

(Aus der Psychiatrischen und Nervenklinik Rostock-Gehlsheim
[Direktor: Prof. Dr. E. Braun].)

Über die Beeinflussung des Liquordruckes durch Kurzwellenbesendung des Kopfes.

Von
Dr. Otto Schiersmann.
Mit 2 Textabbildungen.

(Eingegangen am 26. September 1938.)

Die Auffassungen über die Art der Kurzwellenwirkung auf das Nervensystem und insbesondere auf das Gehirn sind durchaus noch nicht einheitlich. Auf der einen Seite liegen eine ganze Anzahl von Veröffentlichungen vor, die über eine günstige Beeinflussung auch zentralnervöser und organischer Störungen berichten, auf der anderen Seite sind aber auch Schädigungen der nervösen Substanz durch Kurzwellenbesendung des Kopfes bei Mensch und Tier beschrieben worden. Um nun die KW-Wirkungen zu studieren, schienen mir unter anderem Liquoruntersuchungen besonders geeignet, und zwar vor allem deshalb, weil diese sich am Menschen ohne Schwierigkeiten in beliebiger Zahl und zu jeder gewünschten Zeit ausführen ließen. Dabei durfte vorausgesetzt werden, daß im humoralen Verhalten des Liquors vor allem etwaige Schädigungen der nervösen Substanz einerseits und therapeutische Beeinflussungen speziell entzündlicher Prozesse andererseits ihren Ausdruck finden würden, während ein Studium des Verhaltens des Liquordruckes vor allem Einblicke in die funktionellen Veränderungen und Umstimmungen während und nach der KW-Behandlung des Kopfes ermöglichen sollte.

Über die Veränderungen im Chemismus des Liquors und im Verhalten der zelligen Elemente habe ich an anderer Stelle ausführlich berichtet. Ich bin dabei zu dem Ergebnis gelangt, daß eine Schädigung des Zentralnervensystems nur dann möglich ist, wenn es zu einer Überdosierung der Kurzwellen kommt, daß in der Therapie derartige Schädigungen aber sicher und leicht zu vermeiden sind. Eine spezifische elektrische Wirkung oder eine selektive Wirkung bestimmter Wellen wurde als wenigstens zur Zeit noch nicht erwiesen bezeichnet. Dagegen ließ sich unter richtigen Behandlungsbedingungen eine günstige Beeinflussung insbesondere entzündlicher Erkrankungen des Zentralnervensystems sehr wohl nachweisen.

Es soll hier nun über Untersuchungen berichtet werden, die sich mit dem Verhalten des Liquordruckes einmal während einer einzelnen Besendung des Kopfes, zum anderen im Verlauf ganzer Behandlungsserien befassen.

Zunächst sei kurz auf die Versuchsanordnung eingegangen. Zur Anwendung gelangte in den meisten Fällen ein Röhrensender mit einer

Wellenlänge von rund 6 m (Siemens Ultratherm); einige Kontrollversuche wurden aber auch mit einem Funkenstreckenapparat (Sanitas, Undala Standard) ausgeführt. Über die physikalischen Eigenschaften und Unterschiede der Apparaturen habe ich ebenfalls an anderer Stelle berichtet, es sei hier nur erwähnt, daß generell eine für eine Kopf- bzw. Gehirndurchflutung ausreichende Wirkung nur von dem Röhrenapparat zu erwarten war. — Die Zuleitung der hochfrequenten Ströme geschah vorwiegend mittels sogenannter *Schlephake*-Elektroden von 10 cm Durchmesser entweder von Schläfe zu Schläfe oder auch von der Stirn zum Hinterhaupt; es wurden aber auch gummisiolierte Plattenelektroden verwendet. Die Besendungszeit betrug meist 10 Min., eine Zeitdauer, welche sich uns in der Praxis als besonders geeignet erwiesen hat.

