

(Aus der Psychiatrischen und Nervenklinik der Universität Jena [Direktor:
Prof. Dr. Berger].)

Über spektrophotographische Untersuchungen des Liquor cerebrospinalis im ultravioletten Licht.

Von

W. Jacobi, Stadtroda/Jena.

Mit 2 Tafeln und 1 Textabbildung.

(Eingegangen am 29. Oktober 1926.)

Physikalischer Teil^{1).}

Um die Adsorption des Gehirnliquors zu messen, kann man natürlich so wie es O. Veraguth und G. Opitz²⁾ gemacht haben, die in der Physik gebräuchlichen spektralphotometrischen Methoden anwenden, bei denen mit Hilfe von Eichmarken, die mit bekannten Intensitätsverhältnissen aufgenommen werden, aus der Schwärzung der photographischen Platte die Intensität des auffallenden Lichts und ihre Schwächung durch das Absorbens ermittelt wird. Diese Verfahren erfordern indes einen großen Zeitaufwand, da immer eine größere Reihe von Aufnahmen für einen bestimmten Fall erforderlich sind. Wenn es sich daher darum handelt, ein großes Material zu sammeln, um aus ihm Schlüsse diagnostischer Art zu ziehen, so wird man unter Verzicht auf die quantitative Messung des wahren Werts des Absorptionskoeffizienten nach einem Verfahren Umschau halten, das mit einer einzigen Aufnahme (und etwaigen Kontrollaufnahmen) ein zwar willkürliches aber eindeutiges und reproduzierbares Maß für die Absorption liefert. Ein ähnliches Verfahren wird bei Metalluntersuchungen in steigendem Maße angewandt und lässt sich für unseren Zweck ebenfalls nutzbar machen. Bei Metalluntersuchungen wird zunächst die Konzentration eines Elements ermittelt, bei der gewisse charakteristische Spektrallinien eben nicht mehr auf der photographischen Platte erkennbar sind („raies ultimes“). Von der unbekannten Probe wird dann unter stets gleich gehaltenen Belichtungs- und Entwicklungsbedingungen eine Spektralaufnahme gemacht, auf welcher die eben noch sichtbaren Linien ermittelt werden. Die Fehler dieser Methode sind wesentlich

¹⁾ Bei der physikalischen Durchführung stand mir mein Kollege Joos weitgehend zur Seite.

²⁾ Veraguth, O. und G. Opitz: Dtsch. Zeitschr. f. Nervenheilk. 84, 114. 1925.

kleiner als man zunächst annehmen möchte, so daß sie sich in der Metallographie vielfacher Verwendung erfreut. In ähnlicher Weise können wir die letzten Linien dazu verwenden, den Beginn der ultravioletten Absorption des Liquors zu charakterisieren. Allerdings ist dieses Kennzeichen auch hier von den Aufnahmebedingungen abhängig, wenn indes alle Aufnahmen mit derselben Apparatur und unter denselben Bedingungen ausgeführt sind, gibt die kurzwelligste eben noch erkennbare Linie ein brauchbares *relatives Maß*.

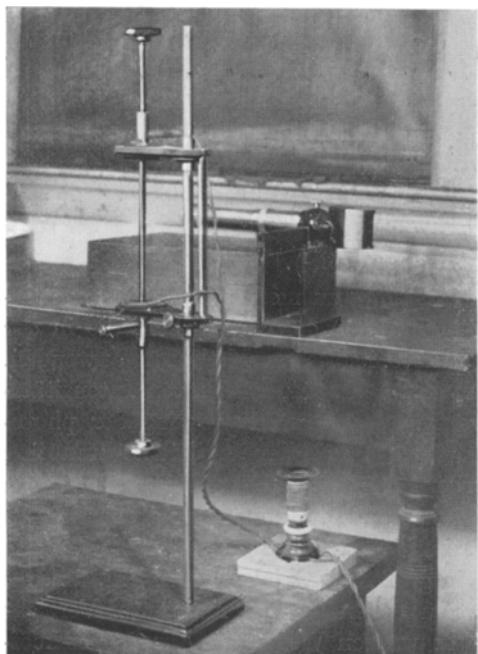


Abb. 1.

