

Check

G. Fischer

P7447

Zbl. Bakt. Hyg., I. Abt. Orig. B 157, 115-130 (1973)

Aus dem Hygiene-Institut der Universität Graz (Vorstand: Prof. Dr. J.R. MÖSE)

Die bioklimatologische Bedeutung des elektrostatischen Gleichfeldes

The Bioclimatological Importance of the Constant Electrostatic Field

G. FISCHER

Mit 4 Abbildungen

Abstract

The data available at the present time on the bioclimatological importance of atmospheric electricity are completely contradictory. If these are subjected to a critical analysis, concrete indications are obtained on the efficacy of the following factors: the constant electrostatic field and an alternating field superposed on this, and the quantity and quality of the atmospheric ions.

This study provides evidence that an artificially produced, positively charged constant electrostatic field has a prolonged effect on selected physiological measurements. Animal experiments showed that in addition to an increase in the total activity and the oxygen respiration of the liver, there is also an increased preparedness of the body to form antibodies. Comparative investigations under Faraday conditions produced the opposite results.

It can be concluded from the results in man and animal that the constant electrostatic field must be fitted into the series of bioclimatologically active atmospheric ion quantities. Prominent among the effects is a general increase in metabolism and the simultaneous raising of the general condition of health associated with it. Demonstration of an increased degree of immunisation in particular could achieve future importance for practical medicine.

Zusammenfassung

Als bioklimatologisch wirksame Faktoren der Lufterktrizität kommen das elektrostatische Gleichfeld sowie diesem überlagerte Wechselfelder und die positiv bzw. negativ geladenen Ionen der Luft in Frage. An Laboratoriumstieren wurde der Nachweis erbracht, daß das elektrostatische Gleichfeld ausgewählte physiologische Parameter verändert und daher als bioklimatologisch wirksame Größe zu betrachten ist.

In letzter Zeit sind eine Anzahl von Arbeiten erschienen, die sich mit dem Einfluß der Lufterktrizität auf Lebewesen, vor allem auf den Menschen befassen (4, 10-11, 13, 19-22, 25-31, 34, 40-45 u. v. a. m.). Die Versuchsergebnisse widersprechen sich

zum Teil und machen ohne kritische Analyse keine eindeutigen und klaren Aussagen möglich.

Worin liegen nun die Gründe für diese Widersprüche?

Im Forschungsbereich über Lufterlektrizität sind mehrere Gruppen mit unterschiedlicher Arbeitsmethode zu unterscheiden:

1. Studium biologischer Veränderungen durch lufterlektrische Faktoren,
2. Systematische Registrierung lufterlektrischer Meßergebnisse und Ableitung kausaler Zusammenhänge mit biologischen Veränderungen,
3. Physikalisch-empirische Betrachtungsweise unter Einbeziehung des möglichen kausalen Zusammenhanges mit dem biologischen Geschehen.

Neben der verschiedenartigen Betrachtungsweise der Probleme kommt als weiterer Grund die Verschiedenartigkeit der Meßtechnik hinzu. Ist schon die Messung lufterlektrischer Größen außerordentlich schwierig und oft mit unvermeidlichen Fehlern behaftet, so ist die Erfassung der biologischen Veränderungen erst recht spekulativ und meist wenig repräsentativ. Es ist eben nahezu unmöglich, die Natur in ihrer Vielschichtigkeit in ein einheitliches Meßschema zu pressen.

Alle Untersuchungen ließen jedoch zweifellos die bioklimatologische Wirkung folgender lufterlektrischer Faktoren erkennen:

1. Das lufterlektrische Erdfeld, welches außer einem elektrostatistischen Gleichstromfeld noch ein überlagertes Wechselfeld besitzt, sowie
2. die Dichte, die elektrische Ladung und die Art der vorhandenen Luftionen.

Die Erdoberfläche und die äußere Schicht der Lufthülle des Erdballes können physikalisch als entgegengesetzt geladene elektrische Pole eines Kondensators mit zwischengelagerter Luft als Dielektrikum angesehen werden. Dabei ist die Erde negativ, die Ionosphäre dagegen positiv geladen. Unter der Einwirkung einer mittleren Spannungsdifferenz zwischen beiden „Kondensatorplatten“ von 250–350 kV, die durch noch nicht einwandfrei geklärte irdische und kosmische Vorgänge dauernd durch Nachschub negativer Ladungen aufrechterhalten wird, entsteht in dem dazwischenliegenden Luftraum ein elektrisches Feld, dessen Feldlinien senkrecht gegen die Erdoberfläche gerichtet sind. Die Feldstärke dieses elektrostatistischen Gleichstromfeldes beträgt auf Grund langjähriger Beobachtungen unter Normalbedingungen über dem Festland in Bodennähe rund 130 V/m und rund 126 V/m über dem offenen Meer. Sie unterliegt täglichen, monatlichen und jährlichen periodischen Schwankungen. Unperiodische Änderungen der Feldstärke werden durch bestimmte Wettervorgänge (Kalt- und Warmfronten, Föhn u.a.) bedingt. Stoffe, die sich in dem gegen die Erdoberfläche gerichteten Ionenstrom des atmosphärischen Gleichstromfeldes befinden, unterliegen den bekannten Gesetzmäßigkeiten von Materie im Kondensatorfeld; dies gilt auch für alle Lebewesen. Wie jeder andere geometrische Körper bewirkt auch der Mensch eine Verzerrung der Feldlinien und erfährt auf Grund seiner größeren elektrischen Leitfähigkeit und seiner direkten Verbindung mit dem negativen Feldpol, der Erde, einen gewissen Stromdurchfluß. Der durch das lufterlektrische Gleichfeld verursachte, sehr geringe konstante Leitungsstrom

bewirkt im Körper Ionenverschiebungen und regt das gesamte Stoffwechselgeschehen in positivem Sinne an (1-5, 14-19). Dieser Stromdurchfluß könnte sich durch Schwankungen des luftelektrischen Feldes wahrscheinlich um einige Zehnerpotenzen erhöhen. Andere Autoren (32, 41, 43) vertreten dagegen die Ansicht, daß selbst unter diesen Bedingungen die Stromstärke nicht ausreicht, Stoffwechselvorgänge im Körper so zu beeinflussen, daß sie signifikant in Erscheinung treten könnten.

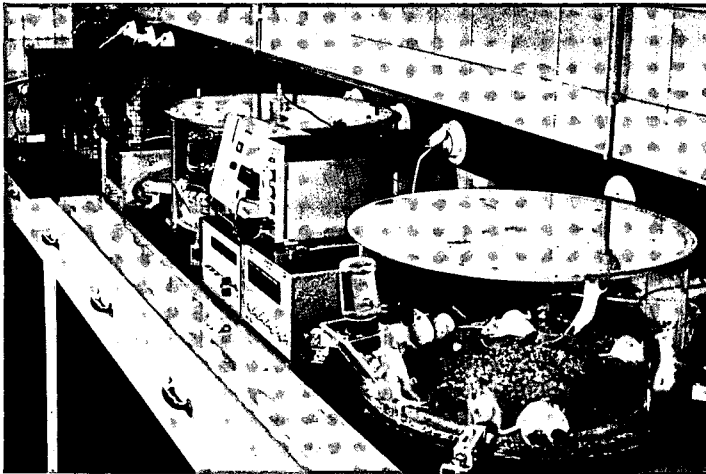
Das überaus komplexe Zusammenwirken der luftelektrischen Komponenten bringt es zwangsläufig mit sich, daß bei bioklimatologischen Untersuchungen Erscheinungen in der belebten Natur keineswegs auf Auswirkungen nur eines bestimmten atmosphärischen Faktors zurückgeführt werden können. Wie schon De Rudder (11) in seinem Buch „Meteorobiologie“ anführt, ist es jedoch trotzdem nötig, jeden Einzelfaktor zu untersuchen. Demzufolge versuchten wir den Nachweis zu erbringen, daß durch künstlich erzeugte elektrostatische Gleichfelder tatsächlich ausgewählte meßbare physiologische Parameter verändert werden.