Das Verhalten des Liquordruckes wurde in zwei verschiedenen Versuchsreihen geprüft. Einerseits wurden Dauerpunktionen durchgeführt und während dieser Dauerpunktionen eine KW-Besendung des Kopfes von 10 Min. Dauer durchgeführt. Dann aber wurde auch der Liquordruck vor einer therapeutisch verordneten Behandlungsserie von 10—30 Einzelsitzungen und alsbald nach Beendigung dieser Behandlung gemessen. Die Druckmessung geschah mittels Lumbalpunktion grundsätzlich im Liegen. Zur Punktion wurden Kanülen von 0,2 mm lichtem Lumen verwandt, zur Druckmessung Steigröhrchen von 2 mm Weite, die mittels eines möglichst kurzen Gummischlauches mit der Punktionskanüle verbunden waren. Auf diese Weise wurden zur Füllung des Manometersystems nur sehr kleine Liquormengen benötigt; die Nadeln sind weit genug, um einen raschen und zuverlässigen Druckausgleich zwischen den Liquorräumen und dem Manometersystem zu erzielen, sie sind andererseits nicht so dick, daß sie zu wesentlichen Punktionsbeschwerden Veranlassung geben könnten. Eine graphische Registrierung der Druckkurven war aus äußeren Gründen nicht möglich; sie schien aber auch entbehrlich, weil derart schnelle Druckschwankungen, die eine zuverlässige Beobachtung mit bloßem Auge unmöglich gemacht hätten, nicht auftraten. Vielmehr wurde der Druck an einer Millimeterskala laufend abgelesen und notiert. Nach den so gefundenen Werten wurden dann später die Druckkurven gezeichnet. Bei den Vergleichsmessungen vor und nach Behandlungsreihen wurde darauf geachtet, daß die Punktions- und Druckmessungen unter gleichen Bedingungen ausgeführt wurden. Der Druck wurde stets erst abgelesen, wenn der Patient sich völlig beruhigt hatte, wenn wesentliche Druckschwankungen nicht mehr auftraten. Auf die Wichtigkeit dieser Kautelen bei Liquordruckmessungen ist im übrigen von anderer Seite, so z. B. von *Haug* aus der hiesigen Klinik eingehend hingewiesen worden. Erwähnt sei noch, daß auch nach den Dauerpunktionen Beschwerden, die über das übliche Maß der postpunktionellen hinausgingen, nicht beobachtet wurden, und zwar auch dann nicht, wenn Liquor zu Untersuchungszwecken entnommen wurde. Bei den Dauerpunktionen wurde ein solches

Ablassen von Liquor allerdings wegen des bekannten Absinkens des Druckes nach Liquorentnahme möglichst vermieden. Wurde in seltenen Fällen doch Liquor abgelassen, dann konnte aus der Menge des Liquors nach den Angaben von *Pappenheim* der Größenwert der hierdurch bedingten Drucksenkung rechnerisch ungefähr bestimmt werden, so daß auch dann Fehler vermieden werden konnten.

Es soll zunächst das Verhalten des Liquordruckes während einer einmaligen Kurzwellendurchflutung des Kopfes geschildert werden. Normalerweise bleibt der Druck, abgesehen von Puls- und Atemschwankungen und von individuell verschiedenen, in noch langsamem Rhythmus als die Atemschwankungen verlaufenden Wellen, sehr konstant. Nach spätestens 5 Min. wurden gröbere Änderungen des Druckes nicht mehr beobachtet. Nunmehr wurde der KW-Apparat eingeschaltet; die Elektroden waren bereits vor Beginn der Druckmessung angelegt worden, da sich gezeigt hatte, daß durch das Anlegen in den meisten Fällen ein Druckanstieg ausgelöst wurde. Es dürfte sich hierbei um einen rein psychisch bedingten Mechanismus handeln, ebenso wie bei einem sofort beim Einschalten des Apparates gelegentlich auftretenden vorübergehenden Anstieg des Druckes, der besonders bei psychisch labilen, leicht erregbaren Personen beobachtet wurde.

Etwa 20—60 Sek. nach dem Einschalten und nachdem eine Apparateleistung eingestellt war, die zu einem angenehmen Wärmeempfinden führte, kam es dann zu einem ziemlich gleichmäßigen Ansteigen des Liquordruckes, das mit ganz geringen Ausnahmen in dem Moment aufhörte, wo der Apparat ausgeschaltet wurde. Der Druck kehrt dann ziemlich langsam zu seiner ursprünglichen Höhe zurück, die er bei unseren Versuchen meist nach etwa 30 Min. wieder erreicht hat. Die Verhältnisse lassen sich in anschaulicher Weise aus den Druckkurven ablesen (Abb. 1).

Bekanntlich gibt es zur Zeit noch kein praktisch brauchbares, objektiv arbeitendes Dosismeßverfahren für KW. Die Dosierung erfolgte bei den Versuchen einmal nach dem subjektiven Wärmeempfinden der Patienten, ferner auf Grund der praktisch ausprobierten Einstellungsdaten. Wenn auch geringe Differenzen zwischen den bei den verschie-