Die sehr einfache Versuchsanordnung, welche keine großen Mittel erfordert, war folgende (vgl. Abb. 1): Das Licht des Eisenbogens E fällt durch den mit dem Liquor bzw. der Vergleichsflüssigkeit gefüllten Absorptionstrog auf den Spalt des kleinen Quarzspektrographen, mit dessen Hilfe es spektral zerlegt photographiert wird. Zu den einzelnen Teilen ist zu bemerken: Die Eisenbogenlampe wurde nach den Angaben von E. V. Angerer¹⁾ in der Werkstatt des Physikalischen Instituts der

Universität Jena angefertigt, sie wurde an die Lichtleitung unter Vorschaltung eines geeigneten Widerstands (Heizsonne) gelegt und brannte mit etwa 2 Amp. sehr ruhig und gleichmäßig. Vor jeder Aufnahme wurde die Justierung des Strahlengangs durch den Spektrographen hindurch okular kontrolliert, so daß Gewähr geleistet war, daß stets dieselbe Lichtintensität einfiel. Der Absorptionstrog hatte, um bei möglichst geringer Liquormenge eine möglichst lange Schicht zu erhalten, eine sehr geringe Breite ($3\frac{1}{2}$ mm lichte Weite), während die Höhe $1\frac{1}{2}$ cm lichte Höhe und die Länge 15 cm, ebenfalls lichte Länge betrug. Um ihn immer wieder an die richtige Stelle zu bringen, paßte er in eine in einen schweren Klotz eingeschnittene Vertiefung. Die Stirnflächen

¹⁾ Angerer, E. v.: Phys. Zeitschr. **22**, 521. 1921.

des Trogs waren mit aufgekitteten Quarzplatten verschlossen. Als Spektrograph diente ein kleines von der Firma Karl Zeiß unter dem Namen „Sonnenscheinspektrograph“ in den Handel gebrachtes Instrument, das sehr wohlfeil ist. Das bei der Konstruktion des Spektrographen nicht ganz zu vermeidende diffuse Licht konnte bei dem angewandten Verfahren keine Fehler geben, da es bei allen Aufnahmen in gleicher Stärke vorhanden ist und ja nur ein Vergleichsmaterial geschaffen werden soll. Die Belichtungszeit betrug bei Verwendung von Agfa-Extrarapidplatten, Größe $4\frac{1}{2} \times 6$, 7 Minuten, entwickelt wurde mit frisch angesetztem Methol-Hydrochinon-Entwickler (Agfa), angesetzt 20 ccm Entwickler auf 100 ccm, Wasser und zwar immer 5 Minuten lang. Die Reproduzierbarkeit der so gemachten Aufnahmen wurde dadurch bewiesen, daß stets drei gleiche Aufnahmen gemacht wurden, die immer dasselbe Ergebnis lieferten.

Medizinischer Teil.

Wir gingen also so vor, daß sowohl enteiweißter wie nicht enteiweißter Liquor zur Untersuchung kam. Die Enteiweißung fand in einer Weise statt, wie sie von *Walther*²⁾ unlängst beschrieben worden ist. Es wurden im ganzen Untersuchungen an 79 Fällen (6 Paralysen, 6 Fälle von Lues cerebrospinalis, 17 Fälle von genuiner Epilepsie, 24 Fälle von Schizophrenie, 4 Fälle von Man.-Depr. Irresein, 22 anderweitige Fälle) ange stellt. Von jedem Liquor wurden zwei Kontrollaufnahmen angefertigt, so daß also im Einzelfall 6 Aufnahmen, 3 für den enteiweißten, 3 für den nicht enteiweißten, insgesamt also 494 Photogramme zur Beurteilung vorlagen. Wir halten es für unfruchtbar, diese im einzelnen zu beschreiben, möchten uns vielmehr auf die Mitteilung des von uns bei immer wieder vorgenommener Vergleichung der Platten Erarbeitete beschränken. Bei Überprüfung derselben kann man so vorgehen, daß man in jedem einzelnen Fall die letzte Linie feststellt, wie das auch für sämtliche Aufnahmen geschehen ist. Für die kritische Beurteilung des Liquors wurden nur die herangezogen, bei denen die letzte Linie völlig übereinstimmt. Es muß hierbei betont werden, daß bei sorgsamer Beachtung der Versuchsanordnung Differenzen bei den Kontrollaufnahmen kaum in Erscheinung traten. Um Beziehungen zu anderen Liquorreaktionen aufzudecken, wurden bei jedem Liquor die z. Z. üblichen Untersuchungsmethoden, besonders Mastixreaktion (Dr. Boening, Psych. und Nerv.-Klinik, Jena) in Anwendung gebracht. Liquores, bei denen es durch die Lumbalpunktion zu Blut- oder Serumbeimengung gekommen war, wurden bei der kritischen Verwertung ausgeschaltet.