Um ein zu sicheren Aussagen führendes Spektrum bioklimatologischer Ergebnisse von praktisch medizinischer Bedeutung erstellen zu können, wurde am Laboratoriumstier der Einfluß elektrostatischer Gleichfelder auf folgende Meßgrößen untersucht:

1. Gesamtaktivität (12, 35, 37-38)
2. Sauerstoffverbrauch von Gewebe (36)
3. Immunbiologische Reaktionen (38).

Methodik

Die Versuchsanlage zeigt Abb. 1:



Die Apparatur zur Erzeugung des elektrostatischen Gleichfeldes besteht aus einem Hochspannungsgenerator und einer Versuchskammer mit eingebauten Elektroden. Der

Hochspannungsgenerator erzeugt eine kontinuierlich regelbare Spannung von 0–5000 Volt. Als Elektroden werden zwei Metallplatten verwendet, von denen die negativ geladene an der Bodenplatte, die positiv geladene am Deckel befestigt ist. Durch diese Polung wird ein positiv gerichtetes elektrostatisches Gleichspannungsfeld erzeugt. Der Elektrodenabstand beträgt 21 cm, wodurch die Feldstärke zwischen 0 und 24000 V/cm beliebig reguliert werden kann. Um ein homogenes Feld zu garantieren, ist die Versuchskammer (Feldkammer) zylindrisch mit einem Durchmesser von 51 cm ausgeführt. Die Kammer selbst besteht aus Plexiglas. Mit 6 Plexiglasstäben, die im Boden eingezogen sind und an ihrem oberen Ende ein Gewinde tragen, wird die Deckplatte mit der hochspannungsführenden Elektrode direkt niedergeschraubt. Die Versuchskammer besitzt etwa 6 cm über dem Boden eine Öffnung, in welche Plexiglasstäbe eingeschweißt sind. Durch dieses Gitter wird den Tieren Nahrung und Trinkwasser zugeführt.

Der Hochspannungsgenerator gliedert sich in 3 Abschnitte:

1. Regelbare Gleichspannungsquelle
2. Wechselspannungsgenerator
3. Spannungsvervielfacherschaltung.

Mit Hilfe eines Transformators, eines Grätz-Gleichrichters und eines Glättungskondensators wird vorerst eine Gleichspannung von 28 V erzeugt, welche durch eine Regelschaltung von 0–28 V kontinuierlich verändert und dem Wechselstromgenerator zugeführt werden kann.

Der Wechselstromgenerator beruht auf dem Prinzip eines Gegentaktoszillators, der mit einer Frequenz von ca. 20 kHz schwingt. Die Schwingung wird mit 2 Transistoren in Verbindung mit einem Hochfrequenztransformator erzeugt. Mit dieser Schaltung kann, bedingt durch die Isolation des Hochfrequenztransformators, eine hochfrequente Wechselspannung von ungefähr 2000 V erzeugt werden.

Zur Erreichung einer Gleichspannung von 5000 V wird die an der Sekundärwicklung des Transformators zur Verfügung stehende Spannung gleichgerichtet und in einer Kaskadenschaltung verdreifacht.

Das in Kilovolt (kV) geeichte Meßgerät zeigt die jeweils an den Elektroden anliegende Spannung an. Ein Serienwiderstand von 50 M Ω im Ausgang begrenzt bei Kurzschluß der Elektroden den Ausgangsstrom und verhindert dadurch die Zerstörung der Dioden und Transistoren. Eine detaillierte Beschreibung der Anlage findet sich bei MÖSE et al. (37).

Zur Erzeugung eines feldlosen Raumes wurde eine weitere Versuchskammer (Faradaykammer) mit denselben Ausmaßen verwendet, die zur Abschirmung von Außenfeldern in einen Gitterkäfig folgender Dimensionen gestellt wurde. Höhe: 27 cm, Breite und Länge: 53 cm, Maschengröße des Gitters: 12 · 12 mm², Drahtstärke: 1 mm.

In einer dritten ebenso dimensionierten Versuchskammer (Kontrollkammer) wurden zur Objektivierung der Ergebnisse unter üblichen Raumbedingungen eines nicht klimatisierten Laboratoriums Kontrollmessungen durchgeführt.

Die Registrierung der Motilität erfolgte jeweils mit 2 Lichtschranken pro Kammer und einem dazugehörigen elektronischen Zähler.

Untersuchungsergebnisse

1. Wirkung des elektrostatischen Gleichfeldes auf die Gesamtaktivität

Mäuse (Stamm NMRI-Hahn) wurden zu je 5 Stück 10 Tage lang in die Feld-, Faraday- und Kontrollkammer gesetzt und die Motilität sowie der Futter- und Trinkwasserverbrauch in insgesamt 5 Versuchsserien gemessen. Die Feldstärke betrug 24000 Volt/m. Das Ergebnis zeigt Abb. 2.