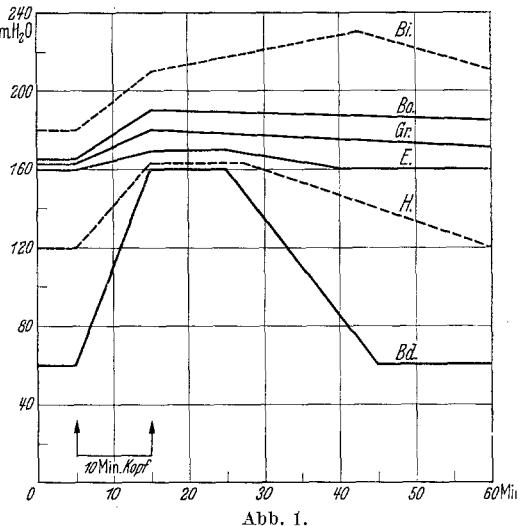


Abb. 1.

denen Versuchen angewandten Energiemengen zugegeben werden müssen, so reichen diese doch kaum aus, um die recht erheblichen Unterschiede bezüglich des Grades des bei den verschiedenen Personen durch die Besendung erzielten Druckanstieges zu erklären. Es hat den Anschein, als ob der Grad des Anstieges der allgemeinen Reaktionslage des vegetativen Systems entspricht, doch wird dies Verhalten noch durch andere Versuche nachgeprüft werden müssen, bei welchen die Reaktionsfähigkeit und -weise des vegetativen Apparates mittels pharmakologischer Methoden gleichzeitig kontrolliert werden kann. Auf alle Fälle hat sich gezeigt, daß die relativ höchsten Druckanstiege dann eintreten, wenn der Normaldruck sehr niedrig liegt, während bei hohem Ausgangsdruck der Anstieg geringer ist. Daraus resultiert eine gewisse Nivellierung der Druckwerte nach Beendigung der Besendung: Während bei unseren Fällen die Differenz zwischen höchstem und niedrigstem Anfangsdruck 120 mm H₂O beträgt, sind es nach der KW-Besendung nur noch 50 mm. Auf diese Nivellierungstendenz wird später bei der Besprechung der Verhältnisse nach Behandlungsserien noch zurückzukommen sein.

Wichtig erscheint vor allem, daß die Behandlung stets als angenehm empfunden wurde. Selbst Fälle mit Hirntumoren und erheblich gesteigertem Liquordruck geben immer wieder an, daß ihre manchmal sehr erheblichen, als Hirndruckerscheinungen aufzufassenden subjektiven Beschwerden durch die Behandlung wenigstens vorübergehend schwinden. Auch objektiv ist selbst in solchen Fällen ein günstiger Einfluß nachzuweisen, der Puls wird besser und schneller, die Benommenheit hellt sich auf. In 2 Fällen von inoperablen Tumoren konnten Dauerpunktionen ausgeführt werden, die ebenfalls einen deutlichen Anstieg des an sich schon auf 350 bzw. 400 mm gesteigerten Liquordruckes erkennen ließen. Andere Tumorfälle wurden wegen der Möglichkeit einer Gefährdung nicht untersucht. Dagegen konnte bei verschiedenen Tumorkranken der Liquordruck vor und nach Behandlungsserien bestimmt werden; auf die Ergebnisse wird später eingegangen werden.

Bemerkenswert erscheint ferner, daß nach Beendigung der Behandlung der Druck langsam wieder ungefähr zu seinem Ausgangswert abfällt. Es gelingt offenbar durch eine einzige Besendung unter den geschilderten Versuchsbedingungen nicht, eine nachhaltige Änderung des Liquordruckes zu erzielen. Dieser Druck ist eben, worauf besonders auch von *Haug* hingewiesen wurde, zwar individuell verschieden, wird aber bei dem einzelnen Individuum ziemlich konstant innegehalten.

Das Verhalten des Liquordruckes vor und nach Behandlungsserien zeigt die Abb. 2. Zur Erläuterung muß bemerkt werden, daß die Endwerte meist nach 10—20 Besendungen von je 10 Min. Dauer und einer Energie, die zu einem als angenehm empfundenen Wärmegefühl führte, gewonnen wurden. Lediglich bei den 5 Tumorfällen wurden nur 2 bis 4 Behandlungen von je 5 Min. bei eben wahrnehmbarem Wärmegefühl ausgeführt.

Bei diesen Druckkurven läßt sich nun ein einheitliches Verhalten nicht mehr erkennen. Die schon oben erwähnte Nivellierungstendenz ist dagegen bei diesen Versuchen noch deutlicher zu erkennen. Der Unterschied zwischen höchstem und niedrigstem Druck betrug vor der Behandlung 240 mm, danach nur noch 100 mm H_2O . Es wird weiter unten versucht werden, dieses Verhalten zu erklären.

