

Glaser ✓

Medical University Clinic Jena

THE INFLUENCE OF ULTRASHORT WAVES on the HEAT REGULATION OF RABBITS

by Alfred Strassburger and Erwin Schliephake

(submitted 24 August 1934)

Conclusions:

In our tests it was possible for the first time, to produce in a certain way, disturbances in the central nervous system without mechanical intervention, and with causing no injuries. In agreement with older authors it showed, that fever can be produced by central effect. In addition, with different dosage effect certain partial functions of heat regulation could be disturbed. The development of fever in our studies cannot be explained, as mentioned above, by heat convey in the condenser field with the following heat distribution in the body. The amounts of energy for this are too small since they are concentrated on a very narrow circumscribed area. Also, speaking in this sense, the changes in body temperature during flowthrough are usually too small, and stronger changes usually occur after some hours. On the other hand, in just such tests, where during flowthrough a rise in temperature is present, only small result symptoms occur. Heat convey in the test and biological effect do not run parallel. For this interpretation speaks also the dependency of wavelength. With wave lengths above 6 m, we were never able to produce differential disturbances, even with such field strengths which resulted in injury to the skin and the spinal bones. In this connection must be mentioned, that according to earlier work, it is not possible to produce similar disturbances with the usual high frequency- and diathermy currents. Local temperature rises could be achieved, but never regulation disturbances in treatment of central organ. In this connection ~~xx~~ should be mentioned the finding by Reiter, that with flowthrough of the brain of cold blooded animals, which do not have a heat center, similar

disturbances and fever symptoms never occur. Our results have an ~~an~~ analogy in the results of Schliephake and Weissenberg, who following a brain flowthrough found a rise in blood sugar and in the findings of Hoff and Weissenberg, who after a flowthrough in the small brain of man, according to location, found diverging and rising reactions. Our results could be reproduced in numerous test series, however, a few tests were negative. There is therefore, an individual sensitivity toward short wave effect.

The variously strong and variously differentiated disturbances after certain dosages in the USW-field, can be explained only with the assumption of a selective effect of certain wave lengths on certain types of ganglia cells. We know from the investigations of Schliephake and Paetzold that such a selective effect on cells and colloid particles is possible. In our case also, this selectivity is established by the histological examinations of Ostertag, on the brains of our test animals. From these examinations conclusions can be drawn also, that according to each fieldstrength, stimulation effects and destructions were produced and that according to the wave length different types of cells were selectively stimulated or destroyed.

More recent views consider not only the study of fever, but also of colds. The fact, that a great number of animals became ill with "colds", pneumonia, rhinitis, pleuritis, points to the fact, that a disposition to colds has been the result of central injury. It needs only the addition of some otherwise ineffective, exogenous factor to make a "cold" manifest.

Summary:

With the effect of a band-formed ultra shortwave field on the brain and medulla oblongata of rabbits we were able to produce disturbances in heat regulation from the outside without causing injury.

With different dosages of field strength and wave length it was possible,

to produce disturbances of different type and different degree. Following flowthrough with wave lengths from 4 - 6 m rises in temperature occurred a few hours later, which equalized again in part after a few days to weeks, in part remained until death. In another part the variations in daily temperatures were extraordinarily increased for some time. Following especially strong dosages temperatur falls occurred which, in part, led to death. Most of the animals with lasting disturbances die later of pleuritides and pneumonias ("colds").

Disturbances could be caused with wave lengths between 3 and 4 m, which at first were not noticeable and appeared only in reactions to outer stimulation. According to dosage, animals in this group also reacted differently. In part, the defense against heat- and cold effects was disturbed; some of these reacted insufficiently only against heat, some only against cold, a third group against both types of heat effect.

Another group of our animals had lost the ability to react to an injection with the fever producing bacterial extract "pyrifer" with a rise in temperature, in some it even resulted in lower temperature. These disturbances also equalized later in some of the animals, in others they remained. This shows, that the production of fever caused by bacterial material can be prevented by destruction in the central organ. We refer to the ~~hisaxk~~ histological examinations of Ostertag, who showed corresponding changes in disturbances of certain ganglia cell groups.

INTERLIBRARY LOAN REQUEST

REQUEST A

According to the A. L. A. Interlibrary Loan Code

Date of request: 5/28/70 Remarks:

Borrowing Library
Fill in left half of form; send sheets A, B and C to lending library, and enclose shipping label. For use of

Biophysics Status Dept.

Author (or Periodical title, vol. and year)

Archiv für experimentelle pathologie

V. 177, 1935

Title (with author & pages for periodical articles) (Incl. edition, place & date)

Strassburger, p. 1-17

Call No.

WI NA987

Any edition

Verified in (or Source of reference)

If non-circulating, please send cost estimate for microfilm photoprint

Lending Library

NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE

LIBRARY

NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH
BETHESDA, MARYLAND 20014

Fill in pertinent items under

REPORTS;

return sheets B and C to

Borrowing library

4

No. 485
GAYLORD
BROS. INC.

Printed
in U.S.A.

MA

REPORTS: Checked by _____
SENT BY: BOOK RATE Express Collect
 Other _____ Insured for \$ _____

Date sent _____ Charges \$ _____
DATE DUE _____ (or period of loan)

For use in library only

← Fold

NOT SENT BECAUSE:

Not owned by library Hold placed
 Non-circulating Request again
 In use
 Other:

Suggest you request of:

Estimated Cost of: Microfilm _____
Photoprint _____

RECORDS: (Borrowing library fills in)

Date vol. received _____

Date vol. returned _____

By BOOK RATE Express Prepaid

Other _____ Insured for \$ _____

RENEWALS: (Request and report back on sheet C. Interim Report)

Requested on _____

Renewed _____

(or period of renewal)

Note: No acknowledgment of receipt or return is required. The receiving library assumes responsibility for notification of non-receipt. Stamps in payment of transportation costs should accompany sheet D; Notice of return. AUTHORIZED BY: I. P. Leibman

Glaser ✓
US/29

Aus der Medizinischen Universitätsklinik zu Jena (Direktor Prof. Dr. Veil).

Der Einfluß von Ultrakurzwellen auf die Wärmeregulierung der Kaninchen.

Von

Alfred Straßburger und Erwin Schliophake.

Mit 10 Textabbildungen.

(Eingegangen am 24. VIII. 1934).

This has been translated

Unsere heutige Auffassung von der Wärmeregulation und der Fieberentstehung stützt sich hauptsächlich auf die Arbeiten von Krehl und Isenschmid, sowie Freund und Grafe, die in der Zwischenzeit nur geringe Erweiterungen erfahren haben. Aus dem neueren Schrifttum erwähnen wir hier des beschränkten Raumes halber nur einige Arbeiten, die besondere Beziehungen zu unseren Untersuchungen haben.