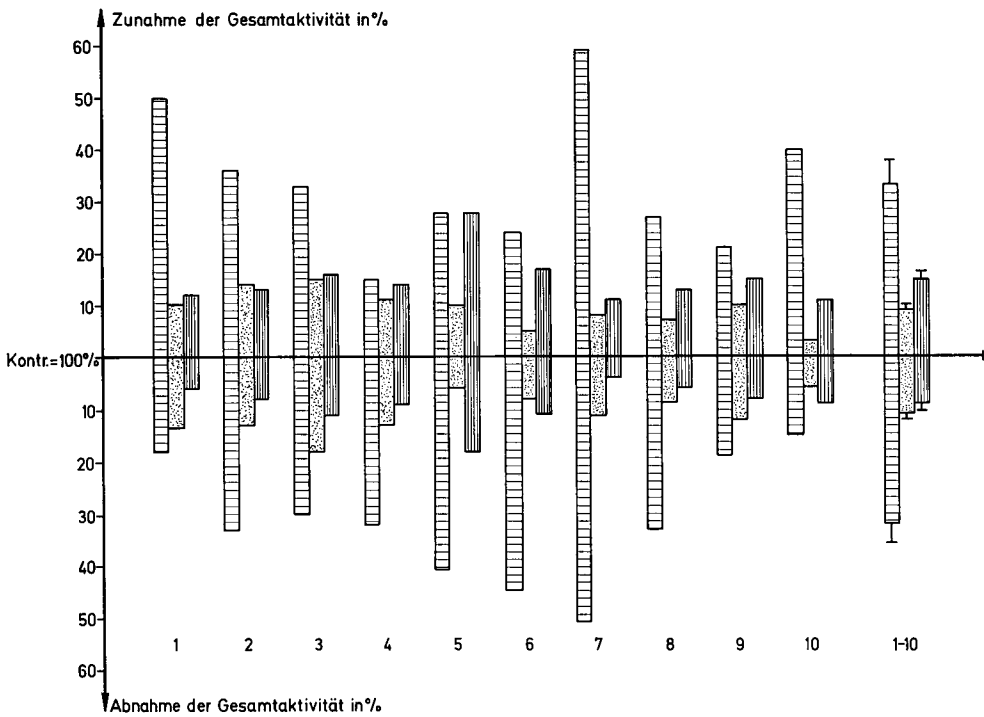


Abb. 2. Anstieg bzw. Abnahme der Gesamtaktivität von weißen Mäusen im Gleichfeld und Faradaykäfig. Auf die Ordinate ist die prozentuelle Zunahme (Säulengruppen nach oben) bzw. Abnahme (Säulengruppen nach unten) der Gesamtaktivität von den in der Gleichfeld- bzw. Faradaykammer gehaltenen Tieren aufgetragen. Die Prozentzahlen sind auf die jeweiligen Ergebnisse in der Kontrollkammer bezogen, die gleich hundert Prozent gesetzt wurden. Die erste Säule pro Gruppe (quer schraffiert) kennzeichnet die Motilität, die zweite (gepunktet) den Futter- und die dritte (längs schraffiert) den Trinkwasserverbrauch. Jede Säule wurde aus dem Mittelwert von 5 Versuchsserien zu je 10 Mäusen gebildet. Die Zahlen unter jeder Gruppe kennzeichnen die einzelnen Versuchstage. Die letzte Säulengruppe repräsentiert das arithmetische Mittel + SEM der 10 Einzelgruppen. Die Ablesungen der Ergebnisse (Laufaktivität: Elektronische Zählungen, Futterverbrauch: Angabe in Gramm Mäusepellets, Trinkwasserverbrauch: Angabe in Milliliter) erfolgten im 24-Stundenintervall.

Fig. 2. Increase or decrease of total activity of white mice in the constant field and in the Faraday cage. The ordinate shows the percentage increase (column groups upwards) or decrease (column groups downwards) of the total activity of the animals in the constant field room and the Faraday room. The percentage figures are related to the appropriate results in the control room which were fixed at one hundred percent in each case. The first column of each group (cross-hatched) indicates the motility, the second (dotted) the food consumption and the third, (longitudinal hatching) the consumption of drinking water. Each column represents the mean values of 5 test series of 10 mice each. The figures under each group represent the individual test days. The last group column represents the arithmetic mean + standard error of the mean (SEM) of the 10 individual groups. The results (running activity: electronic counters, food consumption: data in grammes of mouse pellets, drinking water consumption: data in millilitres) were read off at 24 hour intervals.

Aus dem Diagramm ist abzulesen, daß die Gesamtaktivität im Gleichfeld zugenommen, unter weitgehend feldlosen Bedingungen dagegen abgenommen hatte. Die Höhen der einzelnen Säulen vermitteln, daß die *Motilität* die größte Zu- bzw. Abnahme erfahren hatte, dann erst folgen *der Futter- und Trinkwasserverbrauch*. Die Unterschiede innerhalb aller Gruppen sind im Vergleich mit den Kontrollen statistisch als hochsignifikant (*Student-t* Test: $p = < 0,001$) gesichert.

In einer weiteren Versuchsreihe wurden 10 Mäuse in die Gleichfeld- bzw. Kontrollkammer gesetzt und durch 20 Tage einmal täglich die Rektaltemperatur mittels Thermoelementen gemessen. Die Ergebnisse erbrachten unter Gleichfeldwirkung einen durchschnittlichen *Anstieg der Rektaltemperatur* von $37,5 \pm 0,08$ °C auf $37,8 \pm 0,07$ °C (SEM). Der Unterschied ist nach *Student-t* signifikant. Ebenso ist das Ergebnis bei Berechnung des einfachen mittleren Fehlers noch statistisch gesichert und beruht somit auf keiner Zufälligkeit.

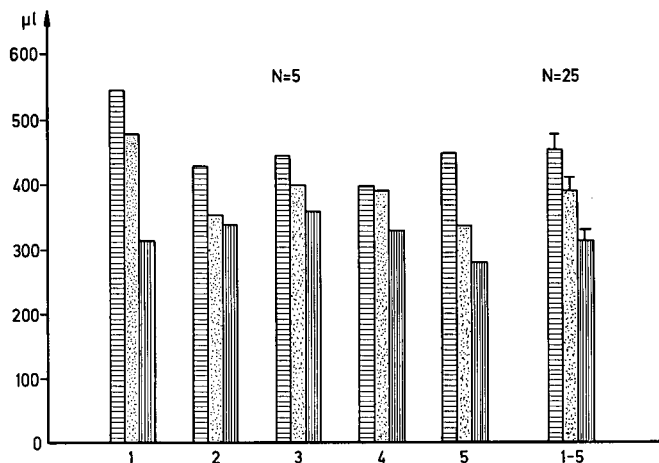


Abb. 3. Sauerstoffverbrauch der Leber von Mäusen, die verschiedenen Umweltbedingungen (elektrostatisches Gleichfeld, Kontrollraum, Faradaykammer) ausgesetzt wurden, nach ein-stündiger Meßzeit im Warburgrespirometer. Auf der Ordinate wurde der Sauerstoffverbrauch in μl nach einer Meßdauer von einer Stunde aufgetragen. Die Zahlen auf der Abszisse bezeichnen die Versuchsgruppen. Eine Versuchsgruppe bilden je 5 Mäuse, der Mittelwert hieraus wurde als Säule dargestellt. Die quer schraffierte Säule stellt den durchschnittlichen Sauerstoffverbrauch der Versuchsgruppe in der Feldkammer, die gepunktete den Mittelwert in der Kontrollkammer und die längs schraffierte Säule den mittleren Sauerstoffverbrauch in der Faradaykammer dar. Die rechte Säulengruppe repräsentiert das arithmetische Mittel + SEM des Sauerstoffverbrauches der Einzelgruppen.

Fig. 3. Oxygen consumption of the liver of mice which had been exposed to different environmental conditions (constant electrostatic field, control room, Faraday Room) after 1 hour measuring time in the Warburg respirometer. The oxygen consumption in μl after one hour measuring time are recorded on the ordinate. The numbers on the abscissa show the test groups. One test group consists of 5 mice, the mean value from this is represented by a column. Cross-hatched columns represent the average oxygen consumption of the test groups in the field room, the dotted columns the mean value in the control room and the longitudinally hatched columns the mean oxygen consumption in the Faraday room. The right group column represents the arithmetic mean + SEM of the oxygen consumption in the individual groups.

2. Sauerstoffverbrauch der Leber unter Gleichfeld- und Faraday-Bedingungen

An Gruppen von Mäusen zu je 5 Stück, die sich 8 Tage in der Gleichfeld- (Feldstärke 24000 V/m), Kontroll- und Faraday-Kammer aufgehalten hatten, wurde in jeweils 5 Versuchsserien (Gesamtzahl pro Käfig 25 Tiere) die Sauerstoffveratmung der Leber in einem Warburg-Respirometer (Braun-Melsungen, V 166) ermittelt. Die Werte des Sauerstoffverbrauches sind, nach den angeführten Versuchsserien gegliedert, in Abb. 3 als Kolumnendiagramm dargestellt. Unabhängig von der jeweiligen Exponierung der Versuchstiere wurde eine lineare Zuwachsrate des Sauerstoffverbrauches erhalten.