Bei den Untersuchungen zeigte sich, daß dann, wenn der Liquordruck vor der Behandlung hoch ist, oder wenn er gar krankhaft gesteigert ist, die KW-Besendungen zu einem Abfall führen. Wenn dagegen der Anfangsdruck sehr niedrig ist, kommt es zu einer gewissen Steigerung, aber im allgemeinen nicht über die obere *normale* Grenze hinaus! Die nach den Behandlungsserien erreichten Druckwerte werden offenbar dann für lange Zeit festgehalten; sie konnten jedenfalls in einigen Fällen noch nach Monaten bei Kontrolluntersuchungen bestätigt werden. Offenbar gilt dieser Satz für Tumorfälle nicht! Bei diesen kommt es sehr schnell zum mindesten zu einem Schwinden der anfänglichen Besserung, woraus auf ein Wiederansteigen des Liquordruckes geschlossen werden darf, wenn auch Messungen nicht vorgenommen wurden. Hier hängt ja auch die Druck-

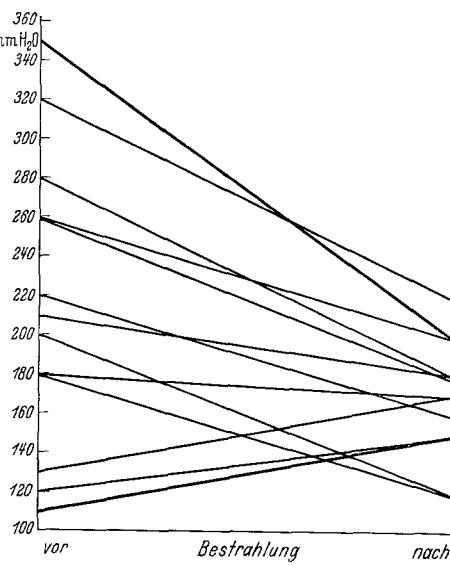


Abb. 2.

erhöhung von *dauernd* gegebenen bzw. unabänderlichen, irreversiblen und vorwiegend mechanischen Momenten ab — ganz davon abgesehen, daß in diesen Fällen auch nur wenige und kurze Bestrahlungen erfolgten!

Ohne zunächst kritisch zu den geschilderten Ergebnissen Stellung zu nehmen, soll zunächst noch über eine weitere Versuchsreihe berichtet werden. Es handelt sich wiederum um Druckmessungen mittels Dauerpunktionen, doch wurde nunmehr die KW-Besendung des Kopfes länger als 10 Min. ausgedehnt. Dabei zeigte sich, daß es dann zu einem weiteren Anstieg des Druckes kommt, bis schließlich ein Höchstwert erreicht ist. Auf dieser Höhe bleibt der Liquordruck dann stehen, bis der Apparat ausgeschaltet ist, um alsdann in der bekannten Weise langsam zu seinem Ausgangswert abzufallen. Die absolute Höhe des Höchstwertes hängt offenbar wiederum von der individuellen Reaktionsweise ab. Sie ist aber außerdem abhängig von der angewandten Energie: je größer die zugeführte Leistung, um so höher steigt der Druck an, um so rascher

erfolgt auch der Druckanstieg. Geht man mit der Leistung so weit, daß es zu einem nur eben noch erträglichen Hitzegefühl kommt, dann kann der Druck bis auf 350—400 mm ansteigen! In unseren Versuchen mit Leistungen, die von Anfang des Versuches an unverändert gehalten, insbesondere nicht gesteigert wurden, war spätestens nach etwa 30 Min. der Höchstwert erreicht. Derart intensive und lang dauernde Besendungen wurden aber von den Patienten nun nicht mehr als angenehm empfunden! Vielmehr kam es noch während der Durchflutung zu Kopfschmerzen, die auch nach dem Ausschalten des Apparates noch für Stunden — ja sogar für mehrere Tage bestanden. Zweifellos ist es hier zu einer Überdosierung und damit zu einer Überhitzung gekommen. Irgendwelche Dauerschädigungen haben sich aber auch bei diesen Fällen nicht gezeigt.

Wiederholungen derselben Versuche mit dem Funkenstreckenapparat ließen grundsätzlich ein ähnliches Verhalten erkennen. Nur erfolgt der Druckanstieg langsamer, der Abfall dagegen rascher, auch werden selbst bei maximaler Apparateleistung nur Höchstwerte erreicht, die denen entsprechen, wie sie mit dem Röhrensender bei etwa einem Viertel der vorhandenen Maximalleistung zu erzielen sind, wobei das Wärmegefühl noch durchaus angenehm empfunden wird, während bei dem Funkenstreckenapparat hierbei öfter über recht störendes Hitzegefühl geklagt wird, das auf der mangelhaften Entlastung der Haut und auf einer Heizkissenwirkung beruhen dürfte. Auf diese Erscheinung haben unter anderem auch *Gebbert*, *Kowarschick*, *Pätzold* und *Schliephake* hingewiesen.