Zur Erforschung der zentralen Wärmeregulation gab es bis jetzt folgende Mittel:

- den Wärmestich, der eine grob anatomische, mechanische Schädigung des Wärmезentrums darstellt,
- Eingriffe in das Liquorsystem, die ebenso wie beim Menschen nach Versuchen von Jacoby und Römer beim Kaninchen fiebererzeugend wirkten,
- Injektion pyretisch wirksamer chemischer Stoffe, wie
 - Eiweißabbauprodukte, wie sie durch abnormen Zellverfall im eigenen Körper entstehen, oder als Folge von Bakterieneinwirkungen reaktiv im Körper gebildet oder durch Bakterienauflösung frei werden (aseptische und bakterielle Fieberursachen),
 - einfachster Stoffe (Salze und Wasser);
- einige Stoffe, die peripher als Sympathikusreizmittel angreifen und stoffwechselsteigernd wirken: Kokain, Coffein, Nikotin;
- Funktionelle Störungen müssen als Fieberursache anerkannt werden, nachdem es gelungen ist, durch Hypnose Temperatursteigerungen zu erzeugen (Eichelberg, 1921).

Mit elektrischer Reizung versuchte Girard 1886 das Wärmезentrum direkt anzugreifen, während es E. Sachs¹ nicht gelang, durch elektrische Reizung des Nucleus caudatus und lentiformis Temperatursteigerungen zu erzielen. Tschermak, der den Einfluß des Nucleus caudatus auf den Wärmehaushalt anerkennt, behauptet, daß das Corpus striatum für elektrische Reize überhaupt unerregbar sei.

¹ J. of exp. med. 14, (1911).
Archiv f. experiment. Path. u. Pharmacol. Bd. 177.

Hansama, Bunishi fanden 1929 bei direkter mechanischer, thermischer und elektrischer Reizung der Regio subthalamica bei Katzen ein Gebiet, das thermogenetisch reagierte. Die thermogenetische Zone reagiert auf Kältereize mit Temperaturerhöhung, auf Wärmereiz mit Temperaturniedrigung. Die durch Wärmeapplikation hervorgerufenen schweißtreibenden Impulse werden nach Ansicht des Autors wahrscheinlich durch den Parasympathikus, die Reaktionen auf Kältereizung wahrscheinlich durch den Sympathikus zu den Erfolgsorganen weitergeleitet. Sueoka Salom (Japan 1931) will nach seinen Ergebnissen ein beherrschendes Wärmeregulationszentrum nicht anerkennen. Die Ergebnisse seiner Durchschneidungsversuche schienen den Autor darauf hinzuweisen, daß man mit Einstich-, sowie Ausschaltungsversuchen das im Großhirn circumskript lokalisierte Zentrum der Wärmeregulation nicht nachweisen kann, sondern daß vielleicht die Wärmeregulation aus dem Zusammenwirken verschiedener Stoffwechselfvorgänge resultiert.

Unsere Untersuchungen gehen von der von Schliephake gefundenen Tatsache aus, daß mit Ultrakurzwellen eine Einwirkung auf tiefliegende nervöse Organe ohne jede äußere Verletzung möglich ist. Beobachtungen an Menschen, die sich lange Zeit im Kurzwellenfeld befunden hatten, ließen Schliephake vermuten, daß die nervöse Substanz in irgendeiner Weise besonders stark beeinflusst würde. Da bei Kurzwellenanwendung starke Wärmeerscheinungen auftraten, waren Untersuchungen des Einflusses auf die Temperaturregulierung von besonderem Interesse. Besonders nach den Befunden der differenzierten Wirkung verschiedener Wellenlängen erschien auch eine verschieden differenzierte Beeinflussbarkeit der Nervensubstanz wahrscheinlich.

Um die Frage der lokalen Reaktion und des allgemeinen Wärmeausgleichs nach Kondensatorfeldbehandlung zu studieren, wurden verschiedene Körperabschnitte des Versuchstieres der Feldwirkung ausgesetzt, dabei während und nach Behandlung oral und rektal kontrolliert. Hierbei fand Schliephake, daß trotz der Kleinheit des Versuchstieres (Meerschweinchen) die Wärmeverteilung über den ganzen Körper sehr langsam vor sich ging.

Bestätigt würden diese Ergebnisse von Bungers und Ronald Christie, die die Abhängigkeit der Wärmebildung vom Blutkreislauf bei Diathermie untersuchten. Sie fanden, daß beim Einschalten des Stromes die Temperatur zunächst in dem behandelten Lungengebiet und erst nach einigen Minuten auch im Rektum anstieg. Bei einer Erhöhung der Stromstärke stieg ebenfalls zuerst die Lungentemperatur sofort an, während die Rektaltemperatur etwas nachhinkte, was darauf zurückzuführen ist, daß die Temperaturerhöhung im Rektum durch die Blutzirkulation zustande kommt. Wird das Tier plötzlich getötet, so steigt die Temperatur zwischen den Diathermieelektroden sofort ganz bedeutend an, während außerhalb des Durchströmungsgebietes, wie im Rektum, das Thermometer nur eine ganz allmähliche und geringfügige Temperaturzunahme zeigt. Die Ursache liegt darin, daß mit Aufhören der Zirkulation auch die Wärmeregulierung durch die Haut wegfällt.

Aus diesen Versuchen ergibt sich die Wichtigkeit der Kreislaufverhältnisse für das Entstehen einer lokalen Erhitzung oder eines allgemeinen

Anstiegs der Körpertemperatur. Nach Kurzwellen fand Schliephake, daß die Wärmeverteilung bei Beeinflussung der Vorder- oder Hinterhälfte des Körpers verschiedenartig war.

Schliephake beobachtete außerdem, daß fast in allen Versuchen ein nachträgliches Absinken der allgemeinen Temperatur auftrat, was er als Zeichen einer Überkompensation ansieht. Außer diesen Befunden, die sich durch die besondere Art der Wärmezufuhr allein erklären lassen, konnten durch das Kurzwellenfeld direkte Störungen der zentralen Wärmeregulation hervorgerufen werden. Auf Grund dieser Erkenntnis haben wir auch den Kurzwelleneinfluß auf die zentrale Wärmeregulation in systematischen Versuchsreihen untersucht.

Methodik. Als Versuchstiere kamen nur 1½ bis 1 Jahr alte völlig gesunde Kaninchen in gutem Ernährungszustande zur Verwendung. Die Tiere wurden längere Zeit vor, während und nach den Versuchen in Stallungen unter gleichmäßigen, konstanten Temperaturverhältnissen gehalten und wie üblich ernährt. Die labile und individuell verschiedene Körpertemperatur der Kaninchen verlangte eine längere Zeit durchgeführte Temperaturkontrolle vor den Versuchen, um so zunächst einmal ein Bild über die physiologischen Temperaturschwankungen zu bekommen. Es wurden deshalb die Temperaturen etwa 3 Wochen lang vorher dreimal täglich rektal und oral mit dem gleichen Quecksilberthermometer gemessen. Dem besonders von Rob. Stigler hervorgehobenen Einfluß der Tiefe, bis zu welcher man das Thermometer in das Rektum einführt, auf die Messung der Körpertemperatur wurde in unseren Versuchen ebenfalls Rechnung getragen. Stigler teilt in seiner Arbeit über vergleichende Untersuchungen der physiologischen Wärmeregulation mit, daß der Unterschied zwischen den in verschiedenen Tiefen des Rektums abgelesenen Temperaturen um so geringer ist, je näher die Außentemperatur der Körpertemperatur kommt. Der Temperaturunterschied bei 2 cm und 3,5 cm Tiefe rektaler Messung kann einige Dezigrad betragen. Mit Rücksicht auf diese Hinweise haben wir bei unseren exogen hervorgerufenen Hypo- und Hyperthermieversuchen die Rektaltemperatur stets am 4 cm tief eingeführten Quecksilberthermometer abgelesen. Bei den übrigen Versuchen wurde 2,5 cm tief eingeführt und abgelesen. Oral erfolgte die Messung durch Einlegen des Quecksilberthermometers in die Bäckentasche.