Tabelle 1. Angabe der Plaquezahlen der Milzen, sowie der Milzgewichte in mg und Milzzellzahlen. Die Tiere wurden vor dem Test folgenden Umweltbedingungen ausgesetzt:

a) Elektrostatische Gleichfelder verschiedener Feldstärken, b) Kontrollkammer (Raumklima eines nicht klimatisierten Laboratoriums), c) Faradaykäfig. N = Anzahl der Einzeluntersuchungen pro jeweiliger Exponierung. Die Meßergebnisse sind als arithmetisches Mittel \pm SEM angeführt. Zahlenreihen von links nach rechts: Erste Reihe: Anzahl der Plaques, Zweite Reihe: Milzgewichte, Dritte Reihe: Milzzellzahlen

Table 1. Data for the plaque count of the spleens, spleen weights in mg and spleen cell counts. The animals were exposed to the following environmental conditions before the test:

a) Constant electrostatic fields of various intensities, b) Control room (room conditions in a laboratory without air conditioning), c) Faraday cage, N = Number of individual investigations for the respective exposure. The resultant measurements are given as the arithmetic mean \pm SEM. Rows of numbers from left to right: First row: Number of plaques, Second row: Weights of spleens, Third row: Spleen cell count

N	Feldstärke (V/m)	Gleichfeld	Kontrollkammer (Normalbedingungen)	Faradaykäfig
10	40:	210,2 \pm 24,1	232,3 \pm 13,2	111,6 \pm 11,0
		105,4 \pm 5,5	98,1 \pm 5,5	67,4 \pm 6,8
		418,8 \pm 19,6	392,0 \pm 9,2	266,2 \pm 12,0
10	200:	608,0 \pm 55,1	384,0 \pm 31,7	199,2 \pm 16,5
		193,0 \pm 18,1	155,8 \pm 20,5	135,2 \pm 15,6
		237,0 \pm 13,3	197,8 \pm 8,2	156,2 \pm 24,1
15	1000:	572,4 \pm 112,8	161,6 \pm 31,5	76,0 \pm 34,0
		272,0 \pm 16,3	189,8 \pm 19,7	133,2 \pm 25,7
		500,8 \pm 48,6	307,2 \pm 58,9	190,4 \pm 33,0
10	5000:	> 3000	265,6 \pm 37,6	125,6 \pm 21,5
		219,6 \pm 11,4	187,6 \pm 8,3	154,4 \pm 20,1
		406,0 \pm 83,9	256,8 \pm 64,0	104,0 \pm 32,8
10	24000:	532,7 \pm 136,6	314,3 \pm 74,8	177,5 \pm 76,6
		389,5 \pm 59,5	247,4 \pm 45,2	196,0 \pm 19,0
		495,2 \pm 85,2	381,8 \pm 51,8	257,6 \pm 51,4

Aus dem Gesamtergebnis wurde die Signifikanz nach *Student-t* berechnet. Hierbei war der *Sauerstoffverbrauch der Leber* im Gleichfeld gegenüber den unbeeinflussten Tieren in der Kontrollkammer signifikant angestiegen, während der Vergleich der Kontrolle mit der feldlosen *Faradaykammer* das gegenteilige Resultat erbrachte.

3. Wirkung des Gleichfeldes auf den Immunisierungsgrad

Pro Versuchsserie wurden je 5 Mäuse (Stamm NMRI-Hahn, Gewicht 20–25 g, Alter 6 Wochen) in die Feld-, Kontroll- und *Faradaykammer* gesetzt und dort 15 Tage lang belassen. Die Feldstärken betragen jeweils 40, 200, 1000, 5000 und 24000 V/m. Am 7. Tage

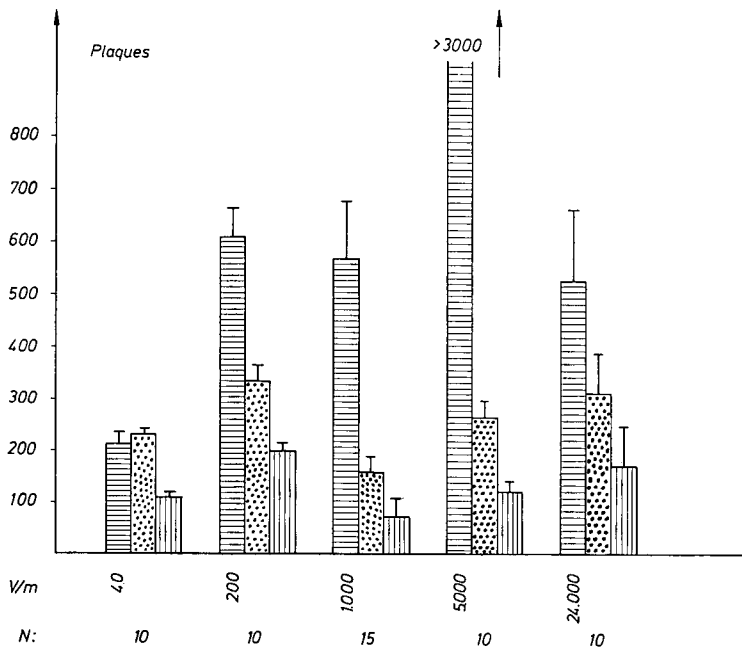


Abb. 4. Mittlere Plaquezahl der Milzsuspensionen von Mäusen, die 15 Tage hindurch verschiedenen Umweltbedingungen (elektrostatische Gleichfelder unterschiedlicher Feldstärken, normale Umweltverhältnisse, feldloser Raum) ausgesetzt waren. Die Säulen mit den dazugehörigen SEM-Balken (+ SEM) repräsentieren das arithmetische Mittel aus den durchgeführten Plaquezählungen. Pro Gruppe kennzeichnet jeweils die erste Säule (querschraffiert) die im Gleichfeld unter den angegebenen Feldstärken erzielten Ergebnisse, die zweite Säule (gepunktet) stellt die Kontrollwerte und die dritte Säule (längs schraffiert) die unter Faradaybedingungen gewonnenen Resultate dar. N = Anzahl der Versuche pro Exposition.

Fig. 4. Mean number of plaques in suspension of the spleens of mice which had been exposed to different environmental conditions (constant electrostatic fields of various intensities, normal environmental conditions, zero field room) for 15 days. The columns with their appropriate SEM bars (+ SEM) represent the arithmetic mean of the plaque counts made. The first column in each group (cross-hatched) shows the results in the constant field at the given field intensity, the second column (dotted) represents the control values and the third (longitudinally hatched) the results obtained under Faraday conditions. N = number of tests per exposure.

der Exponierung wurden die Tiere mit 4×10^8 Hammelerythrozyten i.p. immunisiert. Eine Zweitimmunisierung erfolgte mit derselben Dosis am 11. Tage. Am 15. Tage wurden die Tiere getötet, das Milzfeuchtgewicht, die Milzzellzahl, die Hämagglutinationstiter und der Gehalt an Plaque-bildenden Milzzellen mit Hilfe der „direkten“ Technik von JERNE et al. (23-24) bestimmt. Die Ergebnisse zeigt Tab. 1 (S. 121).

Nach Tab. 1 wurde die *höchste Plaquebildung* und somit *der stärkste Immuniierungsgrad* unter dem Einfluß des elektrostatischen Gleichfeldes erreicht. Der günstigste Wirkungsbereich lag zwischen einer Feldstärke von 1000 und 5000 V/m. Erst unter der relativ niedrigen Feldstärke von 40 V/m zeigte sich keine signifikante Differenz zu den Normalbedingungen. Einen gegenteiligen Effekt nämlich unter der Norm liegende Plaquewert bewirkte die Abschirmung des Gleichfeldes im *Faradaykäfig*. Denselben Trend zeigten auch die Milzgewichte und Milzzellzahlen durch Zunahme im Gleichfeld bzw. Abnahme unter feldlosen Umweltbedingungen.

