

Sonderdruck: Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie, Saarbrücken 1973.

## NATÜRLICHE UND KÜNSTLICHE PARTIELLE FARADAY-BEDINGUNGEN BZGL. LUFTERLEKTRISCHER PARAMETER IN WOHSIEDLUNGEN

S. LANG

### *Abstract*





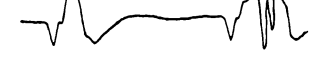
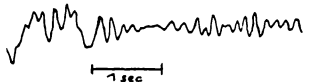
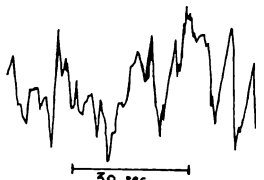
Atmospherics are physiologically important parameters of the ecological system. On the one side influences on the behavior (circadian rhythms, daily activity, speed of reactions) are proved, on the other side physiological processes for example of the water-electrolyte-balance in the fluid volumes of the body have been found. Certain weather conditions as well as shielding effect of building materials cause the lower intensities of the atmospherics, which are necessary for the organisms. Therefore an "electrical-climatisation" must be constructed, which simulates the best natural conditions. This is very important for regions with unfavourable climatical situations.

### **Meteorologische Messungen**

Elektromagnetische Schwingungen atmosphärischen Ursprungs, sog. atmospherics, sind ständig und überall zu registrieren. Jedoch betragen die Frequenzen der Schwingungen je nach Entfernung vom auslösenden Gewitterzentrum zwischen 40 Hz bis 2 kHz und 2 kHz bis über 12 kHz (REITER). Die Intensität dieser Schwingungen ist stark von den orografischen Bedingungen abhängig, wobei vor allem die elektrischen Leitfähigkeitseigenschaften des Bodens von ausschlaggebender Bedeutung sind. Ausser Dämpfungseffekten wurden wesentliche Unterschiede in den Schwingungsformen der atmospherics dieser beiden Frequenzbereiche nicht beobachtet. Atmospherics der Frequenzen unterhalb 30 Hz stellen Eigenschwingungsvorgänge des elektrischen Kugelhohlraumresonatorsystems Ionosphäre-Erdoberfläche dar (SCHUMANN). KÖNIG klassifizierte die atmospherics dieses quasistatischen ULF Bereichs (ultra low frequencies von 0-3 Hz) im Gegensatz zum ELF Bereich (ELF = extremely low frequencies von 0-3 kHz und zu dem VLF Bereich = very low frequencies von 3-30 kHz) nach 6 Typen (Tab. 1).

Typ I charakterisiert Signale, die mit einer Frequenz von etwa 9 Hz den SCHUMANNschen Berechnungen entsprechen und hauptsächlich bei Schönwetter zu beobachten sind. Die Kurvenform der Signale vom Typ II ist unregelmässig. Die Frequenz dieser stark oberwellenhaltigen Schwingungen liegt zwischen 2 und 6 Hz. KÖNIG beobachtete eine direkte Korrelation zwischen diesen atmospherics und regnerischem Wetter bei tiefliegender Bewölkung. Typ III umfasst atmospherics der Frequenzen 0,5–2 Hz, die ähnlich wie die Schwingungen vom Typ I sinusförmig oszillatorischen Charakter haben. Typ IV umfasst alle Schwingungen in diesem Frequenzbereich, die als Teile des direkten Frequenzspektrums von nahen Blitzen angesehen werden können. Typ V ist nur zur Sonnenaufgangszeit in Form von Schwingungen um 9 Hz mit starken Überlagerungen im Bereich von 3–4 Hz zu beobachten. Als Typ VI bezeichnet KÖNIG Perioden, die sich insgesamt durch auffallend niedrige Signaltätigkeit auszeichnen. Bei unseren eigenen Registrierungen der atmospherics des quasistatischen ELF Bereichs konnten nun noch zwei weitere Signaltypen festgestellt werden. Signale der Frequenz 0,2–0,3 Hz, die wir als Typ VII bezeichnen,

Tab. 1: Elektromagnetische Signale des quasistatischen ELF-Bereichs (modifiziert und ergänzt nach KÖNIG).