Für die Versuchstage blieben die Tiere vom Vorabend an ohne Futter. Zur Kondensatorfeldbehandlung wurde das Kaninchen in Rückenlage in einem Gipsbett, wie es Haase angegeben hat, aufgebunden. Hierbei konnten die Tiere so gut wie unbeweglich stillgelegt werden. Außerdem kommt es deshalb besonders zur Anwendung, weil Haase festgestellt hat, daß sich Gips im Kondensatorfeld der 3 m-Wellen nur sehr schwach erwärmt. Da allein durch das Aufbinden und die damit im Anfang einhergehende körperliche Unruhe Temperaturschwankungen möglich waren und beachtet werden mußten, wurde die Körpertemperatur in dieser Lage ¼ Stunde lang vor dem Versuch kontrolliert. Wesentliche Erhöhungen konnten dabei nicht festgestellt werden. Die am aufgebundenen Tier vor oder während des Versuchs gemessenen Temperaturen liegen häufig niedriger als die sonst gefundenen Körpertemperaturen.

Bei den so vorbereiteten Tieren wurde die Hinterkopf-Nackengegend des Versuchstieres der Wirkung eines Kondensatorfeldes ausgesetzt. Durch 1,5 : 5 cm große Kondensatorplatten war eine genaue lokale Einwirkung in streifenförmiger Zone auf den entsprechenden Hirnabschnitt möglich. Nach den grundlegenden Versuchen Schliephakes sind zur Erzielung einer genügenden Tiefenwirkung

die Platten in einem gewissen Abstand von der Hautoberfläche anzulegen. Wir haben in unseren Fällen die günstigsten Feldefekte bei einem Plattenabstand von 1 cm gesehen. Dieser wurde bei Vergrößerung oder Verkleinerung des Feldes, was bei der verschiedenen Größe des Kaninchenkopfes erforderlich war, entsprechend variiert. Die Isolierung zwischen Tier und Kondensatorplatte erfolgte mit Glasplatten.

Nach Abstimmung auf Resonanz begann die Kondensatorfeldbehandlung, die gewöhnlich 10 bis 15, auch 20 und in einem Falle 51 Minuten lang durchgeführt wurde. An den rektal und oral eingelegten Thermometern wurde die Temperatur alle 2 Minuten abgelesen.

Die Störungen, die nach den Durchflutungen auftraten, waren je nach Dosierung und Wellenlänge verschiedener Art. Sie waren zum Teil vorübergehend, starke Dosierung führte dagegen zu bleibenden irreparablen Schäden.

Gruppe 1. Vorübergehende Störungen der Wärmeregulierung.

Versuchsreihe 1. Die Temperaturbeobachtung während der unmittelbaren Einwirkung des Feldes ergab weder bei der feldnahen, oralen, noch bei der feldfernen, rektalen Temperaturmessung einen Temperaturanstieg. Das Tier ließ während und nach Behandlung außer etwas rascher Atmung und beschleunigtem Herzschlag keinerlei Veränderungen des Allgemeinzustandes erkennen. Die Durchflutung schien wirkungslos gewesen zu sein; plötzlich 15 Minuten nach dem Versuch erfolgte unter starkem Temperaturabfall der Exitus. In Übereinstimmung mit Schliephake, der schon bei seinen Versuchen Gleiches beobachtet hatte, wurden auch von mir noch einzelne akute Todesfälle nach Durchflutung gesehen. Man geht wohl nicht fehl, hierbei eine direkte Schädigung des verlängerten Markes als Todesursache anzunehmen, besonders da in den meisten Fällen dieser Art gleichzeitig stärkere zentralnervöse Störungen auftraten.

Versuch 2 (Tier Nr. 51). Nach Bestrahlung fand sich hier rasches Absinken der Körperwärme unter die vorher festgestellte individuelle Temperaturhöhe. Schliephake sieht in dieser Überkompensation bezüglich der Wärmeabgabe eine Beeinflussung der zentralen Wärmeregulierung. Dieser zentrale Einfluß war in unserem Versuch noch an einer leichten Hyperthermie, die in den folgenden Tagen vorübergehend auftrat, zu erkennen.

Versuch 3, Tier Nr. 40 wurde mit 4,5 m-Welle bei 3,6 Amp. Stromstärke im Primärkreis 15 Minuten lang die Hinterkopfnackengegend durchflutet. Schon nach 4 Minuten war die Körpertemperatur feldfern rektal um 0,3° gestiegen, während sie feldnah oral bis zur achten Minute unverändert blieb. Der große Unterschied zwischen oraler und rektaler Erwärmung während des Versuchs ist besonders auffallend, zumal vor und nach Versuch beide Temperaturkurven kaum mehr als 1 bis 2 Dezigrad Distanz zeigten.

Versuch 4, Kaninchen Nr. 339 (Abb. 1), wurde 15 Minuten mit 4,5 m-Wellenlänge bei 1,8 Amp. Stromstärke bestrahlt. Während des Versuchs war zunächst keine Temperatursteigerung aufgetreten. Es folgte jedoch im Verlauf des Tages nach anfänglichem Temperaturabfall ein deutlicher Temperaturanstieg, der 6½ Stunden nach Versuch mit

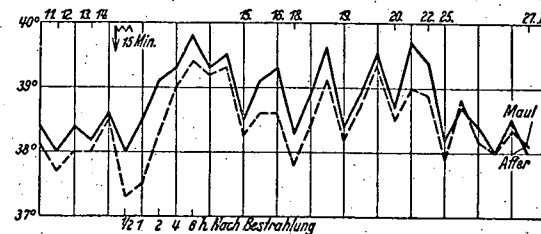


Abb. 1.

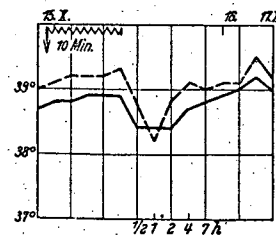


Abb. 2.

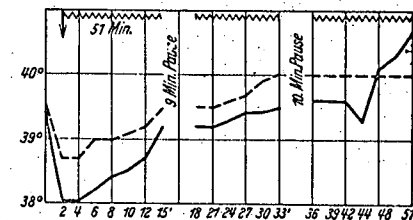


Abb. 3.

39,8° (rektal) 1,5° über der Durchschnittstemperatur dieser Tageszeit lag. Diese Hyperthermie hielt etwa 9 Tage an, danach verlief die Temperaturkurve wieder in gewohnter Höhe.

Ähnlich wie Versuch 4 verlief auch Versuch 5 (Abb. 2) (Kaninchen Nr. 255). (16 m-Welle bei 1,6 Amp. Stromstärke.) Während der Durchflutung eine sehr schnelle, schniefende Atmung (etwa 410 Atemzüge pro Minute), Unruhe. Keine nennenswerte Temperaturerhöhung. Im weiteren Verlauf zeigte sich jedoch ein abnormer Temperaturabfall in der ersten Stunde nach dem Versuch, in den folgenden 14 Tagen eine Hyperthermie von +1° über der Norm.