Die folgende Abbildung stellt die im *Plaque-Test nach JERNE* erzielten Ergebnisse als Kolumnendiagramm dar (Abb. 4).

Das Säulendiagramm verdeutlicht klar den Anstieg des Plaquebildungsvermögens der Milz von Mäusen, die elektrostatischen Gleichfeldern ausgesetzt wurden. Bei Anwendung der Feldstärke von 5000 V/m wurde der optimale Effekt in Form von unzählbaren Werten erzielt. Auch bei einer Feldstärke von 200 V/m, die annähernd der bei ungestörten atmosphärischen Bedingungen herrschenden entspricht, waren die Plaquewerte noch weit über jenen der Kontrollen erhöht. Erst die unter dem natürlichen Normalwert liegende Feldstärke von 40 V/m führte noch zu keinem signifikanten Ergebnis. (*Student-t Test: p = > 0,05*). Wie das Diagramm weiter zeigt, wurde durch den Aufenthalt im feldlosen Raum die Fähigkeit des Organismus, Antikörper zu bilden, durchwegs vermindert.

Denselben Trend zur Zunahme im Gleichfeld bzw. Abnahme im Nullfeld verfolgten auch die *Hämagglutinationstiter*. Sie sind in der folgenden Tabelle 2 als Einzelwerte für die Feldstärken 40, 5000 und 24000 V/m den in der Kontroll- und *Faradaykammer* erzielten Ergebnissen gegenübergestellt.

Tabelle 2. Hämagglutinationstiter von Mäusen nach Aufenthalt in Gleichfeldern unterschiedlicher Feldstärken (G), im normalen Raumklima (K) und im feldlosen Raum (F)
Table 2. Haemagglutination titre of mice after being in constant fields of various intensities (G), in normal conditions (K) and in zero field rooms (F).

40			5000			24000 V/m		
	G	K	F	G	K	F	G	K
1 : 16	1 : 8	0	1 : 32	1 : 8	0	1 : 256	1 : 64	1 < 4
1 : 8	1 : 8	0	1 : 16	1 : 4	0	1 : 128	1 : 32	1 : 8
1 : 8	1 : 8	0	1 : 64	1 : 16	1 : 16	1 : 32	1 : 8	1 < 2
1 : 16	1 : 16	1 : 4	1 : 16	1 : 8	0	1 : 64	1 : 64	1 < 4
1 : 16	1 : 8	0	1 : 16	1 < 4	0	1 : 256	1 : 64	1 < 4
1 : 8	1 : 16	1 : 4	1 : 64	1 : 16	1 : 4	1 : 256	1 : 32	1 < 2
1 : 16	1 : 16	1 : 4	1 : 32	1 : 8	1 < 2	1 : 128	1 : 32	1 : 8
1 : 8	1 : 8	0	1 : 64	1 : 8	1 < 2	1 : 64	1 : 32	0
1 : 16	1 : 8	0	1 : 128	1 : 32	1 : 8	1 : 256	1 : 64	0
1 : 16	1 : 16	1 : 4	1 : 64	1 : 32	1 : 4	1 : 32	1 : 32	1 : 4

Beim Vergleich der Einzelwerte für die jeweiligen Versuchsbedingungen ergab sich in den meisten Fällen ein zumindest 4-facher Titerunterschied. 40 V/m führten dagegen zu keinem Titeranstieg gegenüber den Kontrollen.

Diskussion

Für die bioklimatologische Wirksamkeit luftelektrischer Größen stellt REITER (43) drei Hauptbedingungen auf:

1. *Physikalische Hauptbedingung:*

Die zur Diskussion gestellte luftelektrische Größe soll bis zum Organismus gelangen bzw. in ihn eindringen können, was sowohl im Freien als auch in geschlossenen Räumen möglich sein muß.

2. *Geophysikalische Hauptbedingung:*

Der in Frage kommende luftelektrische Faktor muß in irgendeiner Weise durch Wetterprozesse bzw. solare Vorgänge beeinflusst oder durch diese ausgelöst werden.

3. *Physiologische Hauptbedingung:*

Es kommt nur ein Agens in Frage, das seiner physikalischen Qualität nach überhaupt fähig ist, biologische Vorgänge hervorzurufen oder zu beeinflussen. Die in Betracht zu ziehende Größe muß ferner in der Lage sein, die biologische Reizschwelle zu überschreiten und zwar auf Grund der physikalischen Forderungen auch in geschlossenen Räumen.

Da in unseren Untersuchungen der Einfluß elektrostatischer Gleichfelder auf biologische Meßgrößen studiert wurde, soll im weiteren vornehmlich auf die physiologische Hauptbedingung eingegangen werden.

Bei Anwendung von Feldstärken zwischen 800–1000 V/m wurden am Menschen durchwegs günstige physiologische und psychische Allgemeinwirkungen beobachtet: Beruhigung und Vertiefung der Atmung (27), Leistungssteigerung in Form einer erhöhten Arbeitskapazität Berufstätiger sowie eine generelle Hebung des körperlichen Wohlbefindens (14–19). DANIEL (10) gelang es, auch vegetativ bedingte Störungen, wie Übernervosität, erfolgreich zu behandeln. REINDERS (39) und LUEDER (34) beschreiben, daß der Aufenthalt des Menschen in einem elektrostatischen Gleichfeld, wie es bei Schönwetterlagen herrscht und auch künstlich hergestellt werden kann, stets eine „vegetative Beruhigung, eine Anregung aller Lebensvorgänge und ein Erfrischungsgefühl“ hervorruft. Weiter wies HAHN (15, 19) an Versuchspersonen, die über längere Zeit hindurch Gleichfeldern von 10 kV ausgesetzt waren, eine merklich gesteigerte Abwehrkraft gegenüber Infektionskrankheiten (Grippe, Schnupfen) nach. Beginnende, von außen offensichtlich eingeschleppte Erkrankungen kamen im Gleichfeld erst gar nicht voll zum Durchbruch, sondern nahmen einen kurzen und flachen Verlauf. Auch bei der Behandlung chronischer Beschwerden, wie Rheumatismus, wirkten sich Gleichfelder im günstigen Sinne aus. Es zeigte sich, daß u. a. sehr alte Rheumafälle in einigen Tagen restlos abklangen (18–19).

Zu eindeutigen und aufschlußreichen Befunden führten die Untersuchungen von ALTMANN (1–5): An verschiedenem Tiermaterial (Bienen, Heuschrecken, Fische,

Frösche, Vögel, Meerschweinchen, Mäuse) konnte unter Anwendung verschieden hoher Feldstärken von 400–1000 V/m eine Erhöhung der Aktivität (Motorik) und gleichzeitig damit eine Steigerung des Sauerstoffverbrauchs nachgewiesen werden. Die Vergleichsmessungen wurden allerdings nur unter *Faraday*-Bedingungen durchgeführt. Die Registrierung der Motorik erfolgte im Wackelkäfig, die Sauerstoffveratmung wurde am Versuchstier direkt gemessen. Darüber hinaus zeigte der Autor (4), daß die Richtung des Stromflusses, welcher der Organismus ausgesetzt wird, nicht unbedeutend ist: Befindet sich der positive Pol an der Deckenelektrode oben, wie es auch im Kondensator „Erdatmosphäre-Boden“ der Fall ist, so war die Erregbarkeit der Nerven und der Sauerstoffverbrauch gegenüber Tieren, die absteigenden Strömen ausgesetzt wurden, bedeutend erhöht. Diese unterschiedliche Wirkung der Stromflußrichtung beobachteten REINDERS (39), HAHN (18–19) und andere Autoren auch am Menschen. Hat man es mit aufsteigenden Strömen zu tun, empfindet man allgemein eine wohltuende Anregung, wogegen die Umkehr der Richtung Reizbarkeit und Depressionen auslöst.