Frequenz	Typ	Schwingungsverlauf	ähnlicher physiologischer Rhythmus
9 Hz	I		$\alpha$ Linie des menschlichen EEG
2–6 Hz	II		$\beta$ Linie des menschlichen EEG
0,5–2 Hz	III		Mikrovibrationen im Organismus
0–30 Hz	IV		
9 Hz (3–4 Hz)	V		
-----	VI		
0,2–0,3 Hz (0,3 Hz) noch nicht endgültig bestimmt	VII VIII		menschliche Atemfrequenz

entsprechen bzgl. des Kurvenverlaufs etwa den Schwingungen von Typ II, ebenso wie Signale mit einer noch niedrigeren Frequenz, die als Typ VIII eingeordnet wurden. Die statistische Impulsfolgefrequenz dieser Schwingung konnte allerdings noch nicht endgültig ermittelt werden. Die atmospherics des Typs VII und des Typs VIII schliessen sich gegenseitig aus (Tab. 1).

Signale der Frequenz 0,2–0,3 Hz sind nur zu beobachten, wenn Signale des Typs VIII nicht zu beobachten sind und umgekehrt. Die atmospherics Typ VIII treten mehrere Stunden sowohl vor als nach Gewittern auf. Die direkten Korrelationen mit bestimmten anderen Wetterlagen sind Gegenstand laufender Untersuchungen. Bemerkenswert ist die Ähnlichkeit verschiedener Signaltypen des quasistatischen ELF Bereichs in Frequenz und Kurvenverlauf mit verschiedenen rhythmischen physiologischen Prozessen, wie sie in Tab. 1 aufgeführt sind. Die Signale des Typs I weisen dieselbe Frequenz auf wie der  $\alpha$ Rhythmus des menschlichen EEG's; die Signale des Typs II weisen dieselbe Ähnlichkeit mit der  $\beta$ Linie des EEG's auf. Die Frequenz des Herzschlags beim Menschen liegt im Bereich des Typs III. Die von uns neu registrierte Impulsfolge von 0,2–0,3 Hz hat denselben Rhythmus wie die Atemfrequenz des Menschen in Ruhelage auf. Die Frequenzen der von ROHRACHER entdeckten Mikrovibrationsvorgänge in menschlichen Organismus liegen ebenfalls im Bereich der quasistatischen ELF atmospherics. Diese Phänomene sollen jedoch hier nur aufgezeigt werden.

## Physiologische Befunde

Nach den bisherigen Ergebnissen konnten Regulationsleistungen der atmosphärisch-luftelektrischen Felder des ELF Bereichs auf das Elektrolyt-Milieu des peripheren interstitiellen Raumes im Organismus von Kleinsäugetern (LANG) sowie auf die circadiane Rhythmik des Organismus von Mensch und Tier als bewiesen gelten. Die Desynchronisation der Circadianik in abgeschirmten Räumen wurde von WEVER an Menschen und von DOWSE & PALMER an Mäusen festgestellt. Wahlverhaltensuntersuchungen unserer Arbeitsgruppe zeigten zusätzlich, dass Mäuse ihren Aktivitätsrhythmus den jeweiligen luftelektrischen Bedingungen anpassen (LANG). Gerade die Beeinflussung chronobiologischer Prozesse zeigt, wie wichtig diese Effekte aus arbeitsphysiologischer Sicht sind. So konnten auch direkte Korrelationen der Reaktionsfähigkeit sowie der Leistungsfähigkeit von Testpersonen und Schülern mit hoher Signifikanz nachgewiesen werden (KÖNIG, LANG). Alle diese Befunde lassen sich nach der sog. "Evolutionshypothese zur Einwirkung luftelektrischer Faktoren auf den Organismus" von A.S. PRESMAN darauf zurückzuführen, dass sich der Organismus im Laufe der Evolution an die luftelektrischen Faktoren der Atmosphäre positiv adaptiert hat. Unsere Arbeitsgruppe untersuchte die Richtigkeit dieser Annahme, durch Vergleich des physiologischen Zustandes von Mäusen, Ratten und Meerschweinchen. In einem künstlichen Faraday-Käfig herrschten bzgl. aller übrigen Parameter wie Luftfeuchte, Temperatur etc. dieselben Bedingungen wie in den Käfigen der Kontrolltiere, jedoch war der elektrische Anteil der atmosphärisch-elektrischen Felder von 0–1 kHz, wie in Abb. 1 zu sehen, weitgehend abgeschirmt.