²⁾ Dtsch. med. Wochenschr. 1926, Nr. 34.

Die Aufgabe, in jedem einzelnen Fall die letzte Linie zahlenmäßig festzustellen, ist bei einiger Übung an und für sich leicht, für kritische Erwägungen aber verhältnismäßig belanglos, weil die Erfahrung gelehrt hat, daß sich gewisse Typen von Photogrammen aufweisen lassen, die in wechselvoller Weise immer wieder in Erscheinung treten. Es ergeben sich zunächst Bilder, bei denen sich der Absorptionsstreifen nach der Enteiweißung, wie das ja zunächst zu erwarten war, gar nicht oder nur in geringem Grade von den längeren nach den kürzeren Wellenlinien zu verschiebt. Die Erklärung hierfür scheint uns darin zu liegen, daß durch die Enteiweißung auch die im normalen Liquor spurweise vorhandenen Eiweißmengen entfernt werden. Hier handelt es sich annähernd um Verschiebungen in der Linienbreite 3100/3000 A.-E. Derartige Beobachtungen ergeben sich nun keineswegs lediglich bei normalen Liquores, sondern wir trafen sie auch bei den verschiedenartigsten organischen Fällen, in denen die Globulin- und die übrigen sonst noch angestellten Liquorreaktionen negativ ausfielen.

Schließlich ist bemerkenswert, daß verwertbare Unterschiede der durch Zisternen- oder Lumbalpunktion erhaltenen Liquorportionen ebensowenig in Erscheinung traten, wie solche verschiedener Liquorportionen, die z. B. bei interferometrischen Untersuchungen ganz offenkundig waren. Auch ist ohne weiteres verständlich, wenn, wohl infolge der wechselnden Eiweißbeimengung, die Absorptionslinie bei den spätluetischen Erkrankungen, wie Lues cerebrospinalis oder Paralyse oft verhältnismäßig weit ins Gebiet der langen Wellen bis in das Gebiet der Linien um 3500/3600 A.-E. reichte und nach der Enteiweißung sich Durchschnittswerte in der Linienbreite 3100/3000 fanden.

Aus der Kategorie dieser Fälle nur einige Beispiele:

Die Photogramme 7 und 8 zeigen die spektrophotographischen Ergebnisse eines Falles von Art. cerebri, bei dem zur Vornahme der Encephalographie 25, 30, 30 ccm Liquor entnommen wurden. Jede Liquorportion wurde gesondert mit den entsprechenden Kontrollaufnahmen untersucht. Verwertbare Unterschiede finden sich nicht. Vor und nach der Enteiweißung schwankte der Absorptionsbeginn zwischen 3100/3000.

Ähnliches ergab, um nur ein Beispiel zu geben, die Untersuchung eines Falles von Hydrocephalus int. infl. (Abb. 10). Der Fall 9, eine subarachnoideale Blutung, zeichnet sich dadurch aus, daß die Absorption vor der Enteiweißung weit ins Gebiet der langen Linien, bis in das Gebiet der Linien um 3500/3400 reicht. Nach der Enteiweißung liegt hier die letzte Linie im gewohnten Gebiet um 3100/3000, während sich im Falle 11 vor und nach der Enteiweißung annähernd gleiche Verhältnisse finden.

