. M. McCormac & T. A. Seliga, Hsg.: *Solar-terrestrial influences on weather and climate*. Dordrecht, Reidel, 1979, 251.
- Rind, D. & Overpeck, J. T.: *Hypothesized causes of decadal-to-century-scale climate variability - climate model results*. Quat. Sci. Rev. 12 (1993), 357.
- Robock, A.: *Solar, volcanic, and anthropogenic influences on climate for the past 500 years*. Klimakonferenz "Klimaveränderungen - Ursachen & Auswirkungen", 10. -11. November in Bonn.
- Roederer, J. G.: *Solar variability effects on climate*. In: In: B. Frenzel, Hsg.: *Solar output and climate during the Holocene*. Stuttgart-Jena-New York, Gustav Fischer Verlag, 1995, 3, 17.
- Rossi, B.: *Cosmic Rays*. London, Allen and Unwin, 1966, 207.
- Rossow, W. und Schiffer, R.: *ISCCP Cloud Data Products*. Bull. Amer. Meteor. Soc. 72 (1991), 220.
- Scherhag, R.: *Die explosionsartigen Stratosphärenenerwärmungen des Spätwinters 1951/52*. Berichte des Deutschen Wetterdienstes der US-Zone Nr. 38 (1952), 51.
- Schlesinger, B. M., Cebula, R. P., Heath, D.F., DeLand, M. T & Hudson, R. D.: *Ten years of solar change as monitored by SBUV and SBUV2*. In: K. H. Schatten & A. Arking, Hsg.: *Climate impact of solar variability*. Greenbelt, NASA, 1990, 341.

Schönwiese, C. D.: *Der Treibhauseffekt: Weltweit wird das Wasser steigen*. Bild der Wissenschaft, September 1987, 97, 98.

Schönwiese, C. D.: *Klima im Wandel*. Hamburg, 1994, 99, 161.

Schönwiese, C. D.: *Northern hemisphere temperature statistics and forcing*. Part B: 1579-1980. Arch. Met. Geoph. Biocl., Ser. B 35, 164.

Schostakovitsch, W. B.: *Bodenablagerungen der Seen & periodische Schwankungen der Naturerscheinungen*. Mémoires de l'Institut Hydrologique 13 (1934), 95.

Schriever, K. H. & Schuh, F.: *Enzyklopädie Naturwissenschaft & Technik*. Weinheim, Zweiburgen Verlag, 1980, 2227.

Schuermans, C. J. E.: *Effects of solar flares on the atmospheric circulation*. In: B. M. McCormac & T. A. Seliga, Hsg.: *Solar-terrestrial influences on weather and climate*. Dordrecht, Reidel, 1979, 105.

Showstack, R.: *Rivers of sunlight*, EOS, 9. September 1997, 382.

Singer F.: *Globale Erwärmung*. In: H. Metzner, Hsg.: *Treibhaus-Kontroverse & Ozon-Problem*. Tübingen, Europäische Akademie für Umweltfragen, 1996, 31.

Solar Geophysical Data - comprehensive reports: Monthly counts of grouped solar flares Jan 1965 - Mar 1997. Number 637, September 1997, 7.

Soon, W. H., Posmentier, E. S. & Baliunas, S. L.: *Inference of solar irradiance variability from terrestrial temperature changes, 1880-1993*. An astrophysical application of the sun-climate connection. The Astrophys. J. 472 (1996), 891.

Spencer, R. W., Christy, J. R. & Grody, N. C.: *Global atmospheric temperature monitoring with satellite microwave measurements: method and results 1979-1984*. J. Climate 3 (1990), 1111.

Stuiver, M., Grootes, P. M. & Braziunas, T. F.: *The GISP delta 180 climate record of the past 16,500 years and the role of 18 the sun, ocean, and volcanoes*. Quat. Res. 44(1995), 341.

Sussman, G. J. & Wisdom, J.: *Chaotic evolution of the solar system*. Science 257 (1992), 56.

Svensmark, H. & Friis-Christensen, E.: *Variation of cosmic ray flux and global cloud coverage - a missing link in solarclimate relationships*. J. Atm. Sol. Terr. Phys. 59 (1997), 1225.

Svensmark, H.: *Possible mechanisms of solar activity modulation of the earth's climate*. Klimakonferenz "Klimaveränderungen - Ursachen & Auswirkungen", 10. -11. November in Bonn.

Tinsley, B. A.: *Do effects of global atmospheric electricity on clouds cause climatic changes?* EOS, 19. August 1997, 341, 344, 349.

van Loon, H. & Labitzke, K.: *The 10-12-year atmospheric oscillation*. Meteorol. Zeitschrift 3 (1994), 259.

Weber, G.-R.: *Smudged fingerprint: The elusive search for a human impact on the climate system*. In: Bate, R., Hsg.: *Global Warming. The continuing debate*. Cambridge, The European Science and Environment Forum (ESEF), Cambridge, 1998, 63.

Wetherald, R. T. & Manabe, S.: *The effects of changing the solar constant on the climate of a general circulation model*. J. Atmosph. Sci. 32 (1975), 2044.

- Wiesenfeld, K.: *An introduction to stochastic resonance*. In: J. R. Buchler & H. E. Kandrup: *Stochastic processes in astrophysics*. New York, New York Academy of Sciences, 1993, 13.
- Wiin-Christensen, C. & Wiin-Nielsen, A.: *Limited predictability and the estimated greenhouse effect*. In: Bate, R., Hsg.: *Global Warming. The continuing debate*. Cambridge, The European Science and Environment Forum (ESEF), Cambridge, 1998, 41.
- Wilcox, J. M.: *Solar activity and the weather*. *J. Atmosph. Terr. Phys.* 37 (1975), 237.
- Willson, R. C. und Hudson, H. S.: *The Sun's Luminosity Over a Complete Solar Cycle*. *Nature* 351 (1991), 42.
- Wolf, R.: *Sunspot Epochs Since A.D. 1610: The Periodic Return of Sunspot Minima*. *Acad. Sci. Comptes Rendus* 35 (1852), 704-705.
- Wolff, C. L. & Hoegy, W. R.: *Solar irradiance observed from PVO and inferred solar rotation*. In: K. H. Schatten & A. Arking, Hsg.: *Climate impact of solar variability*. Greenbelt, NASA, 1990, 58.
- Yoshimura, H.: *The 110-year periodic modulations of solar magnetic cycle and solar total irradiance and luminosity*. *STEP GBRSC News*, 5 (1995), No.2, 7.