Abgesehen von dem wohl durch die geringere Leistung zu erklärenden geringeren Druckanstieg scheint demnach ein Unterschied in der physiologischen Wirkung der beiden Apparatetypen insofern zu bestehen, als bei dem Röhrensender der Druckanstieg rascher, der Abfall dagegen langsamer erfolgt als bei dem Funkenstreckenapparat. Nun sind mir Veröffentlichungen über das Verhalten des Liquordruckes bei KW-Besendungen des Kopfes nicht bekanntgeworden. Lediglich *Matucci* hat berichtet, daß bei einer Durchströmung des Kopfes mit Langwellendiathermie der Liquordruck ansteigt, um beim Ausschalten des Apparates sofort und rasch wieder abzufallen. Nun arbeitet der Funkenstreckenapparat unter den geschilderten Versuchsbedingungen mit einer Wellenlänge von etwa 12 m, der Röhrensender dagegen mit 6 m. Es liegt nahe, das Ergebnis bei Benutzung des Funkenstreckenapparates, welches ja eine deutliche Ähnlichkeit mit den Verhältnissen bei Diathermiebehandlung des Kopfes erkennen läßt, durch die längere Welle des Funkenstreckenapparates zu erklären. Möglich wäre allerdings auch, daß es sich hier doch um eine Eigenheit der Funkenstreckenapparate handelt, denn zur Diathermie werden ja fast ausschließlich ebenfalls solche verwandt. Zu prüfen wäre diese Frage nur mit Hilfe eines Röhren-

apparates mit ausreichender Leistung und veränderlicher Welle, der mir leider wegen finanzieller Eingeschränktheit nicht zur Verfügung steht. Zweifellos wäre es aber, um für die Praxis doch sehr wichtige Vergleiche zwischen beiden Apparatetypen anzustellen, doch erwünscht, wenn diese Verhältnisse an anderen Stellen mit großzügigeren Arbeitsmöglichkeiten einmal nachgeprüft würden. Sollte tatsächlich das verschiedene Verhalten nicht durch die verschiedene Wellenlänge, sondern durch die verschiedenartige Schwingungserzeugung bedingt sein, so wäre damit meines Wissens erstmalig ein Unterschied in der biologischen Wirkungsweise der beiden Apparatetypen nachgewiesen!

Praktisch hat sich jedenfalls auch bei den geschilderten Versuchen gezeigt, daß eine für eine Abstandsbehandlung — und nur eine solche ermöglicht eine ausreichende Tiefenwirkung bei Entlastung der Oberfläche — erforderliche Leistung aus dem uns zur Verfügung stehenden Funkenstreckenapparat jedenfalls nicht herauszuholen ist. Auf der anderen Seite kommt sehr deutlich zum Ausdruck, daß bei Verwendung des Röhrensenders sehr wohl die Möglichkeit einer Überdosierung besteht, daß aber bei Vermeidung einer solchen, die zweifellos ohne weiteres möglich ist, die Behandlung stets als angenehm empfunden wird.

Es ergibt sich nun die Frage, wie das geschilderte Verhalten erklärt werden kann. Rein mechanistisch könnte man daran denken, daß die Erwärmung des Liquors im Schädelinneren, zu der es im Verlaufe der Besendung zweifellos kommen muß, zu einer Ausdehnung der Flüssigkeit und damit zu einem Druckanstieg führen könnte. Man würde bei einem solchen Erklärungsversuch unterstellen müssen, daß das Liquorsystem ein starres und unveränderliches Fassungsvermögen hat, womit man zweifellos den physiologischen Verhältnissen in keiner Weise gerecht würde. Dieser Erklärungsversuch scheidet demnach von vornherein aus.

Wir wissen, daß der Druck der Cerebrospinalflüssigkeit von verschiedenen Faktoren abhängig ist. Von diesen scheiden für unsere Versuche alle äußeren und alle während der Versuche nicht veränderlichen Einflüsse aus, vor allem also kann der sogenannte hydrostatische Faktor vernachlässigt werden, da ja die Körperlage nicht verändert wurde und auch Liquorentnahmen unterblieben oder wenigstens berücksichtigt wurden. Es bleiben also vor allem die Beziehungen des Liquordruckes zu dem elastischen Membrandruck und zum arteriellen und venösen Druck.

Seit den Untersuchungen von *Schliephake* ist die Tatsache, daß eine KW-Behandlung des Kopfes zu einem Absinken des Blutdruckes führt, verschiedentlich bestätigt worden. Auch wir haben uns von der Regelmäßigkeit dieses Verhaltens überzeugen können und haben insbesondere feststellen können, daß auch während der oben geschilderten Versuche ein Absinken des Blutdruckes nachzuweisen ist. Über das Ergebnis dieser Untersuchungen wird später berichtet werden.

