

(Aus der Psychiatrischen und Nervenlinik der Universität Rostock  
[Leiter: Prof. Dr. E. Braun].)

## Zur Frage der Schädigung des Zentralnervensystems durch Kurzwellenbehandlung.

Von

Dr. O. Schiersmann,  
Assistenzarzt der Klinik.

Mit 3 Textabbildungen.

(Eingegangen am 22. März 1938.)

Die immer weiter zunehmende Anwendung kurzer elektrischer Wellen in der Neurologie ließ es wünschenswert erscheinen, Untersuchungen darüber anzustellen, ob diese Behandlungsart tatsächlich so ungefährlich ist, daß man sie mit gutem Gewissen unbedingt vertreten kann. Dies gilt besonders dann, wenn es sich um eine Kurzwellenbehandlung des Zentralnervensystems handelt, einmal, weil dieses als recht empfindliches Organ bekannt ist, vor allem aber, weil etwaige Schädigungen als fast irreparabel, wenn nicht als lebensgefährlich zu gelten hätten.

Die Angaben in der Literatur über das Verhalten des Gehirns unter dem Einfluß kurzer Wellen sind teilweise widersprechend. So sahen *Horn*, *Kauders* und *Liebesny* bei Anwendung verhältnismäßig großer Energien meningeale Reizerscheinungen nicht nur im Tierversuch, sondern auch beim Menschen, die sich in Veränderungen des Liquors zu erkennen gaben. Es handelte sich um eine Vermehrung der Zellen und des Eiweißgehaltes. Histologisch fand sich eine erhebliche Hyperämie, verbunden mit Gefäßschädigungen und Diapedesisblutungen. *Schliephake* und *Ostertag* fanden nach einer umschriebenen und offenbar sehr intensiven Besendung des Nackens und Hinterhauptes beim Kaninchen Störungen der Wärmeregulation und Veränderungen an den Ganglienzellen, und zwar besonders bei einer 3,2 m-Welle, die vorwiegend bestimmte Zellgruppen betrafen. Auch bei Anwendung geringer Intensitäten ohne wesentliche Erwärmung sahen *Kauders*, *Liebesny* und *Finaly* eine Vermehrung der Liquorzellen und einen Anstieg des Gesamteiweißes, vorwiegend aber der Albumine. Sie verwandten die 15 m-Welle, bestrahlten im Kondensatorfeld jeweils 20—30 Min. Nach der von ihnen mitgeteilten Kurve scheint allerdings nach 10 Bestrahlungen sowohl die Zellzahl als auch der Eiweißgehalt gefallen und erst nach weiteren 20 Bestrahlungen angestiegen zu sein. *Kauders* kam auf Grund anderer Versuche zu der Auffassung, daß die Kurzwellen für sich allein keine Meningitis machen, sondern daß sie nur zu bereits bestehenden — paralytischen — Meningitiden noch eine sterile hinzufügen. Allerdings scheint eine durch Lufteinblasung bei einem Schizophrenen erzeugte sterile Meningitis

unter Kurzwellenbehandlung rascher abgeheilt zu sein, als dies sonst üblich ist. *Schilder* berichtet über einen Fall von Subarachnoidalblutung nach Schwachbesendung des Kopfes, doch bestand wohl von Haus aus bei dem Kranken eine besondere Disposition, die allerdings vor der Behandlung nicht zu erkennen war.

Demgegenüber stellten *Massazza* und *Vallebona* fest, daß das Gehirn und besonders das Rückenmark den Kurzwellen gegenüber außerordentlich widerstandsfähig ist. Sie verwandten, um eine möglichst intensive Tiefenwirkung zu erzielen und die Haut weitgehend zu entlasten, rotierende Elektroden. Trotzdem fanden sie nur vorübergehende Veränderungen der Sensibilität und Motilität und nur selten Zirkulationsstörungen. Histologisch sahen sie eine leichte Hyperämie des Gehirns sowie eine unregelmäßige Tigrolyse mit Veränderungen der Kerne und Nucleolen der Rindenzellen, während unter gleichen Versuchsbedingungen beispielsweise die Veränderungen in den Lungen und Nieren viel auffälliger waren.

Auf Grund sehr eingehender Untersuchungen kommt *Reiter* zu der Auffassung, daß Schädigungen des Gehirns durch Kurzwellen stets durch übergroße Wärme bedingt sind und daß sie sich mit Sicherheit vermeiden lassen, wenn durch zuverlässige Temperaturmessungen im Behandlungsfeld eine unzulässige Erwärmung — als solche wird ein Überschreiten von 45° bezeichnet — vermieden wird. Er sah weder im Tierversuch noch beim Menschen irgendwelche Störungen, die zu der Annahme einer spezifischen Kurzwellenwirkung berechtigten. Auch konnte er sich nicht von der selektiven Wirkung bestimmter Wellenlängen überzeugen. Konstant war lediglich eine blutdrucksenkende Wirkung sowohl bei Besendung des Kopfes allein als auch bei einer Verbindung mit allgemeiner Pyrexie. Diese Ergebnisse decken sich im wesentlichen mit denen, die *Haug* bei Verwendung eines Funkenstreckenapparates von wesentlich geringerer Leistung erzielte. Auch er fand keine über die Norm hinausgehende Vermehrung der Zellen oder des Eiweißgehaltes, wenn auch eine gewisse Beeinflussung, besonders der Blut-Liquorschanke, unverkennbar war.

Es scheint sich demnach vor allem um die Frage der angewandten Energie zu handeln; denn offenbar haben diejenigen Autoren, die organische Schädigungen der Hirnsubstanz sahen, teilweise recht erhebliche Energiemengen dem Organismus zugeführt. Ob nun diese physikalische Energie dem Körper lediglich als *Joulesche* Wärme zugute kommt, oder ob es sich um sog. spezifische Wirkungen der Kurzwellen handelt, soll vorläufig offen gelassen werden. Es mag nur erwähnt sein, daß Schädigungen offenbar sowohl bei Anwendung von Wellen unter 10 m als auch bei längeren Wellen beobachtet wurden.

Bei der Behandlung der Erkrankungen des Gehirns und Rückenmarks mittels der Kurzwellen spielen zur Zeit zwei verschiedene Anwendungs-

arten eine Rolle. Einmal wird versucht, durch Verwendung sehr leistungsfähiger Apparaturen eine Aufheizung des gesamten Organismus zu erreichen. Diese als „Pyrexie“ bekannte Methode muß naturgemäß alle diejenigen Gefahren in sich bergen, die wir von anderen Fieberbehandlungen her zu sehen gewohnt sind. Es ist nicht der Ort, auf diese Methode näher einzugehen. Die Zwischenfälle, die im Schrifttum beschrieben sind, dürften auf das Konto der durch die oft ganz erhebliche Erhitzung bedingten Belastung des Gesamtorganismus, also vorwiegend des Kreislaufes, zu setzen sein. Jedenfalls findet sich kein Anhaltspunkt dafür, daß etwa spezifische, nicht durch die Wärme zu erklärende Wirkungen beobachtet worden wären.

Für das gestellte Problem weit wichtiger ist die lokale Anwendung der Kurzwellen am Schädel bzw. im Bereich der Wirbelsäule mit dem Ziele, eine unmittelbare Wirkung auf das Gehirn bzw. Rückenmark zu erreichen. Wenn auch theoretische und physikalische Erörterungen über den Rahmen der beabsichtigten Arbeit hinausgehen, so lassen sich doch einige grundsätzliche Bemerkungen hier nicht vermeiden.