Auf bemerkenswerte Ergebnisse stießen wir bei Fällen von genuiner Epilepsie deshalb, weil sich hier nach der Enteiweißung nicht nur, wie

gemutmaßt, eine Verschiebung nach kurzen Wellen (vgl. Abb. 16) zuweilen sogar bei sonst neg. Liquorreaktionen aus außerordentlich langwelligen Liniengebieten (Fall 15, mit 3500/3400) fand, sondern weil wir bisweilen auch auf umgekehrte Verhältnisse, d. h. nach der Enteiweißung auf eine Zunahme der Absorption stießen. So liegt diese im Falle 13 in der Gegend um 3400/3500, im Falle 12 um 3600 und in 14 sogar um 3700 herum. Die Erklärung hierfür kann nur dadurch gegeben werden, daß sich bei diesen Fällen, ob während der Anstellung der Reaktion oder im Verlaufe der Enteiweißung sei dahingestellt, Stoffe gebildet haben, die die Absorption begünstigen. Es scheinen aber, besonders wie der Fall 15 ergibt, bei der genuinen Epilepsie sehr verwickelte Verhältnisse vorzuliegen. So fanden sich auch bei Punktions desselben Falles nach stattgehabten Anfällen zu verschiedenen Zeitpunkten einmal eine Verschiebung des Absorptionsspektrums ins Gebiet der kurzen, dann wieder in das Gebiet der langen Linien, ohne daß eine direkte Gesetzmäßigkeit aufweisbar war. Ob diese stark wechselvollen Ergebnisse bei der gen. Epilepsie zu den außerordentlich labilen Stoffwechselverhältnissen dieser Erkrankung in Beziehung stehen, bleibe dahingestellt.

Die Fälle chronisch schizophrener Prozeßpsychose und katatoner Stuporzustände verdienen insofern besondere Beachtung, weil sich hier in der überwiegenden Anzahl der Fälle *nach* der Enteiweißung eine Zunahme der Absorption fand (Fälle 4—6), die in das Gebiet um 3500 herum aufstieg. Merkwürdigerweise waren die wenigen Fälle mit einer Verschiebung des Spektrums ins Gebiet der kurzen Linien nach der Enteiweißung (Fälle 2, 3) oder die keine Veränderung hierauf zeigten (Fall 1), die also den erwarteten Ergebnissen entsprachen, klinisch meist durch einen eigenartig psychogenen Beginn ausgezeichnet, der anfangs die Differentialdiagnose Psychogenie/Schiz. Prozeß offen gelassen hatte. Wir sind weit entfernt, hieraus eine Gesetzmäßigkeit konstruieren zu wollen, halten allerdings die bei Schizophrenie gewonnenen Ergebnisse für bemerkenswert, weil sich die Mutmaßung aufdrängt, als würden die durch den schizophrenen Prozeß gesetzten pathophysiologischen Veränderungen des Zentralnervensystems durch unsere Befunde in seinen Liquorverhältnissen irgendwie faßbar. Bei der von uns erarbeiteten Versuchsanordnung werden Nachuntersuchungen verhältnismäßig einfach sein. Diese werden jedoch nur von Nutzen sein, wenn man sich streng an die von uns angegebenen Vorschriften hält und wenn man die Mühe einer sorgsamen Einarbeitung und genügender Kontrollaufnahmen nicht scheut.

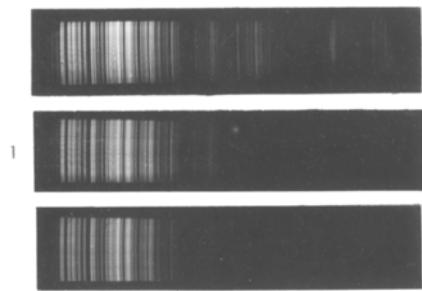
Erklärung der beigefügten Tafeln¹⁾.