Versuch 6 (Abb. 3) (Kaninchen Nr. 400). (3,9 m-Wellenlänge bei 2,2 Amp. Stromstärke und 51 Minuten Bestrahlungsdauer.) Das Versuchstier bekam während des Versuchs dauernd gekühlte Luft zugeführt und zeigte außer der gewöhnlichen Atem- und Herzschlagsteigerung keine weitere Unruhe. Die Nasensekretion war nicht wesentlich verstärkt. Die Bestrahlung wurde nach der 15. und 33. Minute je 10 Minuten

unterbrochen. Der Temperaturanstieg erfolgte oral und rektal fast gleichmäßig. Erst nach der 45. Minute setzte ein rapider Anstieg der Maultemperatur ein, der vielleicht durch Erschöpfung der physikalischen Regulationsvorgänge zu erklären ist. In beiden Pausen war kein Absinken der Körpertemperatur zu beobachten. Der in 51 Minuten erreichte Temperaturanstieg betrug $+1,3^{\circ}$ rektal und $+2,7^{\circ}$ oral. Leider ging das Kaninchen nach Versuchsabschluß akut ein, so daß der weitere Temperaturverlauf und eventuelle Regulationsstörungen nicht beobachtet werden konnten. Es bleibt aber interessant, daß eine so eng begrenzte Feldwirkung eine so rasche, starke Steigerung der Körpertemperatur herbeiführen konnte; die Zufuhr an Wärmeenergie genügt hierzu jedenfalls nicht.

Versuchsreihe 7. Die Kaninchen wurden mit der 3,4 m-Welle bei 3 Amp. Stromstärke 15 Minuten lang in der Nackengegend durchflutet. Es gelang auf diese Art an drei aufeinanderfolgenden Tagen während der Durchflutung eine Temperatursteigerung von $1,5^{\circ}$ zu erzeugen. Interessanterweise trat in Versuch 8 bereits nach 2 Minuten ein Anstieg von $0,5^{\circ}$ auf. Es ist bei allen drei Versuchen ferner hervorzuheben, daß der rektal gemessene Temperaturanstieg zeitlich früher und dann auch deutlich relativ stärker als der orale auftritt. Wie schon vorher, beobachten wir auch hier während der Versuche den recht erheblichen Abstand von $1,5^{\circ}$ zwischen Maul- und Aftertemperatur, der weder vor noch nach den Versuchen bestand. Nach Bestrahlung zeigte sich bei allen Versuchen wieder ein übermäßiger Temperaturabfall, später in der Tageskurve eine leichte Hyperthermie, erst am nächsten Tage Rückkehr der Temperatur zur normalen Höhe.

Bei diesem Versuchstier sahen wir zum ersten Male nach Behandlung Störungen des Allgemeinzustandes. Das Kaninchen machte einen benommenen Eindruck; war örtlich desorientiert, statisch recht unsicher, was besonders am ungeschickten, schwerfälligen Lauf zum Ausdruck kam. Ferner bestand auch eine motorische Schwäche, besonders der vorderen Extremitäten, die beim Lauf haltlos umknickten. Der Zustand dauerte $\frac{1}{2}$ Stunde an, danach war das Tier wieder mobil.

Versuch 8 (Kaninchen Nr. 350) wurde ebenfalls mit einer Wellenlänge von 3,5 m bei 2,2 Amp. ausgeführt. Bei zwei Durchflutungen an aufeinanderfolgenden Tagen wurde während einer Dauer von 15 Minuten die Temperatur jedesmal um $0,5^{\circ}$ erhöht. Obwohl diese direkte Wärmebildung nur gering war, zeigten sich doch nach Beendigung des Versuchs erhebliche Allgemeinstörungen. Eine schiefe Kopfhaltung, meist nach links verdreht, unsichere, taumelnde Bewegungen ließen an eine Gleichgewichtsstörung denken. Das Kaninchen fiel beim Laufen stets auf die linke Seite und beschrieb beim Hüpfen immer einen Kreisbogen nach links. Die Erscheinungen dauerten etwa 5 bis 7 Minuten an. Sie traten nach beiden Versuchen gleichartig auf. Die weitere Tem-

peraturkurve zeigte nach Versuch erst den üblichen Abfall, tagsüber wieder leichte Hyperthermie, am nächsten Tage wieder normale Höhe.

Nachdem die temperatursteigernde Wirkung der Kurzwellen bei Durchflutung des Zentralorgans unter bestimmten Bedingungen festgestellt war, wurden weitere Versuche über die Einflüsse einer mit Narkotica kombinierten Kurzwellenbehandlung auf die Temperaturregulation angestellt.

Versuchsreihe 9. Während bei Tier Nr. 321 der gewöhnliche Alkoholeinfluß durch Kondensatorfeldbehandlung nicht verändert wurde, war bei Nr. 332 im Vergleich zum Leerversuch die temperatursenkende Wirkung des Alkohols infolge Kurzwelleneinwirkung verstärkt und verlängert (Abb. 4).

Versuchsreihe 10. Der Temperaturabfall unter Morphium (2 cg) wird durch die Kurzwellendurchflutung nicht wesentlich beeinflußt. Äthernarkose hatte auf die Temperaturkurve keine wesentliche Wirkung. Auch im Kurzwellenfeld wurde hieran nichts geändert.

Versuchsreihe 11. Bei Chloroform kam eine lähmende Wirkung dieses Narkoticums auf die Wärmeregulierung deutlich zum Ausdruck. Wir sahen in der Narkose während der Durchflutung zwar einen Anstieg der Maultemperatur, nach dem Versuch sank aber die Körperwärme weiter stark ab. Es ist weder eine Verstärkung noch eine Abschwächung dieser Chloroformnarkosewirkung eingetreten. (Abb. 5.)

Zusammenfassend läßt sich über vorliegende Untersuchungen sagen, daß durch Kurzwelleneinwirkung auf die Gegend des Wärmezentrumms mittels eines handförmigen Kondensatorfeldes deutliche Störungen der Wärmeregulation erzielt werden konnten. In der Mehrzahl der Fälle konnte in wenigen Minuten ein künstliches Fieber erzeugt werden. Das relativ kleine Kondensatorfeld, das auf die Versuchstiere einwirkte, kann unmöglich etwa durch Wärmeerzeugung eine derartige Steigerung der allgemeinen Körperwärme herbeiführen. Wenn wir, wie in den Versuchen 8 und 11, schon nach 2 Minuten $+0,4^{\circ}$ Steigerung der allgemeinen Körper-

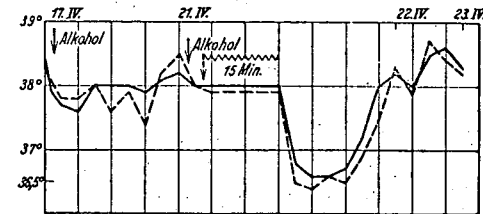


Abb. 4.