Wir sehen den Hauptvorteil der Kurzwellen gegenüber anderen Arten der Wärmeanwendung darin, daß sie infolge der Wärmebildung im durchfluteten Körper selbst ziemlich unabhängig von dessen *Ohmschen* Widerstand auch bei biologischen Objekten eine nahezu homogene Durchwärmung ermöglichen. Abgesehen von weniger bekannten Spezialmethoden hat sich vorwiegend die Verwendung des Kondensatorfeldes in der Praxis eingebürgert, d.h. die Einbringung des zu behandelnden Körperteils in ein zwischen zwei Kondensatorplatten gebildetes elektrisches Feld. Ein grundsätzlicher Unterschied besteht jedoch darin, ob diese Kondensatorplatten, die der Eigenart der kurzen Wellen entsprechend, elektrisch isoliert sein können, unter Zwischenschaltung einer Luftschicht angelegt werden oder nicht. Gerade diese als Dielektrikum eingeschaltete Luftschicht ist zur Erzielung einer gleichmäßigen Tiefenwirkung unerlässlich, wie sich aus Untersuchungen, die von medizinischer und physikalischer Seite ausgeführt worden sind, deutlich ergibt. Es sei hier besonders auf die Arbeiten von *Gebbert*, *Kowartschick*, *Pätzold*, *Schliephake* u. a. verwiesen. Wenn demgegenüber von anderer Seite behauptet worden ist, die „Tiefenwirkung“ hänge lediglich von der Größe der angelegten Elektroden ab, so daß die mit kleinen Elektroden bei Luftabstand erzielte Tiefenwirkung in gleicher Weise auch zu erreichen sei, wenn man statt dessen größere Elektroden unmittelbar anlegt, so scheint hierbei die Versuchsanordnung nicht ganz der Fragestellung zu entsprechen. Es ist ganz zweifellos möglich, unter Verwendung dicht anliegender großer Elektroden auch die Mitte eines besendeten Objektes ebenso stark zu erhitzen, wie mit kleinen Elektroden unter Zwischenschaltung eines Luftabstandes; es bedarf auch keiner besonderen Erklärung, daß bei Verwendung der dicht anliegenden großen Elektroden eine wesentlich

geringere Energiezufuhr erforderlich ist, als bei Zwischenschaltung einer Luftschicht von immerhin 10—50 mm Dicke. Gerade die Überbrückung dieser — zusätzlichen — vorgeschalteten Luftkapazität erfordert ein nicht unerhebliches Mehr an aufgewandter Energie. Es kommt ja aber nicht nur darauf an, eine gewisse Erwärmung in der Tiefe zu erreichen, sondern die Verteilung der Wärme so einzurichten, daß die oberflächlichen Schichten nicht wesentlich stärker erwärmt werden als die Tiefe. Wir verstehen in diesem Zusammenhang unter Tiefenwirkung nicht lediglich die Möglichkeit, überhaupt in der Tiefe zu wirken, sondern vielmehr die möglichst gleichmäßige Durchwärmung unter Entlastung der Oberfläche.

Es handelt sich in der Praxis bei dem angeschnittenen Problem vorwiegend um eine Frage der zur Verfügung stehenden Energie, also letzten Endes um eine Frage der Apparatur. Für den Röhrengenerator wird die Behandlung mit Luftabstand stets empfohlen, für den Funkenstreckenapparat dagegen als überflüssig bezeichnet. Um ein eigenes Urteil über diese Fragen zu erhalten, schienen Modellversuche unerlässlich. Diese wurden einerseits mit einem handelsüblichen Funkenstreckenapparat (*Sanitas* „*Undala Standard*“) und den dazugehörigen mit Gummi überzogenen Elektroden, andererseits mit einem Röhrenapparat (*Siemens* „*Ultratherm*“) unter Verwendung verschiedenartiger Elektroden ausgeführt.

Aus äußeren Gründen stand lediglich ein Röhrensender mit einer fixen Wellenlänge von 6 m zur Verfügung. Die geschilderten Untersuchungen gelten daher streng genommen nur für diese Wellenlänge, die allerdings in der Praxis wohl am meisten verwendet wird. Wenn auch die Befunde besonders von *Schliephake* und Mitarbeitern dafür zu sprechen scheinen, daß im Bereich des Zentralnervensystems bestimmte Zellarten durch spezifische Wellenlängen elektiv geschädigt werden können, so gilt dies, wie die genannten Autoren betonen, nur für Wellenlängen unter 4 m. *Reiter* fand, wie oben erwähnt, derartige, von der Wellenlänge abhängige „wellenspezifische“ Wirkungen am Gehirn nicht. Der Mangel, der durch diese erzwungene Beschränkung auf nur eine Wellenlänge bedingt wird, erscheint demnach für die Zwecke der Praxis nicht allzu schwerwiegend.

Zunächst wurde die *Wellenlänge* mit Hilfe eines Resonanzanzeigers (abstimmbarer Schwingungskreis mit Glühlämpchenindicator) nachgeprüft. Wenn auch diese Methode nicht sehr genau ist, so dürften die Resultate für die Praxis doch ausreichen (*Fritsch* und *Schubart*). Dabei ergab sich, daß die Wellenlänge des Funkenstreckenapparates je nach Größe und Abstand der Elektroden und eingeschalteter Leistung zwischen rund 9—12 m schwankte. Die Resonanzkurve im unbelasteten Behandlungskreis ist einigermaßen steil, im belasteten dagegen flach ohne ausgesprochenes Maximum. Demgegenüber hält der Röhrensender sehr

konstant seine Wellenlänge von rund 6 m unter den verschiedensten Versuchsbedingungen (s. Tabelle 1).

Tabelle 1. Leistung und Wellenlänge bei verschiedenen Versuchsbedingungen.

| Elektroden                       | Durchmesser<br>bzw.<br>Seitenlänge<br>cm | Abstand<br>cm | Einstellung<br>(Heizung) | Wellenlänge<br>m | Leistung<br>Watt |
|----------------------------------|--|---------------|--------------------------|------------------|------------------|
| <i>a) Röhrensender:</i>          |  |               |                          |                  |                  |
| Platten                          | 6 × 8                                    | 0             | 20                       | 5,5              | 130              |
|                                  |  |               | 23                       | 5,5              | 300              |
| „                                | 6 × 8                                    | 3 (Filz)      | 20                       | 5,8              | 70               |
|                                  |  |               | 23                       | 5,8              | 210              |
| „                                | 8 × 12                                   | 0             | 20                       | 5,6              | 110              |
|                                  |  |               | 23                       | 5,6              | 300              |
| „                                | 8 × 12                                   | 3 (Filz)      | 20                       | 5,9              | 200              |
|                                  |  |               | 23                       | 5,9              | 300              |
| <i>Schliephake</i>               | 5  | 0             | 20                       | 5,7              | 150              |
|                                  |  |               | 23                       | 5,7              | 300              |
|                                  |  | 3 (Luft)      | 20                       | 5,9              | 130              |
|                                  |  |               | 23                       | 5,9              | 250              |
| „                                | 10                                       | 0             | 20                       | 5,9              | 130              |
|                                  |  |               | 23                       | 5,9              | 300              |
|                                  |  | 3 (Luft)      | 20                       | 5,9              | 100              |
|                                  |  |               | 23                       | 5,9              | 300              |
| <i>b) Funkenstreckenapparat:</i> |  |               |                          |                  |                  |
| Platten                          | 8 × 8                                    | 0             | maximal                  | etwa 9,5         | etwa 30          |
|                                  |  | 1 (Filz)      | „                        | etwa 7,5         | etwa 20          |
|                                  |  | 2 (Filz)      | „                        | 9—13             | ?                |
| „                                | 12 × 12                                  | 0             | „                        | etwa 11          | etwa 40          |
|                                  |  | 1 (Filz)      | „                        | etwa 12          | etwa 20          |
|                                  |  | 2 (Filz)      | „                        | 11—13            | ?                |

Bemerkung zu b): Leistung bei weiteren Abständen nicht mehr zu messen. Wellenlänge abhängig von der Einstellung sowohl der Intensität als auch der Resonanz.