Allein aus dieser Tatsache wurden unsere Versuche in einem positiv gerichteten elektrostatischen Gleichfeld durchgeführt. Die Gesamtaktivität, die anhand der Motilität, des Futter- und Trinkwasserverbrauches gemessen wurde, war im Gleichfeld gegenüber dem feldlosen Raum deutlich erhöht. Die den üblichen Laboratoriumsbedingungen ausgesetzten Kontrollmäuse lieferten jeweils Zwischenwerte. Auch die Körpertemperatur war bei den Gleichfeld-exponierten Tieren im Vergleich zu den unter Normalbedingungen gehaltenen leicht erhöht. Diese Befunde zeigen, daß die günstigsten Umweltbedingungen im elektrostatischen Gleichfeld, die ungünstigsten dagegen im *Faradaykäfig* vorzufinden sind. Die gesteigerte Gesamtaktivität und Körpertemperatur lassen auf eine Aktivierung von Stoffwechselvorgängen schließen.

Um eine durch die Wirkung des elektrostatischen Gleichfeldes eingetretene Stoffwechselsteigerung im Gewebsstoffwechsel direkt nachweisen zu können, wurde der Sauerstoffverbrauch der Leber als Meßkriterium herangezogen. Die Ergebnisse aus diesen Versuchen entsprachen in ihrer Gesamtheit jenen für die Gesamtaktivität: Der Sauerstoffverbrauch der Leber war unter Einwirkung des Gleichfeldes im Vergleich zu den unter normalen Laboratoriumsbedingungen gehaltenen Mäusen angestiegen, während im feldlosen Raum gerade der gegenteilige Effekt eingetreten war. Bei den Kontrollen fallen besonders die weitaus größeren Streuwerte im Sauerstoffverbrauch der Leber auf. Bei Berücksichtigung der jeweiligen Wetterlage kurz vor und während der Messung stellte es sich heraus, daß sich die Sauerstoffveratmung an Tagen mit zyklonaler Wetterlage (Hoch) den Werten im Gleichfeld anglich, während bei antizyklonalen Wetterlagen (Tief) eine Annäherung an die *Faradaywerte* stattfand.

Diese Untersuchungsergebnisse erbrachten den prinzipiellen Nachweis, daß die Zellatmung und damit der gesamte oxydative Stoffwechsel weitgehend durch luftelektrische Vorgänge beeinflußt werden kann. Wenn man weiter bedenkt, daß im Außenfeld durchgeführte Messungen des Sauerstoffverbrauches der Kaninchenhaut und der Mäuseleber (32–33) sowie Untersuchungen des oxydativen Stoffwechsels von Mikroorganismen (6–8) die gleichen Erscheinungen zeigen, *so erkennt man daraus die fundamentale Bedeutung luftelektrischer Vorgänge für alle Lebewesen vom Einzeller bis zum hochorganisierten Organismus.*

Für die detaillierte Beurteilung bioklimatologischer Gesamtergebnisse drängt sich die Frage nach dem molekularen Wirkungsmechanismus der Energieabsorption auf.

Das statische luftelektrische Feld erzeugt einen Gleichstromfluß, wobei sich Ionen je nach ihrer Polarität zu den entgegengesetzt geladenen Elektroden bewegen. Der dadurch entstehende Ionenstrom ist der elektrischen Feldstärke proportional. Ein auf der Erdoberfläche stehender Körper konzentriert die Feldlinien je nach seiner Leitfähigkeit und Dielektrizitätskonstante. Daher ist die Stromdichte in einem Körper stets höher als die Vertikalstromdichte der Luft, welche normalerweise $3 \cdot 10^{-16}$ A/cm² beträgt. Bei einem mittleren Querschnitt des Menschen in der Horizontalebene von etwa 350 cm² und einer durchschnittlichen Leitfähigkeit von $10^{-5} \cdot \Omega \cdot \text{cm}^{-1}$ ergibt sich nach Berechnungen und Messungen von REINDERS (39) bei normalen Außenverhältnissen ein durch den Körper gehender Stromfluß von etwa $0,75 \cdot 10^{-11}$ A. Es ist anzunehmen, daß dieser Vorgang eine ständige Wanderung bzw. Abwanderung von Ionen zur Folge hat. Hierbei handelt es sich um einen meßbaren Ionenaustausch zwischen Körper und Luft.

Durch den unmittelbar erfolgenden Stromdurchfluß wäre durchaus eine Beeinflussung des Ionengleichgewichtes im Bereich der Zellmembran denkbar, wodurch der gesamte Gleichgewichtszustand des Zellapparates verändert würde. Zur Klärung der Einwirkung elektrischer Felder auf den Organismus müssen vor allem die bioelektrischen Verhältnisse an den Grenzflächen der Zellmembranen untersucht werden.

Die Untersuchung des Einflusses unterschiedlicher Umweltbedingungen auf immunbiologische Vorgänge vermittelt ebenfalls in eindrucksvoller Weise die vorteilhafte Wirkung des elektrostatischen Gleichfeldes auf das biologische Geschehen und unterstreicht dessen bedeutungsvolle Rolle als bioklimatologisch wirksame Größe. So wurden nach Immunisierung mit Hammelerythrozyten im Gleichfeld die höchsten, in der *Faradaykammer* dagegen die niedrigsten Plaquezahlen ermittelt, während sich der Immunisierungsgrad bei den unter üblichen Laboratoriumsbedingungen gehaltenen Tieren in normalen Grenzen bewegte. Diese Wirkung wurde zusätzlich durch die Kontrolle der jeweiligen Milzgewichte, Milzzellzahlen und Hämagglutinationstiter überprüft. Auch hier zeichnete sich ein deutlicher Trend zur Übereinstimmung mit den Plaque-Werten in Form einer Zu- bzw. Abnahme ab.

Die höchsten Plaquezahlen und somit der stärkste Immunisierungsgrad wurden zwischen 1000 und 5000 V/m, d.h. nur unter der Einwirkung eines ganz bestimmten Feldstärkenbereiches erzielt. Das Wirkungsoptimum lag bei 5000 V/m. In diesem Falle ergab sich eine unzählbare Anzahl von Plaques (> 3000). Auch die natürlichen Werten bei ungestörten atmosphärischen Bedingungen entsprechende Feldstärke von 200 V/m erbrachte noch einen signifikanten Anstieg der Immunisierung gegenüber den Kontrollen. Dieses Ergebnis weist mit hoher Wahrscheinlichkeit auf die Bedeutung des luftelektrischen Gleichfeldes als wichtiger Faktor zur Aufrechterhaltung und Förderung der Immunabwehr hin. Feldstärken, die unter den Werten natürlicher Gleichfelder liegen, lieferten keine Unterschiede zu den Kontrollen. Dieses Ergebnis grenzt den Wirkungsbereich der eingesetzten Feldstärken deutlich ab.

Nach Untersuchungen von BUSCH (9) erreicht man an isoliert lebenden Zellkulturen unter der Wirkung eines genügend hochgespannten elektrostatischen Gleichfeldes (200–2000 Volt) eine „lang andauernde Erhaltung der Zellenergie, langsames Ausreifen der Zellen ohne überstürzte Teilungstendenz und ein langsames Altern bei nur minimaler Absterberate“. Unter feldlosen Bedingungen wird dagegen die Zellenergie rasch aufgebraucht, die Zellen reifen nur ungenügend aus, teilen sich vermehrt in unreifem Zustand, altern rasch und sterben vorzeitig ab.