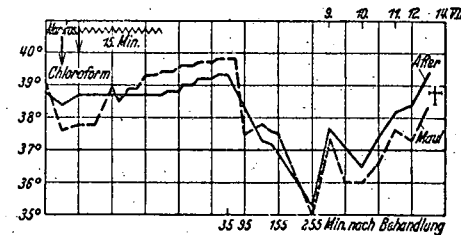


Abb. 5.

temperatur sehen, so kann hier nicht eine Verteilung der zugeführten Kalorien in Frage kommen, sondern es müssen zentralnervös bedingte endogene Wärmebildungsvorgänge als Erklärung herangezogen werden. Gegen Temperaturerhöhung allein durch Umwandlung elektrischer Energie spricht noch 1. die Tatsache, daß der Körpertemperaturanstieg nicht immer, sondern nur bei etwa 60% der Versuche erreicht wurde, obwohl ungefähr immer dieselbe Energiemenge zugeführt wurde, 2. daß die Temperatur des Versuchstieres häufig weit ab vom Kondensatorfeld im Rektum früher und stärker anstieg als im Maul.

In den Versuchsreihen 4 bis 8 kam die zentral bedingte künstliche Fieberbildung durch Kurzwellen besonders deutlich in der raschen Steigerung der allgemeinen Körperwärme um $1,5^{\circ}$ an drei aufeinanderfolgenden Tagen zum Ausdruck. Hier kann wohl eine vorübergehende Reizung des Zentralorgans vermutet werden.

Temperatursteigerungen konnten sowohl mit 16 m- als auch mit 4,5 m- und 4,9 m-Wellen erzeugt werden. Die stärksten Temperaturanstiege wurden jedoch mit Wellenlängen unter 4 m erreicht. Statische und Muskeltonusstörungen entstanden nur bei kurzen Wellen unter 4 m. Die Wirkung wird also bei kürzeren Wellen stärker.

Im Gegensatz zu den meisten übrigen Versuchen konnte an Tieren, die unter Wirkung von Alkohol, Morphium oder Chloroform standen, ein direkter Fieberanstieg nicht erreicht werden. Der Kurzwellenreiz genügt demnach nicht, die in ihrer Funktion gehemmten Wärme- und Stoffwechselfaktoren zur Mehrarbeit zu zwingen, um so die Wirkung der Vasomotorenlähmung, die wohl als Ursache der Temperatursenkung anzunehmen ist, wettzumachen. Es scheint vielmehr, daß der Kurzwellenreiz in einzelnen Fällen die lähmende Wirkung der Narkotica vertieft und verlängert.

Das Absinken der Allgemaintemperatur nach Behandlung, das Schliephake schon beobachtet und als Zeichen lokaler Überkompensation angesprochen hat, konnte ich vielfach bestätigen.

Die häufig beobachteten leichten Temperaturerhöhungen, die oft im Laufe des Versuchstages wieder auftraten, können wohl als Reizwirkung angesprochen werden.

Gruppe 2. Dauernde Störungen.

Außer diesen vorübergehenden Störungen der Wärmeregulation konnten wir Dauerstörungen beobachten, die sich wieder in drei Gruppen einteilen lassen: Die erste Gruppe mit den leichtesten Störungen zeigte am Versuchstage einen Anstieg der Körperwärme um $0,5$ bis 1° ; in den nächsten Tagen traten sehr starke Tagesschwankungen auf, die diejenigen vor dem Versuch trotz immer gleichbleibender äußerer Bedingungen um ein Vielfaches übertrafen; die Tiere waren dabei völlig wohl, ihr Allgemeinzustand war ungestört. Erst nach 8 bis 10 Tagen, oft auch noch später, wurden die Temperaturverhältnisse wieder normal.

Versuchsreihe 12. Vor dem Versuch schwankte die Körperwärme zwischen $38,1$ bis $38,6^{\circ}$. Nach 15 Minuten Kurzwellenbehandlung mit 4,5 m-Wellenlänge kam es $1/2$ Stunde später zu einem Fieberanstieg bis zu $39,8^{\circ}$. Nach 2 Tagen Rückkehr zur Norm, die Körperwärme blieb jedoch in den folgenden 8 Tagen noch recht labil. Es muß also eine zentrale Reizung erfolgt sein.

Versuch 13 (Abb. 6, Kaninchen Nr. 51). Wir sehen nach 15 Minuten Behandlung mit der 4,5 m-Welle, bei der während des Versuchs gewisse Zeichen zentraler Reizung auftraten, in der folgenden Zeit Temperaturen, die 1 bis $1,5^{\circ}$ über der vorher beobachteten durchschnittlichen Körper-

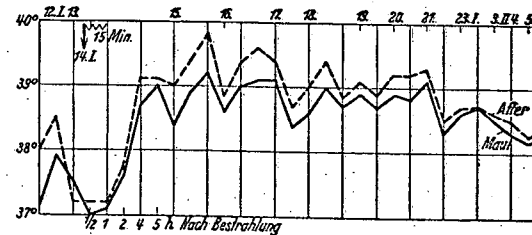


Abb. 6.

wärme liegen. Nach 8 Tagen ist die Temperatur wieder normal. Das Kaninchen war während dieser Zeit völlig mobil, frei von Zeichen einer Erkrankung.

Bei der zweiten Gruppe sahen wir nach Behandlung einen Temperaturanstieg, der längere Zeit anhält. Es schien, als ob die Regulation im ganzen auf ein höheres Niveau eingestellt wäre. Auch noch lange Zeit nach Abklingen dieser Hyperthermie zeigte sich eine vorher nicht vorhandene Labilität der Körperwärme. Der Allgemeinzustand dieser Kaninchen war oft noch längere Zeit gestört. Die Tiere saßen gedrückt und still im Stall und sonderten sich stets von anderen Tieren ab. Sie wurden besonders an den Hinterbeinen unsauber, das Fell wurde struppig, starke Beschmutzung ließen sie ungeachtet bestehen. Nach diesem längeren Siechtum gingen die Tiere zum großen Teil nach einigen Wochen zugrunde. Bei der Sektion wurden Pneumonien, Pleuritiden und Perikarditiden festgestellt, die sich offenbar bei den gestörten vegetativen Vorgängen im Körper leicht entwickeln konnten.

Versuch 14. Nach 15 Minuten langer Durchflutung mit der 4,5 m-Welle bei 2 Amp., wobei keine Temperaturstörungen auftraten, setzte 5 Stunden später ein Temperaturanstieg ein. In den folgenden Tagen stieg das Fieber noch höher an und blieb so einige Wochen bestehen. Die Tagesschwankungen lagen im Durchschnitt um 1 bis $1,5^{\circ}$ höher als vor dem

Versuch. Unter Erscheinungen einer Pneumonie ging das Tier nach 5 Wochen ein. Bei Sektion zeigten sich in beiden Lungen ausgedehnte pneumonische Herde.

Versuch 15. Bei zweimal 15 Minuten langer Kurzwellendurchflutung mit 3,5 m Wellenlänge und 3 Amp. Stromstärke kam es während des Versuchs nur zu geringer Temperatursteigerung. 3 Tage danach trat eine erhebliche Labilität der Wärmeregulation auf. Schließlich kam das Tier in einen Zustand mit allen typischen Erscheinungen dieser zentral stark beschädigten Gruppe. In den letzten Tagen, bevor es zur pathologisch-anatomischen Untersuchung abgeschickt wurde, waren die Extremitäten des Tieres völlig gelähmt. Atmung, Nahrungsaufnahme und Verdauung waren bis zuletzt ungestört. Besonders auffallend war das 14 Tage nach Durchflutung auftretende Absinken des Temperaturniveaus um durchschnittlich $1,5^{\circ}$, rektal stärker als oral.