Die *Wärmeverteilung* wurde an Phantomen bestimmt. Dabei zeigte sich, daß sich in Fleischphantomen etwa dieselben Verteilungskurven ergaben wie in Gefäßen aus Jenaer Glas, die mit reinem Seesand gefüllt waren, der leicht mit physiologischer Kochsalzlösung angefeuchtet war. Dies gilt nur für die *Art* der Wärmeverteilung, nicht für den *Grad* der erzielten Temperaturen! Da in diesem Zusammenhang jedoch vorwiegend die Tiefenwirkung, also die Wärmeverteilung interessierte, erschien die verhältnismäßig einfachere Versuchsanordnung zulässig. Zur Temperaturmessung wurden mit gefärbtem Toluol gefüllte Thermometer verwendet.

Es zeigte sich übrigens, daß auch Quecksilberthermometer für derartige Untersuchungen durchaus brauchbar sind, wenn nur die Kugel klein genug ist, worauf unter anderem auch von *Gebbert* hingewiesen worden ist. Nur dürfen diese Thermometer nicht in der Weise angeordnet werden, daß der Quecksilberfaden parallel zum elektrischen Feld verläuft.

Die Versuche zeigten bei anliegenden Elektroden eine erhebliche Erwärmung der Oberfläche bei deutlichem Zurückbleiben der tieferen Schichten, also eine sehr ungenügende Tiefenwirkung. Günstiger war das Ergebnis bei Zwischenschaltung einer Filz- oder Zellstofflage zwischen

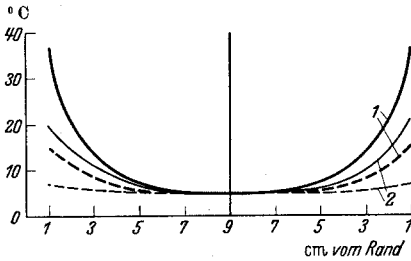


Abb. 1. Kurve I. Röhrensender.  
1 ——— Schlh. Elektrode 5 cm  $\varnothing$ , ohne Abstand. 1 — — — Schlh. Elektrode 5 cm  $\varnothing$ , 2 cm Abstand. 2 ——— Schlh. Elektrode 10 cm  $\varnothing$ , ohne Abstand. 2 — — — Schlh. Elektrode 10 cm  $\varnothing$ , 2 cm Abstand.

Behandlungsobjekt und Elektrode. Ein grundsätzlicher Unterschied bezüglich der Art der Wärmeverteilung war zwischen den beiden Apparatetypen nicht zu erkennen; es fiel lediglich auf, daß der gleiche Grad der Erwärmung, der vom Funkenstreckenapparat bei maximaler Ausnutzung erzielt wurde, mit dem Röhrenapparat bereits mit einem Bruchteil der zur Verfügung stehenden Leistung erreicht werden konnte. Die an sich schon unerwünschte Belastung der Oberfläche wurde deutlich noch durch eine „Heizkissenwirkung“ der sich erwärmenden Elektroden verstärkt.

Das Ergebnis dieser Versuche zeigen die Temperaturkurven sehr deutlich. Diese Kurven decken sich prinzipiell mit denen, die andere Untersucher gefunden haben. Es kann demnach kaum bezweifelt werden, daß eine nahezu homogene Durchwärmung nur mit Abstandsbehandlung erreicht werden kann.

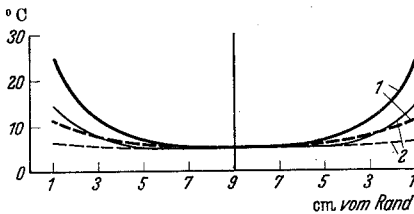


Abb. 2. Kurve II. 1 ——— Plattenelekt. 6  $\times$  8 cm, ohne Abstand, Röhrensender. 1 — — — Plattenelekt. 6  $\times$  8 cm, 3 cm Filzabstand, Röhrensender. 2 ——— Plattenelekt. 8  $\times$  12 cm, ohne Abstand, Funkenstreckenapparat. 2 — — — Plattenelekt. 8  $\times$  12 cm, 3 cm Filzabstand, Funkenstreckenapparat.

wirkung auch mit Plattenelektroden bei Verwendung einer Zwischenlage von 3 Filzplatten erreicht werden, hierbei ist allerdings die Streuung erheblich breiter. Wo es also auf möglichst scharf abgegrenzte Felder ankommt, wird der Anwendung von *Schliephake*-Elektroden stets der Vorzug zu geben sein.

Nach Kurve II könnte es den Anschein haben, als ob der Funkenstreckenapparat bezüglich der Gleichmäßigkeit der Durchwärmung noch günstiger arbeitet als der Röhrenapparat. Nun zeigt aber die Übersicht über die Zeiten, die unter den verschiedenen Versuchsbedingungen

Erreicht wurde, mit dem Röhrenapparat bereits mit einem Bruchteil der zur Verfügung stehenden Leistung erreicht werden konnte. Die an sich schon unerwünschte Belastung der Oberfläche

Kurve I zeigt, daß bei Größenverhältnissen, die dem verwendeten Phantom entsprechen, mit sog. mittleren *Schliephake*-Elektroden mit weitem Abstand der gewünschte Erfolg am ehesten zu erreichen ist. Wie sich aus der Kurve II ergibt, kann annähernd dieselbe Tiefen-

benötigt wurden, um in der Mitte zwischen den Elektroden ein Ansteigen der Temperatur um  $5^{\circ}$  zu erreichen, daß mit dem Funkenstreckenapparat trotz maximaler Ausnutzung bei Abstandsbehandlung hierfür Stunden benötigt werden — beim Röhrensender handelt es sich um Minuten. Infolge der Vernachlässigung der in dieser langen Zeit eintretenden Wärmeverluste der oberflächlichen Schichten durch Wärmeabgabe nach außen werden die günstigeren Ergebnisse des Funkenstreckenapparates in Kurve II zweifellos nur vorgetäuscht. Hieraus ergibt sich, daß ein einigermaßen wirtschaftliches Arbeiten mit einem Funkenstreckenapparat bei Anwendung der Abstandsbehandlung nicht möglich ist. Aber auch vom ärztlichen Standpunkt aus erscheint es unverantwortlich, eine viele Stunden lange Behandlung anzuwenden, wenn derselbe — oder sogar ein noch besserer — Erfolg mit einem anderen Apparat in Minuten erreicht werden kann.

Es blieb zu prüfen, wodurch diese unterschiedlichen Ergebnisse der verschiedenen Apparatetypen bedingt sind. Zu einem Teil könnte die Ursache in der verschiedenen Wellenlänge zu suchen sein; da jedoch die Unterschiede bei abnehmendem Feuchtigkeitsgrad des Phantoms, infolge Wasserverdunstung d. h. bei verschiedenen Konzentrationen der Kochsalzlösung, prinzipiell gleich blieben, da ferner das Phantom ein im wesentlichen homogenes Objekt darstellt, wird man den Einfluß des geringen Unterschiedes der Wellenlänge nicht überschätzen dürfen. Daß die Ursache in der verschiedenen Art der Schwingungserzeugung — Funkenstrecke oder Röhrensender — zu suchen ist, scheint nach den vorliegenden Untersuchungen wenig wahrscheinlich. Die außerordentlich langsame Erwärmung bei Verwendung des Funkenstreckenapparates mit distanzierten Elektroden einerseits, das geringe subjektive Wärmeempfinden bei Behandlungen mit diesem Apparat andererseits wiesen vielmehr darauf hin, daß der Hauptunterschied in der Leistungsfähigkeit der verschiedenen Apparate zu suchen sei.

Es wurde aus diesem Grunde bei beiden Apparatetypen die Leistung im Behandlungskreis gemessen. Hierfür wurde die sog. photometrische Methode angewandt, die zwar nicht mit höchster Genauigkeit arbeitet, die aber einfach und für die Praxis völlig ausreichend ist (*Fritsch* und *Schubart*). Dies um so mehr, als die gefundenen Werte vor allen Dingen zu Vergleichszwecken herangezogen werden sollen.