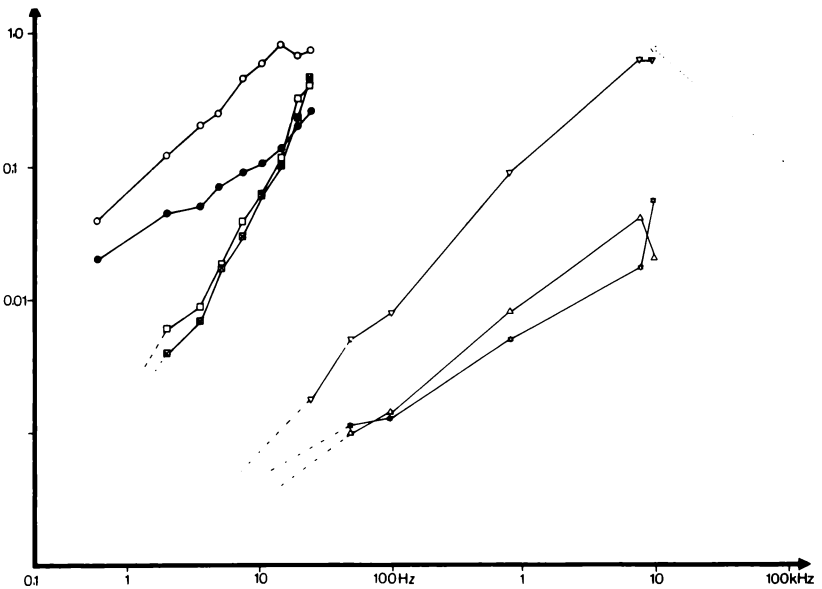


Abb. 1: Die Durchlässigkeit von Materialien, ausgedrückt als Abschirmquotient  $F/F_0$  in Abhängigkeit von der Frequenz der Schwingungen. ○ = trockene Sandsteinmauer 40 cm; ● = dto. feucht; □ = Backsteinmauer 40 cm; ⊠ = Betonwand 30 cm; ∇ = Aluminium 0,8 mm; △ = Zink 0,5 mm; ⊗ = Eisendrahtnetz, Drahtdurchmesser 0,5 mm, Maschenweite 1,2 mm.

Der Organismus der Tiere im Faradayschen Käfig reagierte zunächst mit einer lokalen Sensibilisierungsreaktion im peripheren interstitiellen Bereich. Wir fanden, dass bei andauernder Einwirkung der Abschirmung sehr wahrscheinlich die freien Nervenendigungen in der Haut gereizt werden, die dann das hypophysäre hypothalamische Zentrum zur erhöhten Ausschüttung von ADH anregen. Infolge der dadurch bewirkten Wasserretention wird der Wassergehalt in den Geweben erhöht. Die erhöhte Beweglichkeit der dissoziierten Glykoproteide im peripheren interstitiellen Raum und sicher auch anderer Molekülstrukturen sensibilisiert den gesamten Organismus gegenüber den stark im Faraday-Käfig abgeschwächten exogenen elektrischen Faktoren. Durch diesen Sensibilisierungsprozess wird dann die verringerte Einwirkung der elektrischen Felder zumindest soweit kompensiert, dass sich die Abschirmung nicht letal auswirkt, wie man nach dem anfänglichen Ausmass der Verschiebung des Wasser-Elektrolyt-Haushaltes (bis zu 30% verringerte Wasserausscheidung im Urin) hätte erwarten können. Die Tatsache, dass der Organismus in der beschriebenen Weise auf die Abschirmung dieser elektrischen Felder reagiert, bedeutet, dass bestimmte physiologische Vorgänge im Organismus durch diese exogenen Faktoren entscheidend gesteuert oder unterstützt werden. Halten sich dann die Tiere in abgeschirmten Bedingungen auf, ist der Ablauf dieser Prozesse ohne die exogene Steuerung nicht mehr gewährleistet.