Diese Befunde und vor allem aber der Nachweis eines erhöhten Plaquebildungsvermögens lassen darauf schließen, daß durch elektrostatische Gleichfelder bestimmter Feldstärken auch die Zellaktivität des reticulo-endothelialen Systems gesteigert wird.

Die erhöhte Arbeitsbereitschaft der Zelle dürfte zu einer vermehrten Zellproliferation und gesteigerten Proteinsynthese führen. Damit verbunden ist ein Anstieg der direkt plaquebildenden Milzzellen und eine Erhöhung des Immunisierungsgrades. Das Fehlen einer Feldstärke im Faradayraum reduziert dagegen die Zellaktivität, wodurch nur eine extrem niedrige Plaquebildungsrate erzielt werden kann.

Betrachtet man die erhaltenen Untersuchungsergebnisse im Zusammenhang mit den weiter oben beschriebenen Hauptbedingungen für die bioklimatologische Effektivität elektrostatischer Gleichfelder, so kann man diese für die physiologischen Forderungen als erfüllt betrachten. Durch die bisher erarbeiteten Parameter konnte zweifelsfrei erwiesen werden, daß Gleichfelder natürlicher und hoher Feldstärken durchaus in der Lage sind, biologische Vorgänge auszulösen oder zu beeinflussen.

Änderungen physiologischer Meßgrößen können jedoch nur bei Überschreitung biologischer Reizschwellen eintreten, was wiederum das Eindringen des luftelektrischen Faktors in den Organismus erfordert.

Ob jedoch natürliche Gleichfelder auch in der Lage sind, in geschlossene Räume einzudringen, die Eindringungstiefe, deren Intensität und biologische Wirksamkeit, konnte im Rahmen dieser Arbeit selbstverständlich nicht geklärt werden. Eine Aussage darüber werden derzeit laufende Untersuchungen ermöglichen.

Als medizinisch therapeutisches Zwischenergebnis aus den bisherigen bioklimatologischen Untersuchungen über die Luftelektrizität kann abgeleitet werden, daß die zukünftige praktische Anwendung der elektrostatischen Gleichfelder auf dem Gebiet der Raumklimatisierung liegt. Durch außenklimatische Störvorgänge bedingte, unperiodische Schwankungen sowie durch das jeweilige Raumklima verursachte Änderungen des luftelektrischen Gleichfeldes stellen zweifelsfrei meteorotrope Noxen dar, welche spontan Fehlreaktionen und Krankheiten auslösen oder bereits bestehende pathologische Zustandsbilder verschlechtern können. DE RUDDER (11) gibt folgende Krankheiten an, für die ein Meteorotropismus als gesichert gilt: Wetterschmerzen an chronisch veränderten Geweben, Herz- und Kreislaufstörungen, Lungenembolie, Apoplexie, Herzinfarkt, pektanginöse Zustände, akuter Herztod, Steinbeschwerden und Anfälle im Bereich der Gallen- und Harnwege, Säuglingstetanie in akuten Manifestationen, Glaukomanfall, akute Grippehäufungen, psychische Wirkungen bis zu gesteigertem Selbstmord und Todesfälle insgesamt. Dasselbe kann auch mit großer Wahrscheinlichkeit für Kehlkopfkrupp, Pneumonien, Gestationseklampsie, Anfälle von traumatischer Epilepsie, Appendizitis, akute Anginen sowie Hämoptoen angenommen werden.

Allein daraus läßt sich die zwingende Notwendigkeit erkennen, im Krankenhaus Therapieräume mit konstantem Elektroklima zu schaffen, das den optimal gesundheitsfördernden luftelektrischen Verhältnissen bei Schönwetter anzugleichen ist.

Durch ein so beschaffenes, simuliertes „Schönwettermilieu“ werden alle jene Faktoren, die bislang als Ursache der Wetterfühligkeit erkannt wurden, ausgeschaltet; gleichzeitig damit tritt noch die stimulierende Wirkung auf das Stoffwechselgeschehen als eine generelle Hebung des Allgemeinbefindens hinzu. Die Forderung nach Elektroklimatisierung begründet sich schon allein in der Tatsache, daß es unphysiologisch ist, Schwerkranke oder Frischoperierte am natürlichen Witterungsgeschehen teilnehmen zu lassen; denn ein geschädigter Organismus benötigt zur

Gesundung eine optimale funktionelle Konstanz bei minimaler Leistung. Da gewisse Regelmechanismen des organischen Milieus gestört sind, können äußere Einwirkungen nicht verarbeitet werden. Schwache Impulsprogramme, welche die periodischen Tagesgänge bzw. die durch atmosphärische Störvorgänge verursachten unperiodischen Schwankungen des luftelektrischen Gleichfeldes simulieren, könnten dazu beitragen, den geschwächten Organismus allmählich wiederum zu tonisieren, bis zuletzt starke Reizprogramme den Rekonvaleszenten für den Alltag im Normalwetter vorbereiten. Ähnliche Wege der Therapie sollten auch zur Behandlung und Prophylaxe von Meteorotropismen sowie Infektionskrankheiten verschiedener Genese besprochen werden. Eine detaillierte Forschung in letzterer Hinsicht wird noch erforderlich sein.

Ein weiteres Anwendungsgebiet findet sich in der Operationsvorbereitung.

In den typischen Föhnwinden der Alpen sowie in den Föhngebieten des Alpenvorlandes und anderen Gegenden mit derartigen Wetterlagen erscheint die Nutzung dieser Möglichkeit besonders vordringlich, da bekanntlich schwierige und dringliche Eingriffe häufig ausgesetzt werden müssen. Zusätzliche Einsatzmöglichkeiten der Elektroklimatisierung bieten Aufenthalts- und Arbeitsräume, in welchen durch Bauweise und Zwecknutzung von vorneherein mit bioklimatologisch ungünstigen Verhältnissen zu rechnen ist.

Literatur

1. ALTMANN, G.: Der Einfluß statischer elektrischer Felder auf den Stoffwechsel der Insekten. Z. Bienenforsch. 4 (1959) 199-201
2. ALTMANN, G.: Die physiologische Wirkung elektrischer Felder auf Tiere. Verh. Dt. Zoolog. Ges. in Wien 1962
3. ALTMANN, G.: Weitere Untersuchungen der physiologischen Wirkung elektrischer Felder auf Tiere. Verh. Dt. Zoolog. Ges. in Innsbruck 1968
4. ALTMANN, G.: Die physiologische Wirkung elektrischer Felder auf Organismen. Arch. Meteorol. Geophys. u. Bioklim. Ser. B 17 (1969) 269-290
5. ALTMANN, G.: Untersuchungen der physiologischen Wirkung elektrischer Felder auf Tiere. Umschau 69 (1969) 242-243
6. BORTELS, H.: Beziehungen zwischen Wetterwechsel, Atmung und Farbstoffbildung bei Mikroorganismen. Zbl. Bakt., II. Abt. 109 (1956) 329-335
7. BORTELS, H., D. MASSFELLER: Schwankungen der Toxinbildung von *Pseudomonas tabaci* (Wolf et Foster Stevens) im Vergleich mit Änderungen des Luftdruckes. Z. Phytopath. 49 (1963/1964) 362
8. BORTELS, H., D. MASSFELLER, E. WEDLER: Das Gefrieren kleiner Wassermengen als solar-meteoro-biologische Modellreaktion. Naturwiss. 52 (1965) 181
9. BUSCH, H. J.: Nachweis des Einflusses eines elektrostatischen Feldes auf lebende Zellen. Naturwiss. 48 (1961) 654
10. DANIEL, K. W. O.: Zur Frage der Wiederherstellung des natürlichen elektrischen Feldes und seiner Einwirkung auf nervöse Störungen sowie die allgemeine Steigerung der Leistungsfähigkeit. Erfahrungsheilkunde H. 12 (1958)
11. DE RUDDER, B.: Grundriß einer Meteorobiologie des Menschen. 3. Aufl., Göttingen-Heidelberg (1952)
12. FISCHER, G.: Die Wirkung elektrostatischer Gleichfelder, tierexperimentelle Ergebnisse. Zbl. Bakt. Hyg., I. Abt. Ref. 229 (1972) 337-338
13. FREY, W.: Die Abhängigkeit der Blutzirkulation von atmosphärischen Einflüssen. Schweiz. med. Wschr. 3 (1949) 54-56