Hierbei ergab sich nun, daß der Röhrensender, wie sich ebenfalls aus der Tabelle 1 ergibt, dem Funkenstreckenapparat bei allen Applikationsmethoden bei weitem überlegen ist. Betont muß allerdings werden, daß der Funkenstreckenapparat in Diathermie —, also Langwellenschaltung eine für alle therapeutischen Zwecke völlig ausreichende Leistung aufweist (300 Watt).

Auf Grund dieser Phantomuntersuchungen können für die Behandlung des Zentralnervensystems, also sowohl des Gehirns als auch des Rückenmarks folgende Grundsätze aufgestellt werden:

1. Für eine wirksame Durchwärmung auch der tiefen Schichten ist eine Abstandsbehandlung unbedingt erforderlich. Diese läßt sich zur Zeit praktisch nur mit einem Röhrensender ausführen. Die günstigste Wärmeverteilung — also verhältnismäßig scharf begrenzte, homogene Felder — ist mit den sog. *Schliephakeschen* Elektroden mit Glasschuh zu erzielen. Für eine KW-Behandlung des Gehirns ist auch bei großen Elektrodenabständen die volle Leistung des Apparates nie erforderlich; dagegen ist die vorhandene Energiereserve notwendig, um auch bei korpulenten Patienten eine wirkliche Durchwärmung des Rückenmarks zu erreichen.

2. Nach allen vorliegenden Untersuchungen eignen sich Wellenlängen unter 10 m besser als längere Wellen. Ob unter diesen „Meterwellen“ bestimmten Wellenlängen eine hervorragende Stellung zukommt, ob es unter therapeutisch anwendbaren Bedingungen zu „wellenspezifischen“ biologischen Wirkungen auf die Elemente des Zentralnervensystems kommt, ist bisher unbewiesen und erscheint zum mindesten zweifelhaft.

3. Ob die Art der Schwingungserzeugung auf die biologische Wirkung einen ausschlaggebenden Einfluß hat, ob also die Wirkung eines Funkenstreckenapparates grundsätzlich anderer Art ist als die eines Röhrengenerators, könnte nur geprüft werden, wenn bezüglich der Leistung und der Wellenlänge gleichwertige Apparaturen zur Verfügung ständen. Vorerst wird man die unterschiedliche Wirkung zwanglos als Folge der ungleichen zur Verfügung stehenden Energiemenge auffassen können.

4. Um ein Urteil über die bei einer therapeutischen Kurzwellenbesendung etwa möglichen Veränderungen zu gewinnen, müssen alle Versuche unter Bedingungen ausgeführt werden, wie sie bei der KW-Therapie tatsächlich gegeben sind. Tierversuche in Narkose mit höchsten Energien entsprechen zweifellos diesen Forderungen nicht; sie können also kein Bild etwa möglicher Schädigungen vermitteln.

Es hat sich uns in nunmehr über vierjähriger Praxis für die Behandlung bewährt, bei jedem Patienten mit geringer Energie zu beginnen; es soll hierbei nur ein eben wahrnehmbares Wärmegefühl empfunden werden. Die Dauer der ersten Besendung beträgt höchstens 5 Min.; später wird dann langsam auf 10—20 Min. gesteigert, länger pflegen wir nicht zu besenden. Die Leistung wird je nach Lage des Falles und nach Verträglichkeit gesteigert, doch werden bei Kopfbesendungen stärkere Wärmeempfindungen stets vermieden, weil die Behandlung erfahrungsgemäß dann schlecht vertragen wird; auch gehen wir hierbei nur bis zu einer Dauer von 10 Min.

Es sei hier noch bemerkt, daß wir jeden Patienten ausdrücklich auf den zu erwartenden Wärmeeffekt hinweisen und ihn auffordern, laufend



über seine Empfindungen zu berichten. Sobald nachgewiesen ist, daß irgendwelche Störungen des Wärmeempfindens nicht bestehen, glauben wir im Gegensatz zu *Reiter* auf die laufende Messung der Hautwärme verzichten zu können. Daß andererseits gerade die Messung der Hauttemperatur eine Dosierungsmöglichkeit bedeutet, verkennen wir durchaus nicht. *Groag* und *Tomberg* haben auf diese Möglichkeit kürzlich besonders hingewiesen. Wichtig erscheint es jedoch, den Patienten darüber zu belehren, daß er über den Grad der Erwärmung genaue Angaben macht, und ihm zu sagen, daß die Behandlung nicht etwa dann am wirksamsten ist, wenn die Hitze möglichst groß ist; denn wir haben häufig erlebt, daß die Kranken aus dem Wunsch heraus, möglichst bald gesund zu werden, recht hohe Temperaturen als „gerade angenehm“ bezeichneten. Erst durch die manchmal recht erheblichen Reaktionserscheinungen wurden wir auf diesen Umstand aufmerksam.

Der Kranke soll nach der Behandlung mindestens 15 Min. im gut erwärmten Vorzimmer sitzen bleiben. Muß er dann ins Freie, dann soll er warm angezogen sein. Nach Kopf- und Gesichtsbehandlung lassen wir warme Wickel anlegen, weil offenbar nach der Besendung eine besondere Empfindlichkeit gegen Kälte und Zugluft besteht.

In der Praxis verwenden wir für Kopfdurchflutungen im allgemeinen die mittlere Elektrodengröße ( $\varnothing$  10 cm) und nur in besonderen Fällen, auf die an anderer Stelle im einzelnen eingegangen werden wird, die großen Elektroden ( $\varnothing$  18 cm) mit sehr weitem Abstand.

Für die Behandlung des Rückenmarks kann eine bandförmige Spezial-elektrode ( $4 \times 14$  cm) mit etwa 2 Filzzwischenlagen verwendet werden; als indifferente Elektrode dient am besten eine große Plattenelektrode ( $18 \times 27$  cm) mit etwa 3 Filzlagen Abstand, oder aber eine große *Schliephake*-Elektrode mit weitestem Abstand, wobei allerdings die Abstimmung schwierig ist. Sobald es darauf ankommt, nur wenige Segmente, oder besonders nur einige Wurzeln zu erfassen, verwenden wir mit Vorteil auch als aktive Elektrode eine *Schliephake*-Elektrode mit geringem Abstand.

Da, wo eine möglichst begrenzte Oberflächenwirkung erstrebt wird, kann man kleinste *Schliephake*-Elektroden ( $\varnothing$  5 cm) verwenden, von denen die aktive mit etwa 5 mm Abstand, die inaktive mit weitem Abstand von mindestens 20 mm angelegt wird. Vorteilhafter ist jedoch, wie sich aus Kurve III ergibt, als inaktive Elektrode eine mittlere *Schliephake*-Elektrode zu benutzen. Die Tiefenwirkung an der wirksamen

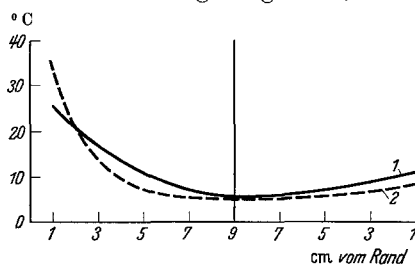


Abb. 3. Kurve III. Röhrensender. 1 links Schlh. Elektrode 5 cm  $\varnothing$ , ohne Abstand, rechts Schlh. Elektrode 5 cm  $\varnothing$ , 2 cm Abstand. 2 links Schlh. Elektrode 5 cm  $\varnothing$ , ohne Abstand, rechts Schlh. Elektrode 10 cm  $\varnothing$ , 2 cm Abstand.