### **Biometeorologische Auswertung**

Eine biometeorologische Auswertung dieser Ergebnisse ist angebracht, da auch in freier Natur Quasi-Faraday-Bedingungen auftreten. Bereits KÖNIG erwähnte die auffällige Tatsache, dass für Zeiträume zwischen einige Stunden und mehreren Tagen die Intensität der atmosphärischen Strahlung je nach dem Frequenzbereich 2–3 Zehnerpotenzen niedriger als normal sein kann. Registrierungen unserer Messanlage auf dem hiesigen Universitätsgelände ergaben, dass diese anomalen luftelektrischen Wetterlagen auch für den Raum Saarbrücken zutreffen. Da die elektrische Leitfähigkeit der Luft und davon abhängig die Ausbreitung elektromagnetischer Schwingungen direkt abhängig von der Feuchte, der kolloidalen Zusammensetzung und der Temperatur der Luft ist, wird eine Zuordnung dieser **„natürlichen Faraday-Bedingungen“** zu definierten Wetterlagen sicher ebenso gegeben sein, wie eine Abhängigkeit der atmosphärischen Intensität vom Fremdstoffgehalt der Luft. Die Änderung der elektrischen Eigenschaften der Luft durch Abgase, vor allem bei Verbrennungsrückständen mit besonders hohen Konzentrationen an positiv geladenen Teilchen wirken sicher nicht vorteilhaft auf die Ausbreitungsbedingungen für atmosphärische. Die natürlichen Faraday-Bedingungen entsprechen, wenn auch nicht in demselben Ausmass, den experimentellen Faraday-Bedingungen, denen wir unsere Versuchstiere ausgesetzt hatten. Eine Leistungsminderung der Organismen, bei natürlichen witterungsbedingten Faraday-Bedingungen ist entsprechend zu erwarten. Partielle **„künstliche Faraday-Bedingungen“** schafft sich der Mensch unbewusst durch seine Behausungen. Die Abschirmeigenschaften von Baustoffen sind gegenüber atmosphärischen des VLF Bereichs von LUDWIG berechnet und untersucht worden (Tab. 2).

Tab. 2: Messungen der Durchlässigkeit von Gebäuden gegenüber elektromagnetischen Schwingungen der Frequenz 10 kHz (nach LUDWIG).

Nr.	Gebäude	Wandstärke und Material	Transparenz
1	grober Faradaykäfig	1 mm Fe-Draht, 30 mm Maschenweite	65%
2	Tier-Metallkäfig	1mm Al, Ms-Fe-Drahtnetz	10%
3	Personenauto	0,7 mm Fe	30%
4	neunstöckiges Hochhaus 9.Stock	200 mm Stahlbeton	50%
5	Blechgarage	1mm Fe	7%
6	einstöckiges Stahlhaus	2.1 mm Fe	8%
7	Fe-Al-Haus fünfstöckig 1. Stock	0,8 mm Fe+ 1 mm Al	3%
8	Atombunker	600 mm Stahlbeton (90% Stahl)	1%
9	Tier-Metallkäfig in Fe-Al-Haus, Parterre	Nr. 2 in Nr. 7	2%
10	Steinhaus	20 mm Ziegelmauer	95%