- Abb. 1. Schizophrene Prozeßpsychose mit psych. Beginn. Sämtliche Reaktionen negativ. Absorption vor und nach der Enteiweißung in Gegend um 3100.
- Abb. 2. Schizophrene Prozeßpsychose mit psych. Beginn. Sämtliche Reaktionen neg. Absorption vor der Enteiweißung in Gegend um 3100, nach der Enteiweißung um 3000.
- Abb. 3. Schizophrene Prozeßpsychose mit merkwürdig verständlichem Beginn. Absorption liegt vor der Enteiweißung in Gegend um 3100, reicht nach der Enteiweißung merklich weiter ins Gebiet der kurzen Linien als im Falle zuvor.
- Abb. 4. Schizophrene Prozeßpsychose. Vor der Enteiweißung liegt die Absorption in Gegend um 3100, nach der Enteiweißung zwischen 3500/3400.
- Abb. 5. Schizophrene Prozeßpsychose. Vor der Enteiweißung ist Gegend zwischen 3300/3200 eben sichtbar, nach der Enteiweißung Gegend um 3500 matt erkennbar.
- Abb. 6. Katatonen Bild. Vor der Enteiweißung Gegend um 3100, nach Enteiweißung zwischen 3500/3400 sichtbar.
- Abb. 7 u. 8. *Arteriosclerosis cerebri*. Liquor wurde in 3 Portionen durch Zisternepunktion entnommen, die sämtlich untersucht und identische Bilder gaben (vgl. Abb. 7 u. 8). Linienbreite schwankt vor und nach der Enteiweißung zwischen 3100—3000. Sonstige Reaktionen negativ. Mastix o. B. Zellzahl schwankt zwischen 1/3, 6/3, 7/3.
- Abb. 9. *Subarachnoideale Blutung*. Liquor durch Lumbalpunktion gewonnen. Negative Wa.R. in Blut und Liquor. Positive Globulinreaktionen, Zellen 98/3, Mastix: Serumtyp. Absorption liegt vor der Enteiweißung im Gebiet von 3500/3400, nach derselben um 3100/3000 herum.
- Abb. 10. *Hydroceph. int. infl.* Liquor durch Lumbalpunktion gewonnen. Absorption liegt vor und nach der Enteiweißung etwa unverändert in der Linienbreite 3100/3000. Sonstige Reaktionen negativ.
- Abb. 11. *Traumat. Epilepsie*. Mit Ausnahme eines schwach positiven Pandy negative Reaktionen. Vor und nach Enteiweißung ungefähr gleiche Absorptionsverhältnisse.
- Fälle von genuiner Epilepsie.
- Abb. 12. Liquor wurde in 3 Portionen durch Zisternepunktion entnommen, die sämtlich untersucht und identische Bilder gaben. Sämtliche Reaktionen negativ. Zellgehalt schwankt zwischen 4/3 und 1/3 Mastixreaktion o. B. Absorption steigt von Gegend um 3100 nach Enteiweißung in Richtung um 3600. Absorption nimmt also merklich *nach* Enteiweißung zu.
- Abb. 13. Liquor wurde in 2 Portionen durch Zisternepunktion entnommen, die beide untersucht und identische Bilder gaben. Sämtliche Reaktionen negativ. Zellgehalt schwankt zwischen 1/3 und 2/3. Mastixreaktion o. B. Absorption vor der Enteiweißung Gegend um 3100. Absorption nimmt nach der Enteiweißung zu und reicht in Gegend zwischen 3500/3400.
- Abb. 14. Liquor wurde in 2 Portionen durch Zisternepunkte entnommen, die beide untersucht wurden und identische Bilder gaben. Sämtliche Reaktionen negativ. Zellgehalt schwankt zwischen 1/3 und 2/3. Mastixreaktion o. B. Nur liegt Absorption vor der Enteiweißung in Gegend um 3100, nach der Enteiweißung um 3700 herum.
- Abb. 15. Liquor wurde in 2 Portionen durch Zisternepunktion entnommen, die beide untersucht wurden und identische Bilder gaben. Negative Reaktionen. Zellgehalt schwankt zwischen 15/5 und 16/3. Negative Mastixreaktion. Absorption liegt vor der Enteiweißung zwischen 3500—3400. Nach der Enteiweißung wird Gegend bis 3100 matt sichtbar. Absorption wird nach der Enteiweißung geringer.
- Abb. 16. Liquor wurde in 3 Portionen durch Zisternepunkte entnommen, die sämtlich untersucht wurden und identische Bilder gaben. Negative Reaktionen. Zellgehalt schwankt zwischen 4/3 und 1/3. Negative Mastixreaktion. Absorption liegt vor der Enteiweißung in Gegend um 3100 und reicht *nach* der Enteiweißung Spur ins Gebiet der kurzen Linien.