Elektrode läßt sich in einfachster Weise dadurch steigern, daß man diese nach Bedarf weiter distanziert. Gerade diese Versuchsanordnung ist für Reizversuche, über die an anderer Stelle berichtet werden soll, von besonderem Wert.

Um nun ein Urteil über die biologischen — und etwa schädlichen — Wirkungen der KW auf das Zentralnervensystem zu gewinnen, wurden einmal Tierversuche angestellt, ferner wurden die Gehirne von Pat. untersucht, die während der Behandlung aus anderen Gründen ad exitum kamen, vor allem aber wurde das Verhalten des Liquors bezüglich seiner Zusammensetzung studiert.

Im Tierversuch fanden *Schliephake* und Mitarbeiter nach KW-Besendung des Hinterkopfes und Nackens bei Kaninchen Störungen der Wärmeregulation und mikroskopisch faßbare Veränderungen der Ganglienzellen. Von anderen Untersuchern wird dagegen über anatomische Schädigungen nichts berichtet. Wir haben ebenfalls mit Kaninchen experimentiert. Es wurde die aktive Elektrode (eine Spezialelektrode von nur 10 mm Durchmesser mit etwa 4 mm Abstand) am Hinterkopf appliziert, die indifferente Elektrode (*Schliephake*-Elektrode von 5 cm Durchmesser mit etwa 10 mm Abstand) unter dem Maul möglichst weit vorn, so daß das elektrische Feld sicher durch Gehirn und Medulla verlief. Die Tiere wurden nicht narkotisiert und auch nicht angebunden. Sie saßen in einer Holzschale und wurden von einer Hilfsperson gehalten und dabei beruhigt; sie ließen sich auf diese Weise die Prozedur gern gefallen, wenn nicht die Wärme das zulässige Maß überstieg. Messungen unter der aktiven Elektrode (stets bei ausgeschaltetem Apparat) ergaben, daß unter Umständen Hauttemperaturen bis 50° ausgehalten wurden. Die zugeführte Energie überstieg also die bei der KW-Therapie nur selten angewandten höchstzulässigen Leistungen noch.

Über das Ergebnis dieser Versuche läßt sich vorläufig folgendes sagen: Während der Besendung pflegen unter diesen Bedingungen die Tiere zunächst etwas unruhig zu werden, beruhigen sich jedoch sehr schnell, wenn nicht die Wärme zu groß wird. Sie werden alsdann eher schläfrig, sitzen ruhig, lediglich die Atmung ist etwas vertieft, die Nasenflügel bewegen sich lebhaft. Nach etwa 10 Min. wird oft Harn entleert, während Tiere, die ohne Besendung gehalten werden, dies nach so wenigen Minuten nur selten zu tun pflegen. Die Besendungsdauer betrug 20 Min., also die höchste für eine Behandlung bei uns übliche Zeit. Während der letzten Minuten machen die Tiere einen etwas schreckhaften Eindruck. Schon bei geringfügigen äußeren Reizen fahren sie hoch, um sich jedoch rasch wieder zu beruhigen. Es mag dahingestellt bleiben, ob dies Verhalten auf eine echte nervöse Übererregbarkeit zurückzuführen ist, oder ob es lediglich dadurch zu erklären ist, daß die Tiere infolge einer gewissen Schläfrigkeit instinktmäßig auf jeden äußeren Reiz verstärkt reagieren. Diese Schreckhaftigkeit läßt sich auch noch nach Beendigung des

Versuches nachweisen, ist jedoch nach etwa 10 Min. geschwunden. Dies Verhalten war auch bei mehrfachen Besendungen bei den Tieren in ungefähr der gleichen Weise zu beobachten.

Nach Beendigung des Versuches zeigten sich nun bei den Tieren auffällige Störungen der Motorik: Sie schlepten die Hinterpfoten nach, krochen fast ausschließlich auf den Vorderbeinen, statt in der bekannten Weise zu hüpfen. Dabei bestand keine eigentliche Lähmung der Hinterbeine; auf schmerzhaft Reize konnten diese sehr wohl angezogen werden. Die Tiere zeigten wenig Neigung zu spontanen Bewegungen, saßen vielmehr etwas teilnahmslos still, wenn man sie sich selbst überließ. Schon nach etwa 5 Min. jedoch versuchten sie sich in der ihnen eigentümlichen Weise springend vorwärts zu bewegen, wobei noch etwas übertriebene, ausfahrende Bewegungen der Hinterbeine auffielen. Nach 10—15 Min. waren auch diese Erscheinungen geschwunden, so daß den Tieren dann nichts mehr von der durchgemachten Behandlung anzumerken war.

*Hayer* sah nach intensiver lokaler Kurzwellenbesendung des Rückenmarks bei Fröschen motorische Störungen nach Art von Querschnittslähmungen. Auch diese waren bei nicht zu starker Dosierung reparabel.

Wurden nun die Tiere alsbald nach Beendigung des Versuches, also zu einer Zeit, wo die oben beschriebenen motorischen Störungen noch voll bestanden, getötet, dann fiel zunächst ein vermehrter Blutreichtum des Gehirns auf. Die Venen, die Capillaren, aber auch die Arteriolen waren erweitert, die Arterien selbst schienen am wenigsten verändert. Ließ man dagegen die Tiere am Leben, so blieben die nervösen Funktionen auch späterhin intakt, ganz besonders traten irgendwelche motorischen Ausfallserscheinungen an den hinteren Extremitäten nicht mehr auf.

Diese Versuche lassen erkennen, daß die Tiere sich offenbar, sobald sie nicht narkotisiert sind, gegen eine zu organischen Veränderungen führende Überhitzung wehren. Es gelingt unter den geschilderten Versuchsbedingungen lediglich, vorübergehende Regulationsstörungen zu erzeugen; diese sind offenbar reparabel und führten niemals zum Auftreten irgendwelcher organischer Spätschädigungen.

Das vorläufige Ergebnis dieser Versuche scheint den Befunden, über die *Glauner* und *Schorre* kürzlich berichtet haben, zu widersprechen. Diese haben mit demselben Apparatetyp ebenfalls Kopfbesendungen bei Kaninchen ausgeführt und fanden danach beträchtliche Veränderungen im Liquor. Doch kommen auch sie zu dem Schluß, „daß es sich dabei eher um ein Dosierungsproblem in bezug auf die Dauer und Zahl der einzelnen Besendungen als um Unterschiede in der Wirkung der Wellenlänge handelt“. Dieser Standpunkt deckt sich im wesentlichen mit dem von *Reiter* ausgesprochenen, daß letzten Endes die Möglichkeit einer Schädigung durch die Kurzwellen eine Frage der Dosierung sein dürfte.

Ein histologisches Untersuchungsergebnis liegt von den eben erwähnten Versuchen nicht vor. Auch wir können über solche Untersuchungen noch nicht berichten. Die Versuche werden jedoch fortgesetzt. Über das Ergebnis, besonders auch der histologischen Untersuchung, wird später berichtet werden.

In diesem Zusammenhang mögen einige Versuche erwähnt werden, welche in Zusammenarbeit mit dem Zoologischen Institut der Universität Rostock ausgeführt wurden. Ich bin Herrn Dozent *Schlottke* sowie Frl. *Hoppe* für die Überlassung des Materials, für die Unterstützung bei den Versuchen, und besonders für die Beurteilung etwa aufgetretener Schädigungen zu besonderem Dank verpflichtet.

Es sollte untersucht werden, ob durch KW-Besendung von Insekten eine individuelle Schädigung bewirkt wird und ob die Nachkommen der besendeten Tiere irgendwelche Anomalien als Ausdruck einer Keimschädigung erkennen ließen. Für die Versuche stand eine Zucht von *Habrobracon juglandis* Ashmead, einer Schlupfwespenart, die seit etwa 2 Jahren ständig in einer Temperatur von 30° C gehalten und nur in Inzucht vermehrt worden war, zur Verfügung. Lebensdauer, Eizahl und Entwicklung der Eier waren bei dieser Zucht viele Generationen hindurch beobachtet worden, wesentliche Unterschiede zwischen den einzelnen Tieren hatten sich nicht ergeben.