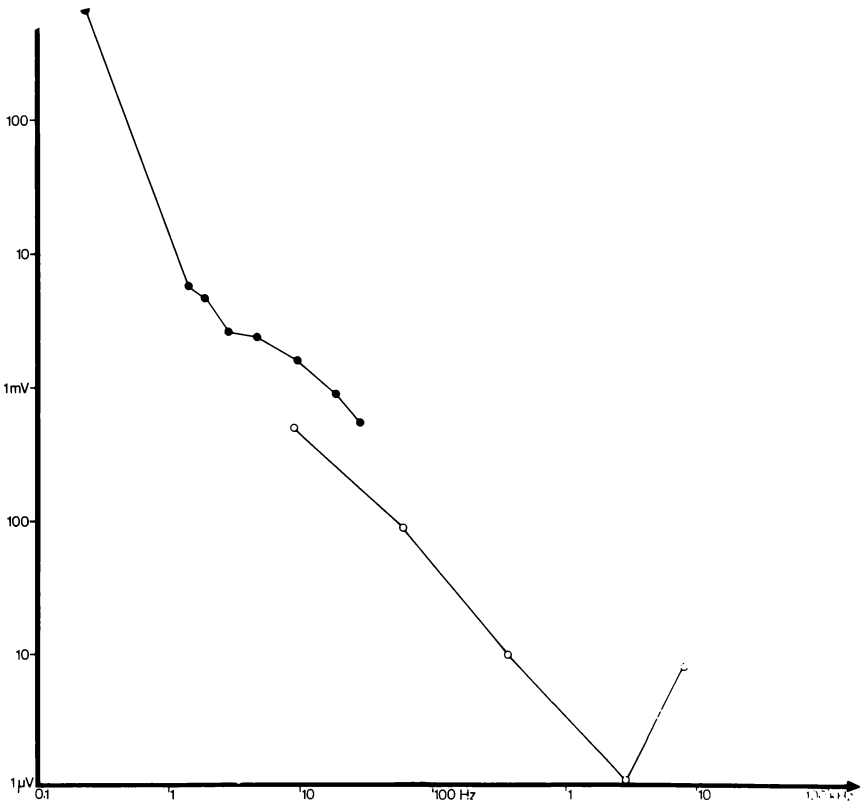


Abb. 2: Die natürliche, durchschnittliche Intensität von atmosphärisch-elektrischen Schwingungen als Funktion der Frequenz. ● Eigene Messungen im ULF Bereich; ○ Messungen von KÖNIG u.a. im ELF und VLF Bereich.

Die stärkste Abschirmung, wie sie in einem für normale Zwecke benutzten Wohn- und Arbeitsraum auftreten kann, beträgt in einem mit einer Aluminiumfassade versehenen Gebäude gegenüber einer atmosphericstrahlung von 10 kHz 75%. Da die natürlichen Intensitätsschwankungen dieser Strahlung im Bereich von 3 Zehnerpotenzen liegen, stellt diese Abschirmquote der verwendeten Baumaterialien noch eine relativ gewohnte Belastung für den Organismus dar. Anders jedoch im VLF und im ELF Bereich von 0-3 kHz. Die Abschirmung in denselben Räumlichkeiten gegenüber atmospheric von 100 Hz beträgt weit mehr als 100%. Unsere Messungen während der letzten Monate zeigen, dass Intensitätsschwankungen der atmospheric dieses Frequenzbereichs lediglich maximal um  $\pm 50\%$  des Durchschnittswertes (Abb. 2) betragen.

Die Abschirmung erzeugt daher eine unnatürliche Mangelsituation in dem betreffenden Raum. Die Abhängigkeit der Abschirmungsquote von der Frequenz der Schwingung im Frequenzbereich von 0–10 kHz zeigt Abb. 1. Da nach den aufgezeigten Ergebnissen den atmosphärisch-elektrischen Schwingungen eine erhebliche physiologische Bedeutung zukommt, andererseits jedoch auf die zur Zeit verwendeten Baustoffe aus bautechnischen Gründen grösstenteils nicht verzichtet werden kann, erscheinen Überlegungen in Richtung einer künstlichen Versorgung von Wohn- und Arbeitsräumen mit elektromagnetischen Schwingungen angebracht. Dafür bieten sich Rechteckimpulsfelder an, da diese sich durch einen besonders hohen Gehalt an Oberwellen auszeichnen. Wählt man als Grundfrequenz der Impulsfolge zum Beispiel 0,1 Hz, dann werden alle 10 sec. sinusförmige Schwingungsmuster der Frequenzen 0,3–0,5–0,7–... (n-3)·0,1–(n-1)·0,1–n·0,1 Hz abgestrahlt, wobei n eine ungerade Zahl ist. Die Intensität der Schwingungen nimmt dabei nach der Formel

$$y = \frac{4a}{\pi} \left( \sin x + \frac{1}{3} \sin 3x + \frac{1}{5} \sin 5x + \dots + \frac{1}{n} \sin nx \right)$$