Andererseits hat besonders *Pflomm*¹ auf die Gefäßwirkungen des Kurzwellen hingewiesen. Er fand eine Erweiterung vor allem der Capillaren, aber auch der kleineren Arterien und Venen, und erklärt dieser Verhalten mit einer Sympathicuslähmung, denkt aber auch an einen tonisierenden Einfluß auf den Vagus. Nun bietet die Beobachtung des Augenhintergrundes eine Möglichkeit, das Verhalten der Gefäße auch beim Menschen während einer KW-Behandlung des Kopfes zu kontrollieren. Man gewinnt dabei den Eindruck, daß es tatsächlich zu einer Erweiterung vor allem der kleinsten noch sichtbaren Gefäße, dann aber auch der kleineren Arterien und Venen kommt. Um diesen Versuch jedoch wirklich überzeugend zu gestalten und um vor allem die Fehlerquelle der subjektiven Betrachtung auszuschalten, müßten Photogramme des Augenhintergrundes während der Besendung des Kopfes angefertigt werden, was uns aus äußeren Gründen leider unmöglich ist.

Tierversuche, über die ich an anderer Stelle berichtet habe, zeigten übereinstimmend mit den Ergebnissen anderer Untersucher, daß bei einer KW-Besendung des Kopfes eine vermehrte Blutfüllung der Hirngefäße eintritt. Da somit alle Untersuchungen ein im wesentlichen gleiches Verhalten erkennen lassen, halte ich den Schluß, daß es auch bei den oben geschilderten Versuchen zu einer stärkeren Blutfüllung im Bereich des Gehirns gekommen ist, für durchaus berechtigt. Legt man die Befunde von *Pflomm* zugrunde — die allerdings von *Weissenberg* nicht ganz bestätigt werden konnten! —, dann müßte man annehmen, daß diese vermehrte Blutfüllung vor allem durch eine Erweiterung der Capillaren, in zweiter Linie erst durch eine Erweiterung auch der kleineren Arterien und Venen bewirkt wird. Ob hierfür nun ausschließlich eine Lähmung des Sympathicus verantwortlich zu machen ist, mag zunächst offengelassen werden. Auf alle Fälle würde es auf diese Weise zu einer Volumenzunahme des Schädelinhaltes und damit zu einem Druckanstieg in der Cerebrospinalflüssigkeit kommen müssen. Damit wäre das Verhalten bei den geschilderten Versuchen erklärt. Daß diese Erklärung nicht restlos zu befriedigen vermag, wird unten noch besprochen werden.

Wie bereits erwähnt, kommt es bei der KW-Besendung des Kopfes fast regelmäßig zu einem Absinken des Blutdruckes. Diesen Abfall sowohl des systolischen als auch des diastolischen Druckes sah auch *Reiter* bei Kopfdurchflutungen; wo er ausblieb oder in vereinzelten Fällen der Druck sogar anstieg, konnten als Ursache sympatheticophile Affekte nachgewiesen werden. Auch bei allgemeiner KW-Hyperthermie beobachtete er einen Blutdruckabfall, der aber niemals stärker war als bei lokaler KW-Applikation am Schädel. Bei dieser Allgemeinbehandlung fanden auch *Halphen* und *Auclair* ein Absinken des Blutdruckes, und zwar bei normalen Werten und vor allem bei Hypertonikern, dagegen bei abnorm niedrigem Druck eher ein Ansteigen. *Delherm* und

Devois, die ebenfalls einen Abfall des Blutdruckes bei lokaler KW-Anwendung am Kopfe sahen, führen dies auf eine Gefäßerweiterung zurück, wobei sie die Frage, ob es sich um eine Strahlenwirkung handelt, offenlassen.

Daß der Blutdruck auch bei Diathermiebehandlung des Kopfes absinkt, haben *Laszlo* und *Weisel* früher bereits beschrieben; doch haben sie die Frage, ob dieses Verhalten auf eine Erwärmung des Vasomotorenzentrums zurückzuführen sei, offenlassen müssen. *Sorrentino* fand dann, daß eine Diathermiebehandlung des Carotissinus den Blutdruck besonders deutlich zu beeinflussen vermag, ein Verhalten, welches *Vanotti* für die KW-Besendung ebenfalls nachweisen konnte.