Die Versuche wurden in der Weise ausgeführt, daß Imagines sowie Puppen und Vorpuppen in ihren Zuchtgefäßen (Petrischalen) in das Feld eines 6 m-Röhrensenders gebracht wurden. (Die mit der oben beschriebenen Methode während der Versuche gemessene Wellenlänge betrug 5,7 m.) In die Schalen ragten Toluolthermometer; die auf diese Weise gemessene Temperatur sollte an sich nur Vergleichswerte für die verschiedenen Versuche geben. Es mußte berücksichtigt werden, daß einmal die Thermometer sich anders erwärmten als die Luft in den Schalen, vor allem aber, daß möglicherweise eine elektive Erwärmung der Insekten zustande kam.

Sehr bald nach dem Einschalten des Apparates zeigten die Imagines eine deutliche Unruhe, auch flohen sie aus der Mitte der Schalen an die Ränder. Schließlich wurden sie wieder ruhiger und blieben, wenn eine bestimmte Intensität überschritten wurde, tot liegen. Wurde der Strom vorher unterbrochen, dann erholten sie sich in wenigen Minuten.

Es wurden zunächst Männchen besendet. Die in der Schale gemessene Temperatur betrug 47° C. Es ergab sich folgendes:

Nach 5 Min. alle ♂ tot.

Nach 4 Min. 9 ♂ tot (von 13). Die Überlebenden sterben nach 8 Tagen.

Nach 3 Min. 9 ♂ tot (von 16). Die Überlebenden sterben nach 8 Tagen.

Nach 2 Min. 6 ♂ tot (von 15). Die Überlebenden sterben nach 8 Tagen.

Nach 1 Min. 0 ♂ tot (von 15). Die Überlebenden sterben nach 7 Tagen.

Werden Männchen im Brutschrank einer Temperatur von 47° C ausgesetzt, so sind nach 5 Min. ebenfalls alle Individuen unter den gleichen Erscheinungen gestorben, wie sie im Kurzwellenfeld beobachtet wurden. Es scheint sich demnach bei dem Absterben der Tiere vorwiegend — wenn nicht ausschließlich — um eine Wärmewirkung zu handeln. Ferner kann mit großer Wahrscheinlichkeit gefolgert werden, daß die Thermometer die tatsächlich auf die Insekten einwirkende Temperatur angeben und daß eine selektive Erwärmung der Insekten kaum anzunehmen ist.

Unbehandelte Männchen dieser Zucht leben durchschnittlich 4,5 Tage. Die etwas längere Lebensdauer der besendeten Tiere kann darauf zurückgeführt werden, daß diese während des Transportes zu den Versuchen einige Stunden lang einer kälteren Temperatur ausgesetzt waren. Es wäre auch denkbar, daß es sich hier um eine Auslesewirkung handelt, daß also nur die Lebenstüchtigsten die Behandlung übernehmen. Es wäre jedoch auch möglich, daß nicht individuelle Unterschiede, sondern lediglich eine ungünstigere Einstellung der Körperachse zum Feld zum Absterben einzelner Individuen führt. Wie dem auch sei, für die gestellte Frage war von Wichtigkeit die Tatsache, daß alle Tiere, die die Besendung überhaupt überlebten, in keiner Weise geschädigt waren.

Auffällig ist, daß entweder der Tod eintritt oder überhaupt keine sichtbaren Schädigungen. Dieses Verhalten erinnert in gewisser Weise an die Versuche an Kaninchenhoden, über die *Raab* und *Hofmann* kürzlich berichtet haben und aus denen sie geschlossen haben, daß die Wirkung der Kurzwellen auf die Zellen einer Art von „Alles-oder-Nichts-Gesetz“ unterworfen sein könnte.

In einer weiteren Versuchsreihe wurden Weibchen 2—20 Min. lang bei einer Temperatur von 31°, 38° und 39° C besendet. Diese Behandlung führte in keinem Falle zum Absterben. Sämtliche Weibchen ließen irgendwelche Störungen nicht erkennen, alle legten Eier, aus denen vollkommen normale Imagines schlüpften.

Schließlich wurden Puppen und Vorpuppen bei Temperaturen von 29—42° C für 7, 10 und 20 Min. besendet. Die ausschlüpfenden Imagines waren völlig normal sowohl bezüglich ihres Aussehens wie auch ihrer Lebensdauer.

Auch bei der Weiterzucht wurden in späteren Generationen Schädigungen irgendwelcher Art nicht beobachtet. Wenn damit auch nicht der absolute Beweis erbracht ist, daß als Folge der Kurzwellenbesendung keinerlei Erbänderungen aufgetreten sind — ganz geringfügige Änderungen könnten immerhin bei der nicht speziell hierauf abgestellten Methodik der Beobachtung entgangen sein — so kann aus den Versuchen doch geschlossen werden, daß gröbere Schädigungen der Erbmasse durch KW unwahrscheinlich sind.

Untersuchungen an anderem Material, über die *Pickhan* kürzlich berichtet hat, haben ebenfalls durch KW hervorgerufene Erbschäden

in keinem Falle erkennen lassen. Dieses Ergebnis deckt sich als durchaus mit dem von uns gefundenen.

Nun ist auch theoretisch eine andere als eine rein thermische Wirkung der Kurzwellen auf die Zelle, wie sie beispielsweise bei Röntgen- und ultravioletten Strahlen vorkommt, sehr unwahrscheinlich. Unter anderem hat besonders *Holzer* sehr eingehend dargelegt, daß die biologischen Wirkungen der Röntgenstrahlen vorwiegend dadurch zu erklären sind, daß es sich hier um Energien handelt, die gequantelt aufgenommen werden. Im Kurzwellenfeld liegen dagegen die Verhältnisse so, daß es zu Quantenwirkungen bestenfalls bei sehr großen Einheiten, also komplexen Molekülen, kommen könnte, was bisher noch nicht bewiesen ist. Auf alle Fälle können durch Kurzwellen, wenn man lediglich an Elektronenphänomene denkt, weder Photoelektronen losgeschlagen werden, noch können gequantelte Energieveränderungen vorkommen. Hieraus erklärt es sich auch, daß bei einer KW-Behandlung Energiemengen zugeführt werden können und müssen, die von einer ganz erheblich höheren Größenordnung sind als beispielsweise bei einer Röntgenbestrahlung von tödlicher Wirkung.

Nachdem auf die bisher geschilderte Weise organische Schädigungen der nervösen Substanz bei Vermeidung übernormaler Temperatursteigerungen als äußerst unwahrscheinlich erwiesen waren, wurden nunmehr in einigen Fällen Kopfbehandlungen an Geisteskranken ausgeführt. Diese Besendungen wurden einmal mit kleinsten *Schliephake*-Elektroden ausgeführt, außerdem auch mit einer eigens hierfür konstruierten Kondensator-Elektrode mit Glasschuh von nur 1 cm Durchmesser. Diese Elektrode wurde stets an derselben Stelle des Schädels appliziert. Die Besendungsdauer betrug jeweils 10—20 Min. Die Temperatur wurde so geregelt, daß übertriebene Hitzeempfindungen nicht auftraten (d. h. Hauttemperatur nicht über 45°).

Während der Besendung wurden Reizerscheinungen irgendwelcher Art nicht beobachtet, obgleich, wie bereits betont, die Elektroden stets an derselben Stelle angelegt wurden. Selbst bei Applikation der Elektroden über den motorischen Zentren waren keinerlei Reiz- oder Ausfallserscheinungen nachzuweisen. Erwähnt sei noch, daß nur das Großhirn der Besendung ausgesetzt wurde.