Alle Erscheinungen dieser Gruppe sprechen dafür, daß hier Dauererschädigungen der besonderen Zentren eingetreten sind.

Bei der dritten Gruppe müssen wir akute Veränderungen des Wärmecentrums und anderer lebenswichtiger Zentren als Folge der Kurzwellendurchflutung annehmen, die zum raschen Exitus führen.

Versuch 16. Das Tier wurde mit 3,4 m Wellenlänge bei 2,4 Amp. im Kreis durchflutet. Der Temperaturanstieg während des Versuchs war nur gering, in der sechsten Minute $\pm 0,3^{\circ}$. Plötzlich ging das Tier in der achten Minute bei einer Temperatur von $39,8^{\circ}$ akut zugrunde.

Die vorliegenden Ergebnisse lassen auf Störungen der Wärmeregulation verschiedenen Grades schließen. Vorübergehende Reizung, erkenntlich an vorübergehenden Temperatursteigerungen. Länger anhaltende Reizung mit längere Zeit bestehender Hyperthermie; nach der zu beobachtenden Labilität hat der Reiz offenbar auch intensiver gewirkt. In der letzten Gruppe Temperaturabfall oder akuter Exitus, also Erscheinungen, die durch völliges Versagen der Wärmeregulationsvorgänge sowie auch anderer lebenswichtiger Zentren im Kurzwellenfeld zu erklären sind.

Gruppe 3. Störungen der Reaktionsfähigkeit auf äußere Einwirkungen.

In einer weiteren Gruppe von Versuchen sollte festgestellt werden, inwieweit die Reaktionsfähigkeit auf äußere Wärme- und Kältereize durch die Kurzwellendurchflutungen verändert worden war. Wir benutzten zu diesem Zwecke Heißluftbäder von 50 bis 60° Temperatur und 20 bis 40 Minuten Dauer und Kaltwasserbäder mit einer Temperatur von 13 bis 16° .

In den Heißluftbädern erreichten die meisten Tiere Temperaturen um 40° herum, mit individuellen Schwankungen von 1° . Nach den Versuchen war eine Polypnoe von über 400 Atemzügen pro Minute, stark hachelnde Atmung und ein starker Nasensekretfluß zu beobachten. Die Kaninchen wurden nach dem Versuch stets wieder in die Stallung mit gleichbleibender Temperatur von 18°C zurück-

Der Einfluß von Ultrakurzwellen auf die Wärmeregulierung der Kaninchen. 11

gebracht. Dort kehrte die Körperwärme in der Regel innerhalb von 2 Stunden zur Norm zurück. Niemals sahen wir trotz der so stark gesteigerten Außentemperatur einen Hitzschlag infolge Erschöpfung des Wärmeregulierungsapparates eintreten.

Dem Kaltwasserbad von 13 bis 16° wurden die Kaninchen 15 Minuten ausgesetzt. Die Körpertemperatur fiel danach auf 34° oral und 26 bis 30° rektal ab. Der stets stärkere rektale Abfall ist wohl mit dadurch bedingt, daß der Kopf nicht mit ins Bad einbezogen werden konnte. Nach dem Bade wurden die Tiere abgetrocknet und der weitere Temperaturverlauf kontrolliert. Auch bei diesen Versuchen war 2—3 Stunden nach dem Bade die Körpertemperatur wieder normal hoch.

Wurden die gleichen Maßnahmen nach Kurzwellendurchflutung wiederholt, so zeigte die Hälfte der Fälle keine wesentlichen Unterschiede im Temperaturverlauf. Die Tiere gehörten zu der Gruppe, bei der auch sonst keine besonderen Störungen eingetreten waren.

Die leichteste Störung bei den anderen Tieren bestand in einer Verzögerung der Temperaturrückkehr zur Norm. Bei einem Teil der Tiere verlief die Reaktion auf Heißluftbäder genau wie im Leerversuch; beim Kaltwasserbad dagegen wurde die Normaltemperatur erst am folgenden

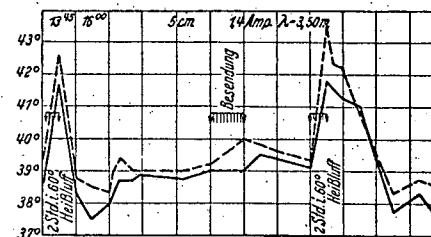


Abb. 7.

Tage wieder erreicht. Bei anderen behandelten Tieren sahen wir in den Bädern bedeutend verstärkten Wärmeanstieg bei Hitze und Temperaturabfall bei Kälte.

Versuch 17. Die Abb. 7 zeigt den Temperaturverlauf unter Heißluftbad von 60° und 2 Stunden Dauer vor und nach Durchflutung (Wellenlänge 3,5 m).

Versuch 18. Durchflutung mit der 4,5 m-Welle; zeigt deutlicher den Unterschied im Kaltwasserbad von 14° . Die Maultemperatur fiel nach Durchflutung um $3,8^{\circ}$, die Aftertemperatur um 2° stärker ab als vorher.

Versuch 19. Das Versuchstier hatte nach 45 Minuten Heißluftbehandlung von 50° eine Körperwärme von $41,6^{\circ}$ erreicht; diese war nach 2 Stunden wieder zur normalen Höhe von $39,3^{\circ}$ heruntergesunken. Danach blieb das Tier völlig mobil und im Temperaturverlauf ungestört. Der gleiche Versuch wurde nach drei aufeinanderfolgenden Kurzwellenbestrahlungen, die mit erheblichen Reaktionen verliefen, wiederholt. Der Wärmeregulationsmechanismus war jetzt gegen die gleichstarke Erwärmung völlig ungenügend. Das Heißluftbad verursachte eine Körpererwärmung auf $43,2^{\circ}$. Das Tier lag lang ausgestreckt regungslos vor uns und zeigte alle Abkühlungsmaßnahmen (hachelnde Polypnoe, starke

Nasensekretion) wie vor Besendung. Trotzdem blieb die Hyperthermie bestehen und das Kaninchen ging 1 Stunde später bei 42° Körperwärme zugrunde.

Versuch 20 (Abb. 8). Im Versuch 29 (4,5 m-Kurzwellen) zeigt sich die Störung der Temperaturregulierung nach unten. Die Körperwärme kehrt erst nach 7 Stunden zur Norm zurück. Die Regulation arbeitet also im Vergleich zu vorher wesentlich gehemmt. Diese Störung war reparabel, denn der gleiche Wasserbadversuch zeigte nach 5 Monaten wieder normal arbeitende Wärmeregulation.

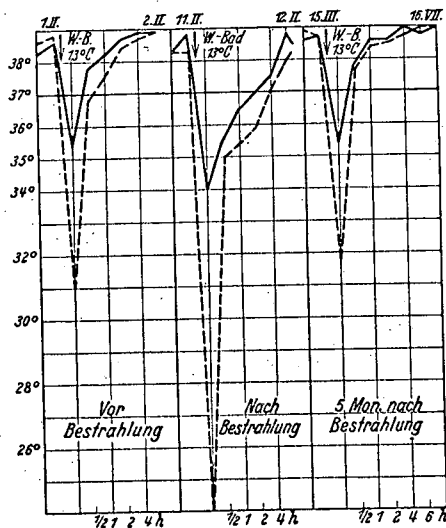


Abb. 8.

lokalisierte Schädigung der chemischen und der physikalischen Wärmeregulation annehmen sollen, oder die Existenz eines Wärme- und Kälte-zentrums (Strasser und Meyer), muß dahingestellt bleiben.