Durch diese Untersuchungen ist die Annahme, daß die Beeinflussung des Blutdruckes sowohl bei der Diathermie- als auch bei der Kurzwellenanwendung auf zwei verschiedenen Wegen zustande kommt, zum mindesten sehr wahrscheinlich geworden. Nach unserer Auffassung kommt es bei einer KW-Applikation an jedem beliebigen Körperteil und vor allem bei jeder Allgemeinbehandlung zu einer Erweiterung vor allem der Capillaren, deren auch sonst bekannte Folge ein geringes Absinken des Blutdruckes ist. Bei Besendungen des Kopfes dagegen möchten wir einen feineren zentralen Regulationsmechanismus annehmen. Wir wissen aus einer ganzen Reihe von Untersuchungen, über die *D. Schneider* kürzlich zusammenfassend referiert hat, daß für die Hirndurchblutung besondere Kompensationseinrichtungen bestehen, die auf reflektorischem Wege die Bedürfnisse des Kopf- und Gehirnkreislaufes regeln und aufeinander abstimmen. Hierbei spielen neben den Einflüssen des Carotissinus sogenannte Eigenreflexe der Gehirngefäße zweifellos eine Rolle. Sobald es nun infolge der durch die KW-Wirkung bedingten Gefäßerweiterung zu einer Mehrdurchblutung des Gehirns kommt, werden sich diese Kompensationsmechanismen einschalten und damit auch den Blutdruck herabsetzen. Eine spezielle KW-Wirkung auf das Vasomotorenzentrum anzunehmen, scheint uns weder erforderlich noch bewiesen.

So glauben wir also, daß der beobachtete Anstieg des Liquordruckes ebenso wie das Absinken des Blutdruckes bei einer KW-Besendung des Kopfes auf eine vermehrte Durchblutung des Gehirns zurückzuführen ist. Damit wäre auch der, wohl regelmäßige, auffällig günstige Einfluß der KW-Behandlung auf Kopfschmerzen in Einklang zu bringen, den wir mit der allgemeinen „schmerzlindernden Wirkung“ der Kurzwellen unserer Auffassung nach nicht restlos erklären können. Diese Beseitigung von Kopfschmerzen tritt nach unseren Erfahrungen derart regelmäßig ein, daß wir sie fast als differentialdiagnostisches Hilfsmittel zur Klärung der Frage, ob es sich tatsächlich um Kopfschmerzen oder um Agravation handelt, bezeichnen möchten! Auch die günstige Wirkung der KW-Behandlung bei Hirndruckerscheinungen wird man sich vor allem

durch die bessere Durchblutung erklären können. Wir haben diese Wirkung zunächst empirisch gefunden, später haben wir dann erst gesehen, daß bei der Besendung der an sich schon krankhaft gesteigerte Liquordruck noch weiter ansteigt. Wenn nun trotzdem die Behandlung wenigstens zu einer vorübergehenden Besserung führt, dann kann dies wohl nur auf dem Umwege über die bessere Blutversorgung erklärt werden. Diese führt dann sekundär schließlich doch nach einigen Behandlungen zu einem Absinken des Liquordruckes, wie die Befunde nach Besendungsserien beweisen. Trotzdem wird man bei solchen Patienten außerordentlich vorsichtig dosieren müssen und wird den — scheinbaren! — Erfolg der Behandlung lediglich als eine erwünschte Vorbereitung für die Operation bewerten sollen. Vielleicht ist diese Art der Herabsetzung des Liquordruckes vom biologischen Standpunkt wirkungsvoller als die bislang übliche Anwendung hypertoner Lösungen, die ja meist sekundär zu einer sehr unerwünschten überschreitenden kompensatorischen Drucksteigerung zu führen pflegen. Vorerst wird man jedoch zur Vorsicht bei solchen Fällen mahnen müssen und zunächst weitere Beobachtungen abwarten sollen.

Wenn nun nach Behandlungsserien hohe Liquordrucke absinken und niedrige ansteigen, dann kann man unseres Erachtens dieses Verhalten nicht gut auf eine isolierte Sympathicuslähmung zurückführen. Es ist schon unbefriedigend, die Gefäßerweiterung bei der in der Therapie notwendigen und üblichen schwachen bis mittleren Dosierung ausschließlich durch eine solche Lähmung zu erklären. Der Sympathicus hat für die Hirngefäße ja auch einen tonisierenden Einfluß, wie besonders *Schneider* betont hat. Wenn dieser Einfluß nun fortfällt, dann sollte es vornehmlich zu einer venösen Stase kommen, wie sie ja auch von *Pflomm* beschrieben worden ist. *Weissenberg* dagegen beobachtete, daß sich unter der KW-Wirkung die Capillaren entweder erweitern oder aber auch verengern oder daß es überhaupt zu keiner Änderung kommt. Wir glauben, daß es sich hier nicht um eine Frage der KW-Wirkung an sich, sondern ihrer *Dosierung* handelt, worauf an anderer Stelle eingehend hingewiesen worden ist. Wollte man bei einer therapeutischen Behandlung eine Sympathicuslähmung erzielen, dann müßte man Energien anwenden, die zu einem für den Patienten unerträglichen Hitzegefühl führen würden, während er bei einer sachgemäßen Behandlung nur ein eben angenehmes Wärmeempfinden haben soll.