Daß andererseits die Funktion des Kleinhirns durch Kurzwellenbesendung beeinflusst werden kann, haben *Hoff* und *Weissenberg* früher schon nachgewiesen. Wir haben diese Befunde bestätigen und erweitern können. Es handelt sich hier jedoch offenbar um eine nur vorübergehende reine Funktionsänderung! Echte motorische Reizerscheinungen, wie sie *Heller* beschrieben hat, haben wir nicht beobachtet.

An den Gehirnen von Patienten, die während einer solchen Behandlung an interkurrenten Krankheiten ad exitum kamen, waren makroskopisch grobe Veränderungen nicht zu erkennen. Auch hier kann über

das Ergebnis eingehender histologischer Untersuchungen erst später berichtet werden.

Schließlich schien es für die Erforschung der Einwirkung der KW. auf das Nervensystem von Bedeutung, die Veränderungen des Liquors während der einzelnen Behandlung sowie im Verlaufe von Behandlungsserien zu studieren. Zu diesem Zweck wurden einmal Dauerpunktionen vorgenommen und zu gleicher Zeit eine KW-Besendung des Kopfes durchgeführt. Zur Verwendung gelangte ein Röhrensender von 6 m Wellenlänge; es wurden *Schliephake*-Elektroden verschiedener Größe mit 2—4 cm Elektroden—Hautabstand benutzt, ferner auch Plattenelektroden, welche durch Filzzwischenlagen distanziert wurden. Die Durchflutung des Kopfes erfolgte entweder von Schläfe zu Schläfe oder von der Stirn zum Hinterkopf. Das Verhalten des Liquordruckes wird in einer besonderen Arbeit geschildert werden. Hier soll nur auf chemische und auf Veränderungen des Zellgehalts eingegangen werden.

Bei den Dauerpunktionen zeigte sich nun folgendes: Das Gesamteiweiß fiel in der Mehrzahl der Fälle um ein Geringes ab. Die einzelnen Werte mögen zwar noch innerhalb der Fehlergrenze liegen, das übereinstimmende Verhalten bei verschiedenen Versuchen legt jedoch die Wahrscheinlichkeit einer Gesetzmäßigkeit sehr nahe. Der Eiweißquotient fällt im Laufe der Besendung ebenfalls ab, die Veränderungen betreffen also vorwiegend die Globuline und weniger die Albuminfraktion. Der Liquorzucker verhielt sich nicht ganz konstant, es ließ sich jedoch eine Tendenz zum Absinken nachweisen, die häufig allerdings erst eine Stunde nach der Besendung zu beobachten war. Interessant ist, daß die Veränderungen des Zuckergehalts im Liquor später eintreten als im Blut. Wesentliche Störungen des Verhältnisses Liquorzucker : Blutzucker konnten nicht beobachtet werden (Tabelle 2 S. 378).

Ferner wurde das Verhalten des Liquors *vor* und *nach* Behandlungsserien untersucht. Es wurden nur diejenigen Fälle ausgewählt, bei denen außer der Kurzwellenbehandlung keine weitere Therapie betrieben wurde und bei denen Punktionen unmittelbar vor Beginn und unmittelbar nach Beendigung der Behandlung durchgeführt werden konnten. Es handelt sich um 22 Kranke sowohl mit wie ohne organische Erkrankungen, bei denen Kopf- und in einigen Fällen auch Rückenmarksbehandlungen ausgeführt waren. Die Dauer der einzelnen Besendung betrug bis zu 10 Min., die Zahl meist 10, in wenigen Fällen aber auch bis zu 40.

Bei diesen Untersuchungen wurden folgende Ergebnisse gefunden: Der Liquorzucker zeigte ein wenig einheitliches Verhalten. In 10 Fällen kam es zu einer Zunahme, in 6 zu einer Abnahme, 6 blieben unbeeinflusst. Auch das Verhalten des Eiweißquotienten war nicht einheitlich: er stieg 9mal an, 11mal fiel er ab und blieb 2mal unbeeinflusst.

Dagegen wurde eine positive *Nonnesche* Reaktion in 7 Fällen negativ, 13mal blieb sie unbeeinflusst und nur in 2 Fällen wurde sie positiv. Beide

Male handelte es sich um organische Erkrankungen, und zwar in einem Falle um eine Ca-Metastase, im anderen um eine progressive Paralyse. Auch der Eiweißgehalt nach *Brandberg* fiel in 14 Fällen zu normalen Werten ab, in 4 Fällen blieb er unbeeinflusst, einmal stieg er auf einen

Tabelle 2. Dauerpunktion.

I vor Bestrahlung, II nach Bestrahlung, III nach 1 Stunde.

|               | Druck | Brdng. | Ges.-Eiw. | Glob. | Alb. | E.-Q. | Bl.-Z. | Li.-Z.<br>mg-% |     |
|---------------|-------|--------|-----------|-------|------|-------|--------|----------------|-----|
| Schizo. E.    | 160   | 0,067  | 0,7       | 0,1   | 0,6  | 0,16  | 105    | 63             | I   |
|               | 170   | 0,067  | 0,7       | 0,1   | 0,6  | 0,16  | 96     | 60             | II  |
|               | 160   | 0,067  | 0,7       | 0,1   | 0,6  | 0,16  | 94     | 56             | III |
| Schizo. Gr.   | 160   | 0,166  | 1,0       | 0,15  | 0,85 | 0,17  | 86     | 38             | I   |
|               | 180   | 0,15   | 0,9       | 0,1   | 0,8  | 0,12  | 111    | 43             | II  |
|               | 170   | 0,166  | 1,0       | 0,15  | 0,85 | 0,17  | 87     | 36             | III |
| Schizo. Bo.   | 160   | 0,2    | 1,4       | 0,1   | 1,3  | 0,07  | 76     | 40             | I   |
|               | 190   | 0,166  | 1,2       | 0,1   | 1,1  | 0,09  | 85     | 51             | II  |
|               | 185   | 0,166  | 1,2       | 0,05  | 1,15 | 0,06  | 74     | 38             | III |
| Schizo Br.    | 60    | 0,133  | 1,0       | 0,1   | 0,9  | 0,11  | 107    | 53             | I   |
|               | 160   | 0,116  | 1,0       | 0,1   | 0,9  | 0,11  | 119    | 67             | II  |
|               | 60    | 0,133  | 1,0       | 0,1   | 0,9  | 0,11  | 108    | 54             | III |
| Epi. H.       | 120   | 0,2    | 1,3       | 0,4   | 0,9  | 0,44  | 97     | 58             | I   |
|               | 160   | 0,166  | 1,2       | 0,3   | 0,9  | 0,33  | 102    | 54             | II  |
|               | 120   | 0,2    | 1,2       | 0,3   | 0,9  | 0,33  | 95     | 58             | III |
| Schwachs. Bi. | 180   | 0,25   | 1,5       | 0,3   | 1,2  | 0,25  | 110    | 72             | I   |
|               | 220   | 0,2    | 1,3       | 0,2   | 1,1  | 0,18  | 114    | 72             | II  |
|               | 230   | 0,2    | 1,2       | 0,2   | 1,0  | 0,2   | 114    | 63             | III |

noch normalen Wert und dreimal auf pathologische Werte. Es handelte sich um die beiden eben erwähnten Fälle sowie um einen Tumor cerebri.