jeweils um den Faktor  $\frac{4a}{\pi} \cdot \frac{1}{n} \sin nx$  ab, wenn

y = die Amplitude der Oberschwingung, n = die Frequenz der Oberschwingung, a = die Amplitude der Rechteckimpulse und x = die Frequenz der Rechteckimpulsfolge angeben. Beträgt die Amplitudenspannung des Rechteckimpulses z.B. 10 Volt, dann ist die Intensität der Oberwellen mit einer Frequenz von 10 kHz ca 9 mV, d.h. im Bereich der Feldstärke der natürlichen atmospheric dieser Frequenz: eine annähernde Simulation der natürlichen Bedingungen ist gegeben. In Verbindung mit einer geeigneten Luftionenversorgung, wie sie an anderer Stelle beschrieben wird (LANG), kann so eine physiologisch adäquate Klimatisierung in abgeschirmten Innenräumen erzielt werden. Diese Massnahmen erscheinen dort umso dringender, wo die atmosphärisch-klimatischen Bedingungen für den jeweiligen Wohn- und Arbeitsbereich ohnehin stark belastet sind.

## LITERATUR

- ALTMANN, G. (1969): Die physiologische Wirkung elektrischer Felder auf den Organismus. *Arch. Met. Geoph. Biokl.* B 17: 269–290.  
 ALTMANN, G. & G. SOLTAU: Einfluss luftelektrischer Felder auf das Blut von Meerschweinchen. *Zf. Bäder- und Klimabeilkunde* z.Zt. (im Druck).  
 DOWSE, H.B. & J.D. PALMER (1969): Entrainment of Circadian Activity Rhythms in Mice by Electrostatic Fields. *Nature* 222: 564–566.

- FELLMANN, E. (1973): Analyse des résonances de Schumann enregistrées simultanément en deux stations très éloignées. Dissertation, Math.Nat.Fak. Saarbrücken.
- KÖNIG, H.L. (1962): Über den Einfluss besonders niederfrequenter elektrischer Vorgänge in der Atmosphäre auf die Umwelt. *Z.f.Bäder- und Klimabeilkunde* 5: 3–23.
- LANG, S. (1973a): Die Eigenschaften moderner Bauten gegenüber atmosphärischen luftelektrischen Faktoren und ihre Auswirkungen auf den Organismus. *Deutsches Architektenblatt* 8: 640–643.
- LANG, S. (1973b): Einwirkmechanismen elektromagnetischer Schwingungen des ELF und VLF Bereichs auf den tierischen Organismus. Tagung der Forschungsgemeinschaft BFD, Würzburg.
- LANG, S. (1974): Die Revieraufteilung bei weissen Mäusen unter natürlichen Bedingungen, im Faradayschen Raum und in künstlichen luftelektrischen Feldbereichen. *Z.f.Tierpsychol.* (im Druck).
- LANG, S., G. ALTMANN & G. SCHMID (1974): Leistungsphysiologische Untersuchungen über die Beeinflussung von Schülern durch die Biotropie des Wettergeschehens (In Vorbereitung).
- LUDWIG, W., R. MECKE & H. SEELEWIND (1968): Elektroklimatologie. *Arch.Met. Geoph. Biokl.Ser.B* 16: 237–250.
- PRESMAN, A.S. (1970): *Electromagnetic Fields and Life*. Plenum Press, New York (Moskau).
- REITER, R. (1962): Welche atmosphärischen-elektrischen Elemente können auf den Organismus einwirken? Tagung f.Medizin-Meteorologie, Timmendorfer Strand.
- REITER, R. (1970): Sind luftelektrische Grossen als Komponenten des Bioklimas in Betracht zu ziehen? *Heizung-Lüftung-Haustechnik* 21, (8): 258–285.
- ROHRACHER, H. & K. INANAGA (1969): *Die Mikrovibration*. Verlag Hans Huber, Bern.
- SCHUMANN, W.O. (1952): Über die strahlungslosen Eigenschwingungen einer leitenden Kugel, die von einer Luftschicht und einer Ionosphärenhülle umgeben ist. *Z.Naturforschung* 7a.
- WARNKE, U. (1973): Physikalisch-physiologische Grundlagen zur Luft-elektrisch bedingten "Wetterfühligkeit" der Honigbiene (*Apis mellifica*). Diss.Math.Nat.Fak.Saarbrücken.
- WEVER, R. (1973): Hat der Mensch eine innere Uhr? *Umschau* 18: 551–558.

Anschrift des Verfassers:

Dr. S. LANG, Fachbereich Biologie, Universität des Saarlandes, D-66 Saarbrücken 11, West Germany.