Unzweifelhaft besteht ein deutlicher Einfluß der Wellenlänge. Im allgemeinen muß auch nach diesen Ergebnissen eine intensivere Wirkung der Wellen unter 4 m Länge festgestellt werden.

Gruppe 4. Reaktionsveränderung auf fiebererzeugende Stoffe.

In einer letzten Versuchsreihe wurde die Reaktionsweise auf Injektion von Pyrifor vor und nach Kurzwellenbehandlung geprüft. Pyrifor ist ein pyrogener Eiweißstoff, der aus pathogenen Bakterienstämmen der Koli-gruppe gewonnen wird. Es wurde uns in dankenswerter Weise von der Firma Rosenberg & Co. kostenlos zur Verfügung gestellt. Die Leerversuche

zeigten, daß intravenöse Injektionen von 0,5 ccm Pyrifor Stärke 1 in die Ohrvene regelmäßig ohne Ausnahme auch bei Reinjektionen in verschiedenen Zeitabständen einen starken Temperaturanstieg auf meist 40,5 bis 41° hervorrief.

Für die Kurzwellenbehandlung wurde bei allen Pyriferversuchen die als wirksamst erkannte Wellenlänge von 3,50 m verwendet. Zwecks vergleichender morphologischer Untersuchungen wurden teilweise Halbseitenbestrahlungen des Gehirns im Hinterkopfnackenabschnitt vorgenommen; auch hiernach traten deutliche Störungen der Regulationsvorgänge auf. Soweit die Temperatur während der Besendung noch kontrolliert wurde, war sie mehr oder weniger stark erhöht. Nach Kurzwellenbehandlung konnte nun mehrfach eine veränderte Reaktionsfähig-

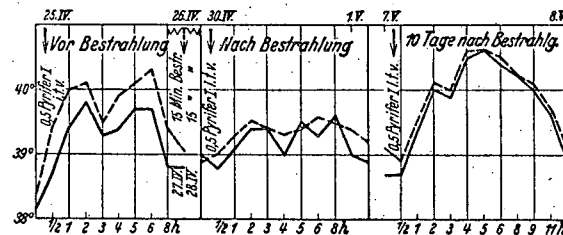


Abb. 9.

keit auf Pyrifor festgestellt werden. Wir können die Störungen dieser Versuchsreihe in zwei Untergruppen zusammenfassen: In der ersten Gruppe ist gewöhnlich nach Kurzwellendurchflutung das Reaktionsvermögen auf Pyrifor eingeschränkt. Die Einschränkung der Reaktionsfähigkeit ist zum Teil vorübergehend, wie die Abb. 9 (Versuch 21) zeigt. Hier ist nach 10 Tagen die Reaktion wieder sehr kräftig, sogar stärker als vor der Durchflutung. Bei einer zweiten Gruppe stellten wir fest, daß nach Pyriforinjektion überhaupt kein Fieber mehr auftrat.

In Versuch 22, wo in mehreren Leerversuchen ganz gleichartige Pyriforkurven erreicht wurden, konnten wir nach 15 Minuten Halbseitenbestrahlung des Kopfes (links) 4 Tage später durch Pyrifor kein Fieber mehr erzeugen. Auch noch nach 11 Tagen entstand auf Pyrifor nur ein ganz geringer Temperaturanstieg (Abb. 10). Ob dieses gebesserte Reaktionsvermögen durch Einspringen anderer Zentren oder Rückbildung der Schädigung zu erklären ist, soll in der vorliegenden Arbeit nicht behandelt werden. Ostertag hat eingehende histologische Untersuchungen an den Gehirnen der durchfluteten Tiere ausgeführt; er hat darüber bereits kurz berichtet und wird seine Befunde noch ausführlich mitteilen.

Im Falle 23 sind die Ergebnisse ähnlich. Vor Durchflutung auf Pyrifir deutlicher Fieberanstieg bis $40,2^{\circ}$. Nach zwei Durchflutungen, nach denen deutliche Erscheinungen zentraler Reizungen auftraten, wurde 2 Tage später nochmals Pyrifir eingespritzt. Diesmal trat kein Fieber auf. Dagegen kam es nach 9 Tagen wieder zum gleichen Anstieg wie im Vorversuch. Das Kaninchen zeigte auch sonst nach Durchflutung eine deutliche Labilität seines Temperaturverlaufs, die später wieder verschwand.

Im Versuch 24 zeigten sich die schwersten regulatorischen Störungen. Nach zwei Durchflutungen traten zunächst keine stärkeren Veränderungen auf. Erst später ergaben sich Zeichen von Schädigung, wie Labilität der Temperaturen, der Wärmeregulationsstörung nach Kaltwasserbad, schließlich veränderter Ablauf des Pyrifirversuchs. Dieser wurde 14 Tage

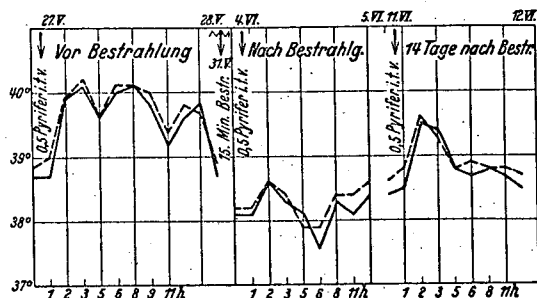


Abb. 10.

nach der Kurzwellenbehandlung ausgeführt. Das Kaninchen hatte am Versuchstage etwas erniedrigte Temperatur. Nach Pyrifirinjektion ergab sich merkwürdigerweise nicht nur kein Wärmeanstieg, sondern sogar ein Abfall, der nach 4 Stunden mit $36,9$ und $37,2^{\circ}$ den tiefsten Punkt erreichte. Das Pyrifir vermochte die Temperatur auch später nie mehr zu steigern. Die Körpertemperatur lag unter der Pyrifirwirkung rektal meist tiefer als oral. In der Folgezeit blieb das Temperaturniveau dauernd erniedrigt, bis das Tier zur pathologisch-anatomischen Untersuchung weggeschickt wurde; Herr Dr. B. Ostertag übernahm in dankenswerter Weise die weitere Beobachtung bis zum Tod des Tieres.

Es steht außer Zweifel, daß hier schwerste pathologische Veränderungen im Gebiet des Wärmecentrums vorliegen müssen, aus denen sich alle diese Störungen nach Durchflutung erklären.