Am wichtigsten erscheint das Verhalten der Zellen. Ihre Zahl blieb in 10 Fällen unbeeinflusst, wobei Änderungen innerhalb normaler Werte mitgezählt sind. In 3 Fällen stieg sie an: von  $\frac{11}{3}$  auf  $\frac{15}{3}$  bei einer sonst negativen Lues cerebri; von  $\frac{7}{3}$  auf  $\frac{29}{3}$  bei einer unklaren chronisch-entzündlichen Erkrankung; von  $\frac{8}{3}$  auf  $\frac{14}{3}$  wiederum bei der Ca-Metastase. Dagegen kam es in 8 Fällen zu einer teilweise ganz beträchtlichen Verminderung. Hierbei handelte es sich vorwiegend um akute oder auch chronische Entzündungen. So kam es bei einer Poliomyelitis im Stadium der Lähmungen zu einem Abfall von  $\frac{71}{3}$  auf  $\frac{11}{3}$  innerhalb von 25 Tagen nach 19 Behandlungen; von  $\frac{179}{3}$  auf  $\frac{10}{3}$  bei einer Lues cerebri nach 25 Behandlungen; von  $\frac{22}{3}$  auf  $\frac{2}{3}$  bei einer Encephalitis nach 13 Behandlungen. Mit diesem Ergebnis deckt sich die klinische Beobachtung, daß niemals irgendwelche meningealen Reizerscheinungen nach der Behandlung auftraten, sondern daß vielmehr etwa bestehende derartige Symptome während der Behandlung meist prompt schwanden.



Es mag noch erwähnt werden, daß anfangs bei der Beurteilung der Gesamtergebnisse eine Gesetzmäßigkeit nicht recht zu finden war. Erst als das Verhalten innerhalb bestimmter Krankheitsgruppen zusammengefaßt wurde, ergab sich doch zum mindesten die Wahrscheinlichkeit einer Gesetzmäßigkeit, wie die Tabelle 3 zeigen mag. Ausführlich soll

Tabelle 3. Liquorveränderungen nach Bestrahlungsserien.

+ Zunahme, 0 keine Änderung, — Abnahme.

| Art                    | Zahl | Zellen | Nonne | Brdbg. | Ges.-Eiw. | El.-Q. | Li.-Z. |
|------------------------|------|--------|-------|--------|-----------|--------|--------|
| Tumor . . . . .        | 4    | +3 —1  | +2    | +3 —1  | +1 —1     | +      | +1 —3  |
| Tumor Verd. . . . .    | 3    | +1 —2  | —1    | +1 —2  | —2        | +      | +2 —1  |
| Erweichung . . . . .   | 3    | +2     | 0     | —1     | —1        | +1 —1  | +1     |
| Chron. Entz. . . . .   | 4    | —2     | —1    | —4     | —4        | +4     | +2     |
| Akut. usw. . . . .     | 5    | —4     | —3    | —4     | —5        | —5     | +1     |
| Gesamt . . . . .       | 19   | +6 —9  | +2 —5 | +4 —12 | +1 —13    | +12 —6 | +7 —4  |
| Unbeeinflußt . . . . . |      | 4      | 12    | 3      | 5         | 1      | 6      |

über diese Ergebnisse an anderer Stelle berichtet werden unter besonderer Prüfung der Frage, ob sich nicht auf diesem Wege auch Möglichkeiten einer diagnostischen Bedeutung finden lassen.

Zusammenfassend hat sich demnach bei den geschilderten Versuchen ergeben:

1. Eine gleichmäßige Durchwärmung des Schädels ist im KW-Feld nur möglich, wenn eine sog. Abstandsbehandlung erfolgt. Hierfür eignen sich nur Apparate mit genügender Energieleistung. Ein zur Verfügung stehender Funkenstreckenapparat reichte nicht aus.

2. Bei Vermeidung einer übermäßigen Erwärmung konnten bleibende Schädigungen oder gar Spätfolgen nicht beobachtet werden. Wohl dagegen kann es bei sehr intensiver Behandlung des Gehirns zu vorübergehenden Regulationsstörungen, vorwiegend auf vasomotorischem Gebiet, kommen.

3. Die Unschädlichkeit der KW-Behandlung ergibt sich auch daraus, daß bei Versuchen mit Schlupfwespen weder an behandelten Imagines noch an deren Nachkommen Schädigungen beobachtet wurden.

4. In der Praxis erscheint eine besondere Messung der Hauttemperatur unter den Elektroden nicht erforderlich, weil bei intaktem Temperatursinn eine Überhitzung als schmerzhaft empfunden wird. Es genügt also den Patienten dahin zu belehren, daß er unangenehme Wärmeempfindungen sofort zu melden hat.

5. Sowohl nach einmaliger Kopfbesendung wie nach mehrfachen Behandlungen treten im Liquor greifbare Veränderungen im Chemismus und im Zellgehalt auf. Diese Veränderungen sind jedoch niemals derart, daß aus ihnen auf eine Schädigung des Gehirns oder seiner Häute

geschlossen werden könnte. Wohl aber läßt sich eine günstige Beeinflussung vor allem bei entzündlichen Prozessen eindeutig nachweisen.

### Literaturverzeichnis.

*Gebbert, A.*: Klin. Wschr. **1934 I**, 905; **1934 II**, 1563. — *Glauner, R.* u. *E. Schorre*: Strahlenther. **58** (1937). — *Groag, P.* u. *V. Tomberg*: Dtsch. med. Wschr. **1937 II**, 1085—1089. — *Haug, K.*: Mschr. Psychiatr. **94**, 254—264. — *Hayer, E.*: Münch. med. Wschr. **1934 II**, 1464. — *Heller, R.*: Wien. klin. Wschr. **1931 I**. — Klin. Wschr. **1931 II**, 2390. — *Hoff, H.* u. *E. Weissenberg*: Wien. klin. Wschr. **1932 I**. — *Hoppe, E.*: Z. angew. Entomol. **23**, 559—577 (1937). — *Horn, L.*, *Kauders, O.* u. *P. Liebesny*: Wien. klin. Wschr. **1934 I**, 936. — Klin. Wschr. **1934 I**, 199. — *Kauders, O.*: *Liebesny, P.* u. *F. Finaly*: Wien. klin. Wschr. **1932 I**, 935—938. — *Liebesny, P.*: Wien. klin. Wschr. **1933 I**, 570 u. 799; **1934 I**, 55—57. — Dtsch. med. Wschr. **1937 I**, 1081—1085. — *Lüers, H.*: Dtsch. med. Wschr. **1936 II**, 1330 bis 1331. — *Masazza, A.* et *A. Vallebona*: Ann. Osp. psichiatr. prov. Genova **5/6** (1934); Ref. Zbl. Neur. **81**, 310. — *Ostertag*: Dtsch. med. Wschr. **1932 II**, 1940. — *Pickhan, A.*: Dtsch. med. Wschr. **1937 I**, 1070—1071. — *Raab, E.*: Dtsch. med. Wschr. **1936 I**. — *Raab, E.* u. *J. Hofmann*: Dtsch. med. Wschr. **1937 II**, 1071—1073. — *Rajewsky, B.* u. *H. Schaefer*: Dtsch. med. Wschr. **1937 II**, 1065—1070. — *Reiter, P.*: Z. Neur. **156**, 382—404. — *Schliephake, E.*: Zbl. inn. Med. **1933**, Nr 45/46. — Dtsch. med. Wschr. **1937 II**, 1073—1076. — *Weißenberg, E.*: Wien. klin. Wschr. **1934 I**, 302—304. — *Wilder, J.*: Wien. klin. Wschr. **1937 I**.

Lehrbücher (dort auch weitere Literatur):

*Fritsch, E.* u. *M. Schubart*: Einführung in die Kurzwellentherapie. Berlin-Wien: Urban & Schwarzenberg 1935. — *Holzer, W.* u. *E. Weißenberg*: Grundriß der Kurzwellentherapie. Wien: Maudrich 1935. — *Kowarschik, J.*: Kurzwellentherapie. Berlin: Julius Springer 1936. — *Liebesny, P.*: Kurz- und Ultrakurzwellen. Berlin-Wien: Urban & Schwarzenberg 1935. — *Raab, E.*: Die Kurzwellen in der Medizin. Berlin 1935. — *Schliephake, E.*: Kurzwellentherapie. Jena 1935.