14. HAHN, F.: Die biologische Bedeutung des luftelektrischen Feldes. *Erfahrungsheilkunde* 7/8 (1953)
15. HAHN, F.: Die elektrische Aufladung der Ställe. *Tierärztl. Umschau* 12 (1955)
16. HAHN, F.: Neuartige Erkenntnisse und Wege der Raumluftbehandlung und Klimatisierung. *Klima-Technik* 6 (1961)
17. HAHN, F.: Moderne Luft- und Elektro-Klimatisierung. *Bodenwand und Decke* 9 (1961)
18. HAHN, F.: Die praktische Anwendung der Elektro-Klimatetechnik. *Klima-Technik* 8 (1961) 7-11
19. HAHN, F.: *Luftelektrizität gegen Bakterien für gesundes Raumklima und Wohlbefinden.* Albrecht Philler Verlag, Minden (1971)
20. ISRAEL, H., H. W. KASEMIR: Über die Schirmwirkung von Gebäuden auf die Schwankungen des atmosphärisch-elektrischen Feldes. *Annalen der Geophysik* 7 (1951) 63-68
21. ISRAEL, H.: *Luftelektrizität und Radioaktivität.* Springer-Verlag, Berlin (1957)
22. ISRAEL, H.: *Atmosphärische Elektrizität, Teil I und II.* Akademische Verlagsges. Geest. u. Portig KG., Leipzig (1957 und 1961)
23. JERNE, N. K., A. A. NORDIN, C. C. HENRY: The agar plaque technique for recognizing antibody-producing cells. *Cell-bound antibodies.* Philadelphia (1963)
24. JERNE, N. K., A. A. NORDIN, C. C. HENRY, H. FUJI, A. M. C. KOROS: The agar plaque technique for recognizing individual antibody forming cells. A manual published by Department of Microbiology, School of Medicine, University of Pittsburg/Pennsylvania (1966)
25. KNICKERBOCKER, G. G., W. B. KOUVENHOVEN, H. C. BARNES: Exposure of mice to a strong AC electric field - an experimental study. *I. E. E. E. Trans. on power apparatus and systems*, vol. pas. 86, Nr. 4 (April 1967) 498-505
26. KÖNIG, H.: Der Einfluß elektrischer atmosphärischer Vorgänge auf den Menschen. *Umschau* 6 (1961) 168-170
27. KRITZINGER, H. H.: Von den elektrobiologischen Vorzügen des Holzhauses. *Mitt. d. Dt. Ges. f. Holzforsch. (Stuttgart)* 43 (1958) 85-100
28. KUKOWKA, A.: Zum Problem der Luftelektrizität. *Zeitschr. f. Meteorologie* 13 (1959) 44-51
29. LANG, S.: Untersuchungen über die verhaltensphysiologischen und stoffwechselphysiologischen Auswirkungen der faradayschen Abschirmung und künstlicher luftelektrischer Gleich- und Wechselfelder auf weiße Mäuse (*Mus musculus*). *Diss. d. Math. Nat. Fak. Univ. d. Saarl. Saarbrücken* (1970)
30. LANG, S.: Änderungen des Wasser und Elektrolythaushaltes bei weißen Mäusen unter Einfluß von Faraday-Bedingungen und eines Rechteckimpulsfeldes der Frequenz 10Hz. *Verh. Dt. Zoolog. Ges., Helgoland* (1971) 176-179
31. LANG, S.: Faradayscher Käfig verändert Ionenmilieu des Blutes. *Umschau* 12 (1972) 390
32. LOTMAR, R., W. R. RANSCHT-FROEMSDORFF: Intensität der Gewebeatmung und Wetterfaktoren (Korrelation des QO_2 von Kaninchenhaut und Atmospheric). *Z. Angew. Bäder- u. Klimaheilkunde* 15 (1968) 1-10
33. LOTMAR, R., W. R. RANSCHT-FROEMSDORFF: Dämpfung der Gewebeatmung (QO_2) von Mäuseleber durch künstliche Impulsstrahlung. *Int. J. Biometeor.* 13 (1969) 231-238
34. LUEDER, H.: *Elektroklimatisierung im Hinblick auf die biologischen Wirkungen lufttechnischer Anomalien.* Klima-Technik 1966
35. MÖSE, J. R., G. FISCHER: Zur Wirkung elektrostatischer Gleichfelder, weitere tierexperimentelle Ergebnisse. *Arch. Hyg.* 154 (1970) 378-386
36. MÖSE, J. R., G. FISCHER, J. PORTA: Die Wirkung des elektrostatischen Gleichfeldes auf den Sauerstoffverbrauch der Mäuseleber. *Arch. Hyg.* 154 (1971) 549-552
37. MÖSE, J. R., S. SCHUY, G. FISCHER: Versuchsanlage zum Studium der Wirkungen von elektrostatischen Gleichfeldern an kleinen Laboratoriumstieren und die damit erzielten Ergebn. *Biomed. Technik* 17 (1972) 65-70

38. MÖSE, J. R., G. FISCHER, H. STRAMPFER: Wirkung des elektrostatischen Gleichfeldes auf immunbiologische Reaktionen (in Vorbereitung).
39. REINDERS, H.: Ein Beitrag zur Klärung der Einflüsse elektrostatischer Gleichstromfelder auf die Gestaltung der Raumluft in Aufenthaltsräumen. Niederrhein-Verlag Heinrich Pfaar OHG, Kaarst (1964)
40. REITER, R.: Beziehungen zwischen Reaktionszeit des Menschen, Verkehrsunfallziffer und meteorologischen Vorgängen. Münch. med. Wschr. 93 (1952)
41. REITER, R.: Neuere Untersuchungen zum Problem der Wetterabhängigkeit des Menschen. Arch. Meteorol. Geophys. und Bioklim., Ser. B 4 (1953) 327-377
42. REITER, R.: Nachweis der biologischen Wirksamkeit elektrischer Wechselfelder niedriger Frequenz. Naturwiss. 41 (1954) 1-3
43. REITER, R.: Meteorobiologie und Elektrizität der Atmosphäre. Akad. Verlagsges., Leipzig (1960)
44. SCHORER, G.: Über die biologischen Wirkungen ionisierter Luft. Schweiz. med. Wschr. 14 (1952) 350-354
45. WEVER, R.: Einfluß schwacher elektromagnetischer Felder auf die circadiane Periodik des Menschen. Naturwiss., 55 (1968) 29-32

Dr. G. FISCHER, Hygiene Institut der Universität Graz, Universitätsplatz 4, A-8010 Graz, Österreich.