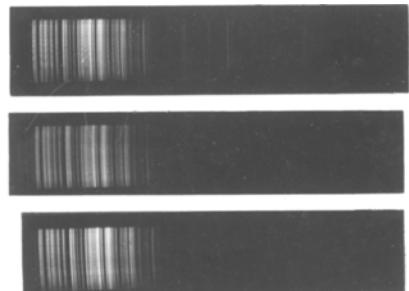
Die Reihenfolge der Spektren im Einzelfall ist stets die gleiche:

1. Eisenspektrum zum Vergleich,
2. Liquorspektrum vor } Enteiweißung.
3. Liquorspektrum nach }

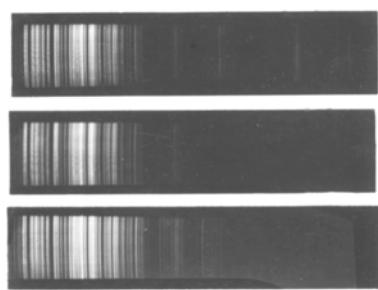
¹⁾ Die Ergebnisse, die in der Reproduktion nicht immer scharf zum Ausdruck kommen, bes. in Abb. 10 und 16, sind durch Ablesen vom Original gewonnen. Man bediene sich beim Studium der Tafeln einer Lupe.



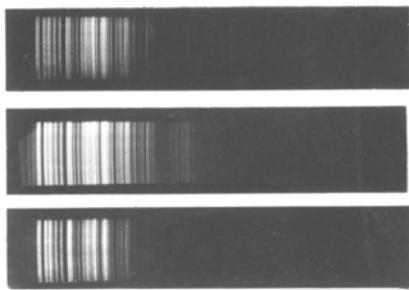
1



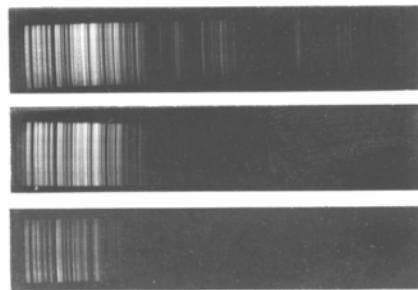
2



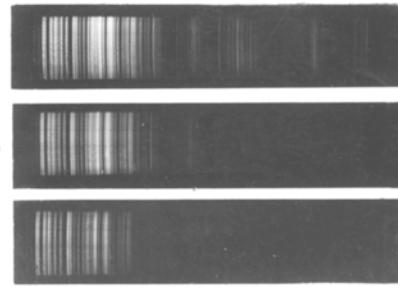
3



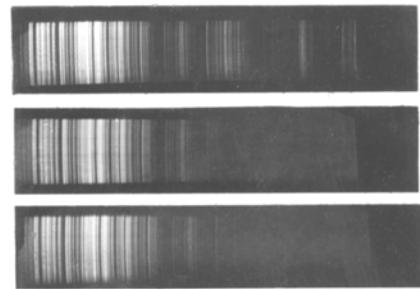
4



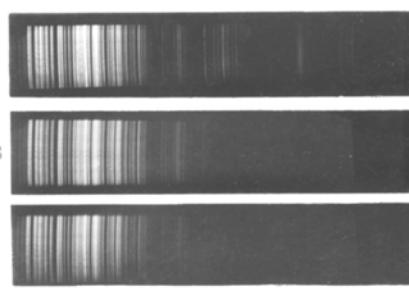
5



6

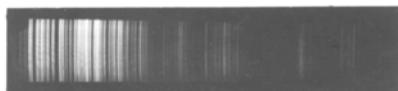


7



8

Jacobi, Untersuchungen des Liquor cerebrospinalis im ultravioletten Licht.



9



10



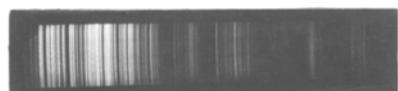
11



12



13



14



15



16