Bei den Pyrifirversuchen muß hervorgehoben werden, daß die Injektionen bei den unbestrahlten Kaninchen niemals unwirksam waren. Es kam, ganz gleichgültig, ob die Pyrifirinjektion nach einigen Tagen

oder Wochen wiederholt wurde, immer wieder zum Fieberanstieg über 40° ; und zwar waren sich die Fieberkurven außerordentlich ähnlich. Eine wechselnde Fieberbereitschaft der wärmeregulatorischen Zentralorgane¹ wurde in unseren Leerversuchen nie beobachtet. Sie kann deshalb als Erklärung für unsere Versuchsergebnisse nicht herangezogen werden. Vielleicht hat die gleichmäßige Temperierung unserer Stallungen einen Anteil am gleichmäßigen Ausfall unserer Versuche. Auch wechselnde Reaktionsbereitschaft der Erfolgsorgane der Wärmeregulierung (Glykogengehalt der Leber usw.) kommt aus dem gleichen Grunde nicht in Frage, zumal auch die Ernährungsverhältnisse konstant gehalten wurden.

Schlußfolgerungen.

In unseren Versuchen ist es zum ersten Male gelungen, in bestimmter Weise differenzierte Störungen im Zentralnervensystem ohne mechanischen Eingriff und ohne jede Verletzung hervorzurufen. In Übereinstimmung mit älteren Autoren hat sich dabei gezeigt, daß durch zentrale Einwirkung Fieber hervorgerufen werden kann. Darüber hinaus konnten durch verschieden dosierte Einwirkung bestimmte Teilfunktionen der Wärmeregulation gestört werden. Die Fieberentstehung in unseren Versuchen kann, wie schon oben kurz erörtert, nicht durch Wärmezufuhr im Kondensatorfeld mit nachfolgender Wärmeverteilung im Körper erklärt werden. Die Energiemengen sind hierfür zu gering, da sie auf einen ganz eng umschriebenen Bezirk konzentriert werden. Ferner spricht in diesem Sinne, daß die Veränderungen der Körpertemperatur während der Durchflutungen gewöhnlich nur gering sind, und daß die stärkeren Veränderungen meist erst nach Stunden auftreten. Andererseits treten manchmal gerade in solchen Versuchen, wo während der Durchflutungen eine Temperaturerhöhung vorhanden war, nur geringe Folgeerscheinungen auf. Wärmezufuhr im Versuch und biologische Wirkung gehen also nicht parallel. Weiterhin spricht für diese Auffassung auch die Abhängigkeit von der Wellenlänge. Bei Wellenlängen über 6 m gelang es nie, die differenzierten Störungen hervorzurufen, selbst bei solchen Feldstärken, die Schädigungen der Haut und der Wirbelknochen zur Folge hatten. In diesem Zusammenhang ist auch zu erwähnen, daß es nach früheren Arbeiten nicht möglich ist, durch gewöhnliche Hochfrequenz- und Diathermieströme ähnliche Störungen hervorzurufen. Es konnten zwar lokale Temperatursteigerungen, nie aber Regulationsstörungen bei Behandlung des Zentralorgans erzeugt werden. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang ferner der Befund von Reiter, daß bei Durchflutung des Gehirns von Kaltblütern, die kein Wärmecentrum besitzen, ähnliche Störungen und Fiebererscheinungen nie auftreten. Unsere Ergebnisse haben noch eine Analogie in den Ergebnissen

¹ Gessler: Veränderungen der deutschen Pharm. Ges. 1930.

von Schliephake und Weißenberg, die nach Gehirndurchflutung einen Anstieg des Blutzuckers sahen, und in den Befunden von Hoff und Weißenberg, die nach Durchflutung des Kleinhirns bei Menschen je nach Lokalisierung Abweich- und Steigreaktionen fanden. Unsere Ergebnisse konnten in zahlreichen Versuchsreihen reproduziert werden, doch verliefen einige Versuche negativ. Es ist also eine individuelle Empfindlichkeit gegenüber der Kurzwellenwirkung vorhanden.

Die verschieden starken und verschieden differenzierten Störungen nach bestimmten Dosierungen des UKW.-Feldes lassen sich nur erklären aus der Annahme einer selektiven Einwirkung bestimmter Wellenlängen auf bestimmte Arten von Ganglienzellen. Daß eine solche selektive Wirkung auf Zellen und Kolloidteilchen möglich ist, wissen wir aus den Untersuchungen von Schliephake und von Pätzold. Auch in unserem Falle ist diese Selektivität bewiesen durch die histologischen Untersuchungen von Ostertag an den Gehirnen unserer Versuchstiere. Aus diesen Untersuchungen läßt sich auch schließen, daß je nach Feldstärke Reizwirkungen und Zerstörungen erzeugt worden sind, und daß je nach Wellenlänge verschiedene Zellarten selektiv gereizt oder zerstört werden.

Neue Aussichten ergeben sich nicht nur für die Erforschung des Fiebers, sondern auch für die Erkältung. Die Tatsache, daß ein großer Teil der Tiere an „Erkältungskrankheiten“, Pneumonie, Schnupfen, Pleuritis erkrankte, weist darauf hin, daß durch zentrale Schädigung eine Disposition für die Erkältung geschaffen worden ist. Es brauchen nur irgendwelche sonst unwirksame exogene Faktoren dazukommen, um die „Erkältung“ manifest werden zu lassen.

Zusammenfassung.

Durch Einwirkung eines bandförmigen Ultra-Kurzwellenfeldes auf Gehirn und Medulla oblongata von Kaninchen konnten ohne jede Verletzung von außen Störungen der Wärmeregulierung erzeugt werden.

Durch verschiedene Dosierung der Feldstärke und der Wellenlänge war es möglich, Störungen ganz verschiedener Art und verschiedenen Grades hervorzurufen. Nach Durchflutung mit Wellenlängen von 4 bis 6 m traten einige Stunden später Temperaturerhöhungen auf, die sich teils nach einigen Tagen bis Wochen wieder ausglich, teils bis zum Tode bestehen blieben. Bei einem anderen Teil waren die Schwankungen der Tagestemperaturen eine Zeitlang außerordentlich verstärkt. Nach besonders starker Dosierung traten Temperaturstürze auf, die teilweise zum Exitus führten.

Die meisten Tiere mit bleibenden Störungen starben später an Pleuritiden und Pneumonien („Erkältungskrankheiten“).

Durch Wellenlängen zwischen 3 und 4 m konnten Störungen hervorgerufen werden, die sich zunächst nicht bemerkbar machten und erst in der Reaktion auf äußere Reize hervortraten. Je nach Dosierung reagierten auch die Tiere dieser Gruppe verschieden. Bei einem Teil war die Abwehr gegen Wärme- und Kältewirkungen gestört. Hiervon reagierte wieder ein Teil ungenügend nur gegen Wärme, ein Teil nur gegen Kälte, eine dritte Gruppe gegen beide Arten von Wärmewirkung.

Ein weiterer Teil unserer Tiere hatte die Fähigkeit verloren, auf die Einspritzung des fiebererzeugenden Bakterienextraktes „Pyifer“ mit einem Fieberanstieg zu reagieren, teilweise entstanden sogar nach der Injektion Untertemperaturen. Auch diese Störungen wurden bei einem Teil der Tiere später wieder ausgeglichen, bei einem Teil blieben sie bestehen. Damit ist gezeigt, daß die Entstehung eines durch Bakterienstoffe hervorgerufenen Fiebers durch Zerstörungen im Zentralorgan verhindert werden kann. Es wird auf die histologischen Untersuchungen von Ostertag hingewiesen, der den Störungen korrespondierende Veränderungen an bestimmten Ganglienzellgruppen nachgewiesen hat.