Wir glauben, daß man den „nivellierenden“ Einfluß der KW sowohl bei der einzelnen Besendung als auch nach Behandlungsserien auf eine tonisierende und ausgleichende Wirkung auf das, als funktionelle Einheit zu betrachtende, vegetative System aufzufassen hat. So meinen auch *Cignolini*, *Baratta* und *Biansi*, daß durch die Kurzwellen der neuro-vegetative Tonus stets in ausgleichendem Sinne beeinflußt wird. Auf diese Weise wären auch die Befunde von *v. Fischer* zu erklären, der nach

Bestrahlung mit hochgespannten Wechselströmen ebenfalls ein Absinken des Blutdruckes bei normalem und erhöhtem Anfangsdruck, dagegen ein Ansteigen bei Hypotonikern beobachtete.

Dieser ausgleichende Einfluß der Kurzwellenbehandlung erklärt unseres Erachtens nicht nur die verschiedenen Versuchsergebnisse bei den einzelnen Patienten, sondern auch die therapeutischen Erfolge bei ätiologisch ganz verschiedenen Krankheitszuständen. So werden nach unseren Erfahrungen nicht nur postkommotionelle Beschwerden meist ebenso günstig beeinflußt wie solche nach Punktionen; es sprechen auch die Kopfschmerzen der Hypertoniker ebensogut an wie die der Hypotoniker.

Wir glauben mit unseren Untersuchungen einen Beitrag zum Verständnis der Kurzwellenwirkung geliefert zu haben. Um Mißverständnissen vorzubeugen, sei zum Schluß nur noch betont, daß wir die Kurzwellentherapie in keiner Weise für ein Allheilmittel halten. Wir glauben aber, daß sie bei fachkundiger Anwendung und vor allem bei richtiger Dosierung in der Hand des Erfahrenen auch auf dem Gebiet der Neurologie eine wertvolle Bereicherung des therapeutischen Rüstzeuges darstellt.

Zusammenfassung.

Druckmessungen haben ergeben, daß es während einer Kurzwellenbesendung des Kopfes zu einem Ansteigen des Liquordruckes und meist zu einem Absinken des Blutdruckes kommt. Gleichzeitig tritt eine Nivellierung der Druckwerte ein. Im Verlaufe von Behandlungsserien sinken hohe Liquordrucke ab, niedrige steigen an. Dieses Verhalten ebenso wie die therapeutischen Erfolge wird durch einen ausgleichenden Einfluß der Kurzwellen auf den neurovegetativen Tonus erklärt.

Literaturverzeichnis.

- Cignolini, P., F. Baratta u. C. Bianschi:* Lehrbuch über kurzwellige Strahlen usw. Mailand 1935. — *Delherm, L. u. A. Devois:* Ref. Zbl. Neur. **73**, 681. — *Fischer, R. F. v.:* Schweiz. med. Wschr. **1934 IV**. — *Gebbert, A.:* Klin. Wschr. **1934 I**, 905 bis 907. — *Halphen, A. u. J. Auclair:* Ref. Zbl. Neur. **75**, 297. — *Haug, K.:* Mschr. Psychiatr. **94**, 254—264. — *Kowarschick, J.:* Kurzwellentherapie. Berlin: Julius Springer 1936. — *Klin. Wschr.* **1933 II**, 1757. — *Laszlo, D. u. E. Weisel:* Klin. Wschr. **1930 II**. — *Martucci, A.:* Arch. of Neur. **33**, 1120—1122. — *Pappenheim:* Zit. nach *L. Guttmann* in *Bumke-Foerster*: Handbuch der Neurologie, Bd. 7, 2. — *Pätzold:* Strahlenther. **45** (1932). — *Reiter, P.:* Z. Neur. **156**, 382—404. — *Schiersmann, O.:* Arch. f. Psychiatr. **108**, 363—380. — *Schlepake, E.:* Kurzwellentherapie. Jena 1935. — *Strahlenther.* **52**, 193—205. — *Schneider, D.:* Zbl. Neurochir. **3**, 127—135. — *Sorrentino:* Riforma med. **1935**, Nr 8. — *Vanotti, A.:* Z. exper. Med. **97**, H. 6. — *Weissenberg, E.:* Wien. klin. Wschr. **1934 I**, 302—304.